

ГЕОЛОГИЯ  
ГИДРОГЕОЛОГИЯ  
И  
ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ  
БАСЕЙНА  
КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ  
АНОМАЛИИ

ТОМ  
III

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ

ГЕОЛОГИЯ,  
ГИДРОГЕОЛОГИЯ  
И ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ  
БАСЕЙНА  
КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ  
АНОМАЛИИ

Редколлегия:

*А. Т. Бобрышев, И. Н. Леоненко (отв. редактор), В. Д. Полищук,  
И. А. Русинович, Б. Н. Смирнов, А. В. Троицкий  
Д. Н. Утехин, С. И. Чайкин*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
МОСКВА 1969

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ

553  
Г 36

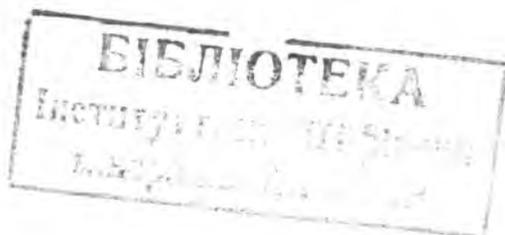
ГЕОЛОГИЯ,  
ГИДРОГЕОЛОГИЯ  
И ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ  
БАСЕЙНА  
КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ  
АНОМАЛИИ

УСЛ  
X  
✓✓

ТОМ  
III  
ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ

*И. Н. Леоненко, И. А. Русинович, С. И. Чайкин*

Редактор тома *И. Н. Леоненко*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
МОСКВА 1969

УДК (55+551.49+546.72) (471.23)

553.31 (471.23)

Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии (КМА). Том III. Железные руды. (Коллектив авторов, редактор И. Н. Леоненко.). 1969 г., стр. 1—319.

В III томе приводятся краткие сведения о положении и границах железорудного бассейна КМА, о рельефе, гидрографии и экономике.

Кратко описывается история открытия, разведки и промышленного освоения железорудных месторождений. На основании новых материалов освещается геологическое строение территории КМА, железорудных районов и отдельных месторождений. Тщательно описываются формы рудных тел, условия залегания их, минеральный и химический состав, физико-механические свойства и происхождение железных руд. Освещается разведанность месторождений и приводятся цифры о запасах богатых железных руд и железистых кварцитов.

После сравнительной оценки железорудных месторождений по геологическим, гидрогеологическим и горно-экономическим условиям приводится сопоставление железорудного бассейна КМА с другими железорудными месторождениями Советского Союза.

Кроме железных руд приведены краткие сведения о бокситоносности древней погребенной коры выветривания протерозойских и архейских кристаллических пород.

Высказываются соображения о возможных масштабах добычи железных руд в бассейне и о дальнейшем направлении геологоразведочных работ на железные руды, бокситы и другие полезные ископаемые, приуроченные к докембрийским кристаллическим породам и к древней коре выветривания их.

Книга представляет научный и практический интерес для специалистов-геологов геологических, научно-исследовательских и проектных организаций, а также геологических факультетов учебных заведений.

Таблиц 120, иллюстраций 72, библиография 196 названий.

## ВВЕДЕНИЕ

В III томе монографии «Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии (КМА)» содержится описание железорудных месторождений Белгородской, Курской и Орловской областей РСФСР. Описание сделано на основании геологических материалов, собранных для сводного заключения о железорудных месторождениях КМА. Составлению этого заключения предшествовали большие геофизические, геологоразведочные и тематические работы, проводившиеся на территории КМА с 1958 по 1963 г.

Заключение о железорудных месторождениях КМА со сравнительной оценкой их по горнотехническим, гидрогеологическим и геолого-экономическим условиям в 1964 г. одобрено Научным советом по проблемам КМА и экспертно-техническим Советом б. Главгеологии при Совете Министров РСФСР.

Учитывая большую практическую ценность материалов по геологии железорудных месторождений КМА, Геологическому управлению центральных районов поручено б. Государственным производственным Геологическим комитетом РСФСР подготовить к изданию эту монографию.

В процессе подготовки к изданию этого тома авторами учтены дополнительные материалы по эксплуатируемым и разведваемым железорудным месторождениям.

Территория КМА, получившая название железорудного бассейна, полностью включает Курскую и Белгородскую области, западную часть Орловской, юго-восток Брянской и запад Воронежской областей РСФСР, а также северную часть Харьковской области УССР.

В геолого-структурном отношении вся территория этого бассейна находится в пределах юго-западного склона и частично сводовой части Курско-Воронежского кристаллического массива, или Воронежской антеклизы. Этот массив представляет собой относительно приподнятую погребенную часть кристаллического фундамента Русской континентальной платформы, сложенного архейскими и протерозойскими сложноподислоцированными метаморфическими и магматическими породами, перекрытыми почти горизонтально залегающими палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими осадочными отложениями.

Описанные железорудные месторождения представлены двумя основными типами руд: 1) железистыми кварцитами курской метаморфической серии нижнего протерозоя, участвующими в строении складчатого кристаллического фундамента и являющимися бедной рудой (30—40% железа и 35—45% кремнезема), требующей обогащения; 2) богатыми железными рудами, являющимися древней погребенной корой выветривания железистых кварцитов по их допалеозойскому эрозионному срезу. Эти руды содержат 50—65% железа и могут использоваться в металлургической промышленности без обогащения.

Описание железорудных месторождений на территории КМА дано по четырем железорудным районам, различающимся глубиной залега-

ния кристаллического фундамента, геолого-структурными особенностями строения этого фундамента, палеогеографическими условиями и мощностями древней коры выветривания кристаллических пород. Независимо от административных границ районы названы: Белгородский, Старо-Оскольский, Ново-Оскольский и Курско-Орловский.

При описании геологии докембрия железорудных месторождений авторы руководствовались временной стратиграфической схемой докембрия, разработанной геологами Белгородской экспедиции для территории КМА и принятой Редсоветом (ВСЕГЕИ) для издания геологической карты докембрия Русской платформы.

Следует отметить, что вместо принятых там географических названий свит курской серии: курская нижняя, курская средняя и курская верхняя в настоящем томе для краткости сохранены укоренившиеся в бассейне названия: нижняя, средняя и верхняя. Для обозначения Михайловской и курской серий вместо индексов  $P_{tmh}$  и  $P_{tk}$  приняты прежние более простые индексы этих серий  $Mh$  и  $K$ .

Работы по подготовке III тома выполнены работниками Белгородской железорудной экспедиции с участием отдельных сотрудников аппарата Геологического управления центральных районов.

Основная часть тома составлена И. Н. Леоненко, И. А. Русиновичем (ответственный исполнитель) и С. И. Чайкиным. Кроме них принимали участие В. Н. Клекль и А. К. Романщак. Краткие сведения об обводненности месторождений написаны В. Ф. Небосенко. Редактирование тома выполнено И. Н. Леоненко.

## ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА КМА

Территория Курской магнитной аномалии (КМА) включает Курскую, Белгородскую и частично Воронежскую, Орловскую, Брянскую области РСФСР и северную часть Харьковской области УССР (рис. 1). Магнитные аномалии, имеющие в плане форму полос, прослеживаются и в смежных областях — Калужской и Смоленской, но так как железистые кварциты докембрия, вызывающие эти аномалии, лежат здесь на больших глубинах, участки аномалий не представляют практического интереса для поисков железных руд.

Протяженность территории КМА с юго-востока на северо-запад достигает 600 км, ширина 150—250 км (в среднем 200 км), площадь составляет около 120 тыс. км<sup>2</sup>. Однако практический интерес для поисков и разведки железных руд и других рудных ископаемых, приуроченных к породам докембрия и древней коре выветривания, представляет только центральная часть этой территории, названная железорудным бассейном КМА.

Границы этого бассейна на юго-западе и северо-востоке являются естественными, они совпадают с границами распространения пород железорудной формации в докембрии; на северо-западе и юго-востоке они проводятся условно по глубине залегания пород кристаллического фундамента и с учетом палеогеографических условий, предопределяющих мощность и состав древней коры выветривания докембрийских кристаллических образований. Северо-западная граница проведена по линии городов Брянск — Мценск, а юго-восточная — по линии Волчанск — Валуйки. В этих границах площадь железорудного бассейна составляет около 70 тыс. км<sup>2</sup>.

В бассейне выделяются следующие железорудные районы: Белгородский, Ново-Оскольский, Старо-Оскольский и Курско-Орловский (см. рис. 1).

Территория бассейна КМА находится в южной части Средне-Русской возвышенности. Поверхность здесь представляет собой невысокое плато, сильно расчлененное долинами рек, балок и оврагов. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 180 до 280 м с преобладанием 200 м, глубина эрозионного вреза речных долин достигает 50—80 м, а балок и оврагов 10—50 м.

Эта территория является водоразделом бассейнов рек Дона, Днепра и Волги. К бассейну Дона относятся наиболее крупные реки: Северный Донец, Сосна, Тихая Сосна и Девица, к бассейну Днепра — реки Сейм, Тускорь, Свапа, Реут, Ворскла и левые притоки Десны; к бассейну Волги — река Ока с притоками Неручь, Оптуха, Зуша и др. Для всех речных бассейнов характерно весеннее половодье, на которое приходится около 70% стока, и относительно устойчивое положение летнего и зимнего меженей.

Реки и их притоки протекают через площади ряда железорудных месторождений (Яковлевское, Гостищевское, Лебединское), обводняют верхние горизонты меловых и юрских отложений и усложняют гидрогеологические условия их эксплуатации.

Почвенный покров выражен в основном выщелоченным черноземом, занимающим около 55% площади и образовавшимся за счет лёссовидных суглинков, слагающих с поверхности междуречья. Переходный оподзоленный чернозем, серые лесные почвы и другие разновидности почв покрывают остальную часть площади и распространены преимущественно в Орловской и Курской областях.

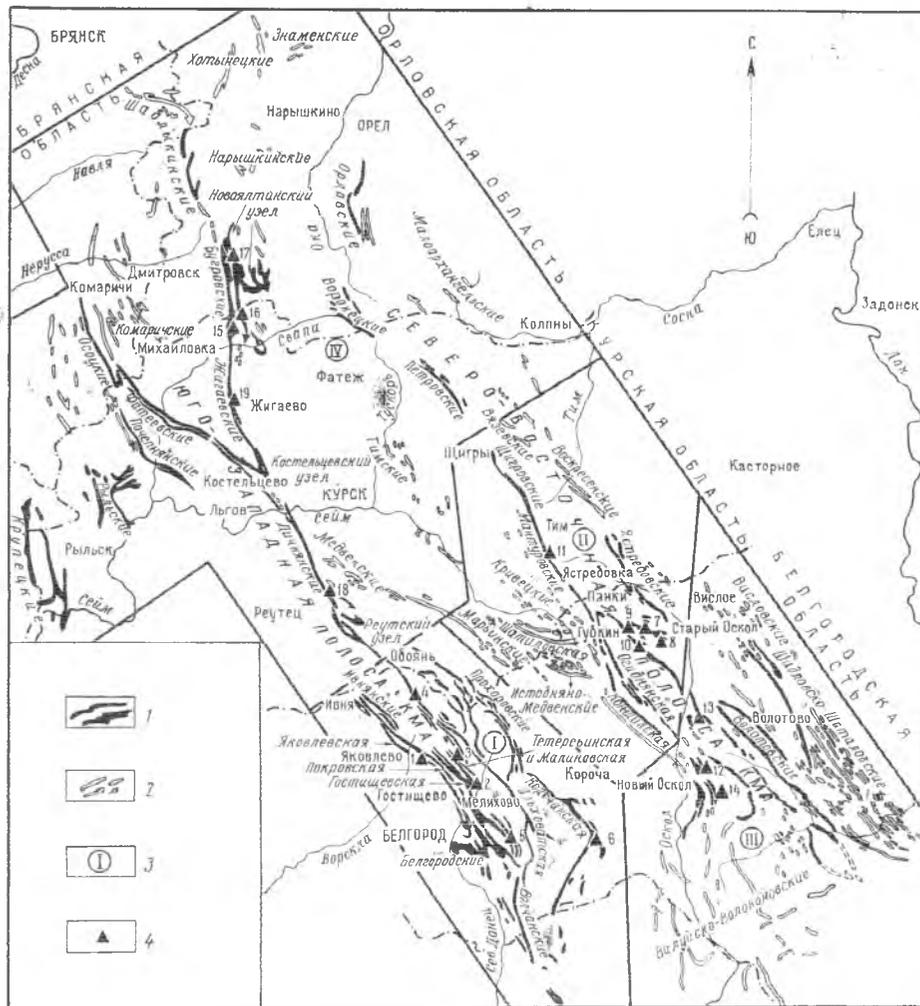


Рис. 1. Обзорная схема Курской магнитной аномалии

1 — пласты железистых кварцитов, вызывающие интенсивные аномалии; 2 — пласты железистых кварцитов, вызывающие слабые аномалии; 3 — железорудные районы (I — Белгородский; II — Старо-Оскольский; III — Ново-Оскольский; IV — Курско-Орловский); 4 — железорудные месторождения (1 — Яковлевское, 2 — Гостищевское, 3 — Тетеревино-Малиновское, 4 — Ольховатское, 5 — Мелихово-Щебекинское, 6 — Большие-Троицкое, 7 — Лебединское, 8 — Стояленское, 9 — Корбиковское, 10 — Салтыково-Александровское, 11 — Роговское, 12 — Погромецкое, 13 — Чернянское, 14 — Ново-Оскольское, 15 — Михайловское, 16 — Курбакинское, 17 — Ново-Ялтинское, 18 — Дичинское, 19 — Жигаевское)

На схеме даны названия аномалий

Народное хозяйство на территории бассейна характеризуется разносторонне развитым специализированным сельским хозяйством (около 1/2 валовой продукции) и многоотраслевой промышленностью со значительным количеством крупных предприятий. Отраслями промышленности союзного значения здесь являются машиностроение, химическая, пищевая, строительных материалов и горнорудная, создающие около

$\frac{2}{3}$  валовой продукции. Остальная ее часть приходится на производство электроэнергии, текстильную, кожевенную, лесную и деревообрабатывающую отрасли промышленности, имеющие преимущественно местное значение. Большая часть промышленных предприятий сосредоточена в областных городах Орле, Курске и Белгороде.

Одной из наиболее перспективных в бассейне является железорудная промышленность. Несмотря на позднее возникновение, эта отрасль народного хозяйства уже занимает весьма важное положение в экономике Центрально-Черноземного района и в снабжении рудным сырьем черной металлургии Центра. Особенно большое внимание ей стало уделяться в последние годы в связи с применением открытых разработок в благоприятных горно-геологических условиях.

Эксплуатация железных руд КМА начата на Коробковском месторождении. Здесь существует комбинат КМАруда, предприятиями которого с 1952 г. производится шахтная разработка и обогащение неокисленных железистых кварцитов. Добыча богатых железных руд производится Лебединским и Михайловским карьерами. Для этой же цели производится строительство Стойленского рудника.

Для дальнейшего развития горнорудной и металлургической промышленности в бассейне имеется крупнейшая в стране железорудная база. Исходя из уже разведанных запасов категорий В + С<sub>1</sub> + С<sub>2</sub> месторождений бассейна, возможная его мощность определяется более 260 млн. т товарной руды в год, что составляет 65% планируемой на 1980 г. добычи всей страны (400 млн. т).

Кроме железных руд в бассейне КМА имеются большие запасы цементного сырья (мела и мергеля), фосфоритов, тугоплавких и легкоплавких глин и песков (формовочных, строительных).

В настоящее время на базе цементного сырья работает Белгородский цементный завод и строится Стойленский цементный завод. Добыча фосфоритов и производство фосфоритной муки производится в районе г. Щигры. В районных центрах расположены в основном предприятия местной промышленности: кирпичные заводы и предприятия бытового назначения.

Электроснабжение городов и предприятий осуществляется от Белгородской ЦЭС, от линии электропередачи центральной и южной энергосистем, ТЭЦ КМА и подстанции КМА, связанной с Ново-Воронежской ГРЭС центральной энергосистемы.

В качестве основного источника электроснабжения предприятий в дальнейшем намечается использовать строящуюся Змиевскую ГРЭС, новую ГРЭС ЦЧО, строительство которой также предусмотрено, и частично центральную энергосистему. Эти источники электроснабжения вполне могут обеспечить развитие железорудной промышленности в бассейне, тем более что в ближайшие годы все электрические станции Европейской части СССР войдут в единое электрическое кольцо.

Кроме электроэнергии в энергетическом балансе бассейна значительную роль будет играть газ Шебелинского месторождения Харьковской области. Магистральный газопровод уже проходит через бассейн и ответвляется к действующим горнорудным предприятиям.

Транспортные условия в бассейне благоприятны. Здесь проходят три железнодорожные магистрали меридионального направления: Харьков — Курск — Москва, Харьков — Льгов — Брянск, Валуйки — Старый Оскол — Касторная. По ним осуществляются крупнейшие транспортно-экономические связи южных районов страны с центральными, северными и северо-западными районами. Расстояние между перечисленными магистралями колеблется от 50 до 90 км.

В широтном направлении проходят железные дороги: Киев — Воронеж, Сараевка — Старый Оскол, Сумы — Готия — Белгород, Ку-

пьянск — Валуйки — Лиски. Кроме того, имеется ряд тупиковых железных дорог незначительной протяженности.

Все разведанные и выявленные железорудные месторождения бассейна расположены в основном в непосредственной близости от действующих железных дорог. Только Дичнянско-Реутецкое и Больше-Троицкое месторождения удалены от железных дорог на 25—30 км.

Через территорию бассейна с севера на юг проходит автомагистраль Москва — Симферополь, а на северо-западе бассейна — автодорога Лемеша — Тросна.

Кроме этих автомагистралей союзного значения в бассейне имеется и строится ряд автодорог республиканского и областного значения.

В соседстве с территорией бассейна КМА находятся месторождения нефти (Поволжье), промышленных углей (Донбасс) и природного газа (Украина, Северный Кавказ), что в известной мере компенсирует отсутствие местной топливной базы.

## ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КМА

История геофизических и геологических исследований, открытий, разведки и освоения месторождений железных руд на территории КМА освещена во многих трудах и статьях, опубликованных в разное время различными научно-исследовательскими и производственными организациями, а также отдельными специалистами. В последние годы эти вопросы освещены в работах М. И. Агошкова и Н. Б. Ениксеева (1959), И. Н. Леоненко (1959), Л. Д. Шевякова и Г. И. Маньковского (1962) и др. История региональных геофизических и геологических исследований описана в первой части I тома данной монографии, поэтому в настоящем разделе приводятся сведения об открытии, разведке и освоении промышленностью месторождений железных и железо-алюминиевых руд и сопутствующих бокситов.

После открытия магнитных аномалий П. Б. Иноходцевым (1783 г.) в районе г. Курска, несмотря на многолетние исследования И. П. Пильчикова (1883 г.), Сергиевского (1889 г.), Э. Е. Лейста (1898—1917 гг.) и др., на территории современного железорудного бассейна КМА были известны только магнитные аномалии. О наличии в этом районе железных руд в объеме около 225 млрд. пудов было лишь предположение Э. Е. Лейста. Его попытки вскрыть их двумя скважинами у сел Кочетовки и Непхаево оказались безуспешными, так как обе скважины остановлены соответственно на глубинах 212 и 247 м в мезозойских отложениях.

Впервые железные руды (железистые кварциты) были вскрыты в 1923 г. скважинами на участках аномалий возле городов Щигры и Тим Курской области в результате работ, начатых по указанию В. И. Ленина Особой комиссией по изучению КМА. Работы эти проводились с 1918 по 1926 г. вначале под руководством П. П. Лазарева, а затем И. М. Губкина.

В этот период одной скважиной у с. Салтыково были вскрыты плотные сидерито-мартитовые руды с довольно высоким содержанием железа, залегающие в основании осадочной толщи на головах крутопадающих железистых кварцитов. Однако должного значения этим рудам не было уделено.

Результаты исследований за период работы Особой комиссии по изучению КМА освещены в работах А. Д. Архангельского, К. П. Козина и И. И. Корбуша (1926 г.), В. И. Лучицкого (1926 г.).

Возобновившиеся в 1930 г. поисково-разведочные работы по решению Совета труда и Оборона СССР продолжались до 1941 г. Геологическим трестом КМА НКТП, реорганизованным в 1938 г. в Воронежский геологоразведочный трест НКЧМ. Работы выполнялись в пределах северо-восточной полосы аномалий в основном в Старо-Оскольском районе, где породы докембрия лежат наиболее близко к поверхности.

Первые поисковые скважины, заданные вблизи сел Коробково и Салтыково, почти одновременно в 1931 г. обнаружили богатые железные руды с содержанием железа 50—60% до 25 м, залегающие под

обводненными рыхлыми песчано-глинистыми отложениями осадочной толщи в виде горизонтальных залежей, приуроченных к головам крутопадающих пластов железистых кварцитов. В 1932 г. такие же руды были вскрыты у сел Лебеди, Волоконовка и Огибное Старо-Оскольского района, у г. Нового Оскола, а в 1934 г. — и вблизи с. Стойло.

На наиболее перспективных из обнаруженных в то время залежей богатых железных руд — Лебединской, Салтыковской, Коробковской — почти одновременно была проведена детальная разведка и несколько позже на Стойленской — предварительная разведка. Выявленные в результате этих работ запасы богатых железных руд по состоянию на 1/X 1941 г. были определены (Русинович, 1946ф) в количестве 217,5 млн. т по категориям В + С<sub>1</sub> и 100,1 млн. т по категории С<sub>2</sub>.

Геологическое руководство поисково-разведочными работами Геологического треста КМА осуществлялось геологами К. Я. Пятовским (1930—1934 гг.), Ф. С. Золозовым (1931—1937 гг.), И. А. Русиновичем (1935—1937, 1939—1941 гг.) и проф. Н. И. Свитальским, консультировавшим работы до 1934 г.

Геологами Б. С. Дубровой (1933ф), Н. И. Наковником (1933ф), Н. Ф. Гончарик (1933ф), Н. И. Успенским (1933ф), И. А. Русиновичем (1934ф) было дано первое минералого-петрографическое описание докембрийских пород и богатых железных руд Старо-Оскольского района КМА. Н. И. Свитальским (1932, 1933) и Б. С. Дубровой (1933ф) была составлена первая схема геологического строения докембрия для района Салтыковского и Коробковского месторождений и высказаны первые соображения о гипергенном генезисе богатых железных руд. По их представлениям, они образовались в результате сидеритизации сильно-трещиноватых голов крутопадающих пластов железистых кварцитов. Эта теория позднее была расширена и дополнена геологами И. А. Русиновичем и Ф. С. Золозовым (1937ф; 1946ф).

Результаты поисково-разведочных работ довоенного периода изложены в отчете и опубликованных работах И. А. Русиновича и Ф. С. Золозова (1937ф; 1946ф; 1948).

Изучение материалов разведочных работ треста КМА позволило этим авторам составить первую геологическую карту докембрия для всей территории Старо-Оскольского железорудного узла аномалии.

Произведенными гидрогеологическими работами было установлено, что открытые залежи богатых железных руд находятся в сложных гидрогеологических и горно-геологических условиях.

Всего с 1930 по 1941 г. было пробурено около 600 скважин (около 72 тыс. м). В этот период геофизическими партиями на участках северо-восточной полосы КМА, в Ново-Оскольском и Старо-Оскольском районах, были проведены детальные магнитометрические и гравиметрические съемки на площадях соответственно 1100 и 650 км<sup>2</sup>. По материалам этих работ был составлен Атлас магнитометрических и гравиметрических карт, послуживших исходным материалом, принятым в основу при проведении поисковых и разведочных работ, а также при расшифровке тектонического строения как отдельных месторождений, так и всей территории северо-восточной полосы КМА.

Подготовительные работы к промышленному освоению богатых железных руд были начаты вскоре после их открытия. Для его осуществления в 1931 г. было создано Управление строительства шахт и заводов на базе железных руд Курских магнитных аномалий (КМАстрой) которым в 1932 г. было начато строительство первого на территории КМА рудника им. И. М. Губкина, заложенного на центральной залежи Коробковского месторождения. К 1941 г. здесь было пройдено две шахты № 1 (разведочно-эксплуатационная) и № 2 (эксплуатационная), значительное количество горноподготовительных выработок на трех горизонтах.

Общий приток в подземные выработки составлял 250—300 м<sup>3</sup>/час и не являлся большим препятствием к разработке залежей. Затопление рудника в 1936 г. не явилось следствием больших притоков воды. Оно было вызвано тем, что вследствие неправильного ведения горных работ штрек горизонта 145 м был выведен в юрские рыхлые глинистые пески и песчаные глины, обладающие пльвунными свойствами. Находясь под гидростатическим давлением около 8 атм, они устремились в выработку, проникли в насосную камеру и вывели из строя насосы, после чего шахтные воды быстро достигли статического уровня. Эта авария в сентябре 1936 г. была ликвидирована.

Параллельно с подготовительными работами по выемке руд на Коробковском месторождении шахтным способом с 1938 г. производилось проектирование разработки центральной залежи Лебединского месторождения открытым способом.

Таким образом, к 1941 г. кроме открытия огромных запасов железистых кварцитов были открыты и разведаны значительные запасы богатых железных руд, залегающих на небольших глубинах в сравнительно нетрудных горно-геологических условиях, начаты работы по составлению технических проектов на разработку этих руд и проведены мероприятия по организации опытной добычи.

Прерванные войной работы по изучению и освоению КМА были возобновлены в 1947 г.

В послевоенный период поисково-разведочные работы на территории КМА получили более широкий размах. До октября 1954 г. они выполнялись геологоразведочными экспедициями и партиями треста Курскгеология. Основные работы этого треста были сосредоточены на разведке железистых кварцитов в Старо-Оскольском районе в пределах Коробковского, Салтыковского, Осколецкого и Южно-Лебединского участков, а также на Михайловском месторождении.

В меньшем объеме проводились поисковые и разведочные работы на богатые железные руды. Этими работами открыты Михайловское (1950 г.), Курбакинское (1954 г.), Роговское (1949 г.) и Жигаевское (1950 г.) месторождения богатых железных руд. Все месторождения были освещены предварительной разведкой, установившей, что промышленное значение имеют только Михайловское и Курбакинское месторождения. Позднее была проведена предварительная разведка богатых железных руд южной половины Салтыковского месторождения и Сретенского участка Лебединского месторождения.

Детальные геологоразведочные работы трестом Курскгеология выполнялись на Михайловском и Лебединском месторождениях, доступных для возможной разработки руд открытым способом.

С 1948 по 1954 г. партиями и экспедициями этого треста при поисках и разведке богатых железных руд и железистых кварцитов пробурено около 1100 скважин общим метражом 250 тыс. м. Прирост запасов за этот период составил (в млн. т):

	Кат. В + С <sub>1</sub>	Кат. С <sub>2</sub>
богатых железных руд . . . . .	166,2	56,0
железистых кварцитов . . . . .	2030,6	117,5

Геологическое руководство работами треста возглавлялось И. А. Русиновичем (1948—1952 гг.) и С. И. Чайкиным (1953—1954 гг.).

Результаты работ треста изложены в рукописных геологических отчетах и опубликованных статьях А. А. Прозоровского, Н. А. Плаксенко, И. П. Калинина, Б. Д. Клагини, И. А. Русиновича, В. Н. Клекля, Н. И. Голипкина, Д. И. Напрасникова, И. Д. Кармазина, В. И. Нарыжных, Л. М. Штерновой, В. Б. Рабиновича, Л. С. Богуновой и др.

Поисковые и разведочные работы треста, охватившие большую площадь бассейна, дали значительный материал для изучения докем-

брийского фундамента. Они во многом дополнили и уточнили прежние представления о его строении и составе и позволили пересмотреть существовавшие взгляды на генезис богатых железных руд.

По этим материалам И. А. Русиновичем (1951ф; 1958) впервые была составлена схематическая геологическая карта и дано описание геологического строения докембрия всей территории бассейна КМА, отмечено фациальное замещение железистых кварцитов железорудной свиты сланцами в восточном направлении.

На основании анализа новых материалов этим автором был пересмотрен прежний взгляд на генезис богатых железных руд, рассматривавший их как продукт карбонатизации и хлоритизации железистых кварцитов близ их погребенного эрозионного среза. В 1951 г. он пришел к выводу (признанному в настоящее время большинством геологов КМА), что основным фактором рудообразования было выщелачивание кремнезема (кварца и силикатов) в головах пластов железистых кварцитов, происходившее в условиях континентального выветривания, близкого к латеритному типу, существовавшего на территории КМА до отложения старооскольских слоев среднего девона; карбонатизации и хлоритизации он отводит второстепенную роль, как наложившимся на уже существовавшую рудную зону (1951ф).

Изучение и анализ материалов поисковых и разведочных работ, выполненных в Старо-Оскольском районе, позволили А. А. Прозоровскому, Н. А. Плаксенко и Б. Д. Клагиниш (1951ф; 1953ф; 1954ф) во многом уточнить существовавшее представление о геологическом строении Старо-Оскольского узла аномалии и составить новую, более детальную геологическую карту докембрия этого района.

Н. А. Плаксенко были разработаны принципы корреляции железистых кварцитов и совместно с Б. Д. Клагиниш составлена их минералогическая классификация, что позволило дать для разведывавшихся участков схему расчленения железорудной и вмещающих ее нижней и верхней свит на литолого-стратиграфические горизонты.

Как видно из приведенного краткого обзора, все послевоенные поисковые и разведочные работы на железные руды треста Курскгеология до 1953 г. производились только на площади северо-восточной и северной частей юго-западной полосы КМА, где породы докембрия наиболее близко подходят к дневной поверхности. В южной части юго-западной полосы, в том числе и на площади Белгородского железорудного района, с глубиной залегания докембрия 400—600 м, эти работы не производились.

Впервые здесь было пробурено несколько скважин в 1952—1953 гг. Обоянской поисковой партией, организованной трестом Курскгеология с целью оценки перспектив угленосности северо-западной окраины Большого Донбасса. Двумя из этих скважин № 5 и 9 в 1953 г. у с. Яковлево была вскрыта богатая железная руда (мощностью соответственно 148 и 270 м, с содержанием железа 55—62%.

Пробуренные вскоре поисковые скважины установили, что такое же мощное оруденение имеет сплошное распространение на головах железистых кварцитов почти по всему Белгородскому железорудному району. Необходимо отметить, что это открытие нельзя рассматривать как чистую случайность. Первая гипотеза о возможной перспективности Белгородского железорудного района была высказана А. А. Дубянским (1934). Допуская, что оруденение железистых кварцитов имеет средне- и верхнедевонский возраст, он считал, что наиболее интенсивно оно должно было проявиться именно в юго-западной части КМА, где, по его предположению, породы докембрийского фундамента выходили на поверхность и более длительный период подвергались континентальному выветриванию по сравнению с другими районами КМА.

Позднее оценка перспективности Белгородского железорудного

района была дана И. А. Русиновичем (1948). Он исходил из других позиций, чем А. А. Дубянский, и возможное наличие оруденения повышенной интенсивности обосновывал данными геофизических съемок, указывающих на наличие здесь узлов аномалии, обычно связанных с наличием под осадочными породами широких полей сильно дислоцированных железистых кварцитов, благоприятных для развития оруденения как в горизонтальном направлении, так и на глубину. И. А. Русинович писал: «Наиболее перспективными в отношении рудоносности являются так называемые «узлы аномалии», к которым приурочены наиболее крупные разведанные залежи. С этой точки зрения особого внимания заслуживает район между Кочетовкой и Белгородом, представляющий собой наиболее крупный узел аномалии».

Исходя из приведенных высказываний, вопрос о постановке поисковых работ на железные руды на территории этого района в 1948 г. поднимался в генеральном проекте геологоразведочных работ на первые годы послевоенного периода (Епифанов, Русинович и др., 1948ф).

Несмотря на давность приведенных оценок Белгородского района, как наиболее перспективного, богатые железные руды в его пределах впервые были установлены скважинами лишь в 1953 г. Основной причиной этому являлась большая мощность покрывающих докембрий осадочных пород, обводненных напорными водами с гидростатическим давлением до 500 атм. Кроме того, имел значение также и отмеченный выше случай аварии на руднике им. Губкина. Хотя эта авария явилась результатом небрежного ведения горных работ и была очень быстро ликвидирована, но все же факт затопления рудника при недостаточной в то время изученности гидрогеологических условий породил у руководителей б. Министерства черной металлургии переоценку трудности горно-геологических условий залегания богатых руд, вызвал недоверие к возможности их выемки.

Поэтому в начале послевоенного периода б. Министерством черной металлургии было принято решение для обеспечения рудным сырьем металлургии Центра Европейской части Союза ССР ориентироваться не на добычу богатых железных руд, а на добычу монокристаллических железистых кварцитов. В связи с этим решено было разведанные запасы богатых руд построенного до войны рудника им. Губкина были оставлены, а рудник реконструирован для разработки железистых кварцитов, залегающих в их основании. Министерство черной металлургии потребовало от Министерства геологии СССР произвести разведку железистых кварцитов для строительства новых пяти рудников производительностью 2,5—3,0 млн. т каждый.

Ориентируясь на запросы потребителя, Министерство геологии СССР основной объем буровых работ направило на разведку железистых кварцитов и гораздо меньший на поиски железных руд, залегающих в более благоприятных горно-геологических условиях, чем залежи богатых руд, разведанных в довоенный период.

В период работы треста Курскгеология были разведаны колоссальные запасы железистых кварцитов, тогда как перспективный в отношении богатых железных руд Белгородский железорудный район оставался неосвоенным.

Проведенные после 1950 г. гидрогеологические и инженерно-гидрогеологические исследования на Лебединском (Н. И. Павлов, 1952ф) и Михайловском (Ф. В. Кулибаба, 1955ф) месторождениях показали ошибочность мнения о невозможности рентабельной разработки богатых руд КМА, после чего были начаты работы по проектированию Лебединского рудника для разработки богатых руд.

Полученные при разведке этих месторождений данные позволили по-новому рассматривать горно-геологические условия залегания богатых железных руд Яковлевского месторождения. С другой стороны,

колоссальнейшие размеры оруденения и высокое качество открытых яковлевских руд потребовали от проектных и горнорудных предприятий более объективного отношения к решению вопросов их разработки.

Все это не могло не отразиться на направлении и объемах поисковых и разведочных работ в бассейне Курской магнитной аномалии, выполнявшихся Геологическим управлением центральных районов (ГУЦР) с октября 1954 г. в связи с ликвидацией треста Курскгеология. В 1955—1960 гг. они достигали невиданного на КМА размаха. Основной объем работ был направлен на поиски и разведку богатых железных руд в Белгородском железорудном районе. Меньшие объемы были выполнены в остальных железорудных районах с неглубоким залеганием докембрия. Здесь работы ГУЦР имели своей целью поиски и разведку богатых железных руд, а с 1961 г. разведку железистых кварцитов на малых глубинах, доступных для разработки открытым способом. Общее геологическое руководство работами ГУЦР в бассейне КМА осуществлялось М. Н. Доброхотовым (1955—1959 гг.) и И. Н. Леоненко (с 1958 г.). Поисково-разведочные работы ГУЦР выполнялись Белгородской железорудной экспедицией, Курской геологоразведочной партией и Льговской железорудной экспедицией.

За период деятельности Геологического управления центральных районов поисковыми работами были охвачены все перспективные аномалии, на которых еще можно было ожидать наличие залежей богатых железных руд промышленного типа. За это время в Белгородском железорудном районе были открыты месторождения: Гостищевское, Больше-Троицкое, Ольховатское, Мелихово-Шебекинское и Тетеревино-Малиновское, на которых вместе с ранее открытым Яковлевским месторождением запасы богатых железных руд составляют 92,5% запасов всего бассейна. Из них были детально разведаны Яковлевское и Гостищевское месторождения.

В Старо-Оскольском железорудном районе закончилась детальная разведка железистых кварцитов Коробковского месторождения и произведена детальная разведка богатых железных руд и железистых кварцитов Лебединского и Стойленского месторождений. В этот же период была выполнена предварительная разведка богатых железных руд южной части Салтыково-Александровского и Сретенской залежи Лебединского месторождений. Установлено наличие оруденения железистых кварцитов на южной окраине Огибнянской аномалии.

В Ново-Оскольском железорудном районе были открыты и детально разведаны Погромещкое (1957 г.) и Чернянское (1959 г.) месторождения богатых железных руд, доступные для разработки открытым способом; выполнена предварительная разведка железистых кварцитов, залегающих в их основании.

В Курско-Орловском железорудном районе были открыты и разведывались Ново-Ялтинское (1958 г.) и Дичянско-Реутецкое (1960 г.) месторождения. Кроме того, закончена детальная разведка богатых железных руд и железистых кварцитов на Михайловском и богатых руд на Курбакинском месторождениях.

За период разведок, выполненных экспедициями и партиями ГУЦР, прирост запасов по состоянию на 1/1. 1964 г. составил (в млн. т):

	Кат. В + С <sub>1</sub>	Кат. С <sub>2</sub>
богатых железных руд . . . . .	5717,8	20037,8
железистых кварцитов . . . . .	5399,1	13538,9

При выполнении геологопоисковых и разведочных работ в Белгородском районе были открыты залежи бокситов и бокситовых пород мощностью до 25—40 м. Впервые они были обнаружены на Яковлевском месторождении при опробовании коры выветривания, филлитовых

сланцев, вмещающих породы железорудной формации. Первые соображения о латеритном типе коры выветривания докембрийских пород и о возможном нахождении бокситов в районах КМА были высказаны в 1951 г. Б. П. Кротовым и И. А. Русиновичем (1951ф).

Выявление бокситовых пород на Яковлевском месторождении послужило основанием для опробования и анализа керна по многим скважинам, вскрывшим продукты выветривания филлитовидных сланцев. В результате этого опробования наличие бокситов было установлено в 1955—1958 гг. на Гостищевском, Тетеревино-Малиновском, Ольховатском и Шебекинском железорудных месторождениях. Позже проявления бокситов отмечены на Больше-Троицком месторождении и на участках аномалий в районе г. Белгорода.

Геологические предпосылки нахождения промышленных залежей бокситов и необходимость опробования древней коры выветривания обоснованы И. Н. Леоненко (1958), С. И. Чайкиным (1958ф) и И. А. Русиновичем (1959, 1960ф).

В 1961 г. Воронежской бокситовой партией Центрально-Черноземной геолого-геофизической экспедиции во главе с Б. Н. Одокием под научным руководством и при участии профессора Воронежского государственного университета С. Г. Вишнякова были начаты ревизионно-опробовательские работы по керну скважин, ранее пробуренных во всех районах КМА для различных целей (поисков железных руд и геологического картирования докембрийских пород). В результате этих работ установлено довольно широкое распространение бокситов и железо-алюминиевых руд в Белгородском железорудном районе и незначительные проявления бокситовых пород в Ново-Оскольском районе Белгородской области.

В связи с положительными результатами ревизионно-опробовательских работ в районах КМА б. Главгеологией при Совете Министров РСФСР было принято решение о проведении поисковых работ на бокситы в Белгородском железорудном районе с целью выявления площадей с крупными залежами бокситов и железо-алюминиевых руд. К концу 1965 г. до стадии предварительной разведки бокситоносность изучена только на участке детальной разведки Яковлевского железорудного месторождения и на Беленихинском участке Ольховатского месторождения. На остальной площади этого района пробурены одиночные скважины, большинство которых вскрыло бокситы и железо-алюминиевые руды.

Большой объем поисковых и разведочных работ ГУЦР позволил получить весьма обширный материал для более глубокого познания докембрия, его состава, стратиграфии, тектонического строения и генезиса руд.

По этим материалам были составлены геологические карты докембрия разведывавшихся месторождений и их районов, которые вместе с геофизическими данными положены в основу прогнозирования и проведения поисковых работ и промышленной оценки разведанных залежей.

Результаты изучения материалов поисково-разведочных работ экспедиций Геологического управления центральных районов изложены в отчетах и опубликованных статьях С. И. Чайкина, И. А. Русиновича, В. Н. Клекля, Л. С. Богуновой, М. Н. Сахаровой и др. (по Белгородскому железорудному району), И. П. Калинина, Воротильникова, Н. А. Скулкова и В. И. Нарыжных (по Курско-Орловскому району), С. И. Чайкина, Н. И. Голивкина, И. Д. Кармазина, М. В. Миткеева, Б. Д. Клагиниш и А. К. Романцака (по Старо-Оскольскому и Ново-Оскольскому районам).

К периоду деятельности Геологического управления центральных районов относится наиболее глубокое изучение коры выветривания по-

род докембрийского фундамента. Эта работа проводилась также Институтом геологии и минералогии Академии наук СССР.

Углубленное изучение коры выветривания дало возможность научно обосновать и развить ранее высказанную теорию о происхождении богатых железных руд в результате латеритного выветривания железистых кварцитов с последующей их карбонатизацией и хлоритизацией. Это нашло отражение в работах: М. И. Калганова (1955), С. И. Чайкина (1958, 1963, 1964, 1965), И. А. Русиновича (1959), А. П. Никитиной (1957, 1958, 1961), И. П. Калинина (1960), И. И. Гинзбурга (1961) и В. П. Рахманова (1962). В работах С. И. Чайкина развиваются положения о выявлении факторов, влияющих на локализацию богатых железных руд в коре выветривания.

На всех месторождениях железных руд экспедициями Геологического управления центральных районов были выполнены гидрогеологические и инженерно-геологические исследования в объеме, обеспечивающем промышленную оценку разведанных запасов. Руководство этими работами осуществлялось Ф. В. Кулибабой, Б. Н. Смирновым, А. А. Сааром, В. Ф. Небосенко, И. И. Тимошенко и др.

В послевоенный период постановке поисково-разведочного бурения предшествовало выполнение геофизических, главным образом магнитометрических, гравиметрических и вариометрических, съемок, обеспечивающих составление карт, отражающих интенсивность магнитного и гравитационного полей и площади выходов под осадочные отложения рудоносных железистых кварцитов повышенной плотности и магнитной восприимчивости. Значение этих карт для закрытого района КМА трудно переоценить. Они являлись основным исходным материалом, обеспечившим положительные результаты поисковых работ и успешное геологическое картирование докембрия.

Значительно в меньшем объеме выполнялись электроразведочные и сейсморазведочные работы, результаты которых использовались при построении карт гипсометрии поверхности докембрийского фундамента.

В послевоенный период почти все геофизические работы проводились б. Курской геофизической экспедицией, организованной в 1948 г. Ее работы выполнялись под руководством работавших в различное время геофизиков В. И. Федюка, Н. Г. Шмидта, В. И. Павловского, В. В. Копаева, И. А. Жаворонкина и др.

Геологическим управлением центральных районов с участием института Центрогипроруда в 1962 г. было закончено составление заключения о железорудных месторождениях КМА со сравнительной оценкой их по гидрогеологическим и горно-экономическим условиям разработки. При выполнении этой работы были использованы геологические, геофизические, гидрогеологические и инженерно-геологические материалы, полученные за все время поисково-разведочных работ в бассейне. Авторы заключения И. А. Русинович (отв. исполнитель), С. И. Чайкин, Е. П. Воротильников, И. Н. Леоненко, Б. Н. Смирнов, В. Ф. Небосенко, А. А. Саар, И. И. Тимошенко, К. М. Горштейн, В. Д. Полищук, Д. Н. Утекин, Г. В. Лаврова, редакторы И. Н. Леоненко и А. Т. Бобрышев.

Материалы этого заключения с использованным новых данных работ, проведенных после 1963 г. на территории КМА, положены в основу при подготовке к изданию настоящего тома монографии о железных рудах КМА.

Работы по промышленному освоению железных руд КМА были возобновлены сразу после освобождения этой территории. В январе 1945 г. была восстановлена деятельность КМАстроя<sup>1</sup> и начато восстановление затопленного во время войны первого рудника. К началу

<sup>1</sup> В 1953 г. преобразован в комбинат КМАруда.

1946 г. оба его шахтных ствола и 5 км подземных выработок были восстановлены.

К концу 1952 г. были закончены работы по реконструкции рудника (для добычи железистых кварцитов) и по строительству обогатительной и агломерационной фабрик.

В 1954 г. было начато строительство Южно-Коробковского рудника, которое закончено в апреле 1959 г.<sup>1</sup>

Одновременно с промышленным освоением железистых кварцитов Коробковского месторождения производилось проектирование и строительство карьеров для добычи богатых железных руд Лебединского и Михайловского месторождений. Они были сданы в эксплуатацию соответственно в конце 1959 г. и середине 1960 г.

На Стойленском месторождении с 1961 г. строится рудник. В 1964 г. закончено составление технического проекта Яковлевского рудника мощностью 18 млн. т товарной руды в год. Производится проектная проработка вопроса о строительстве мощных горнообогатительных комбинатов на базе железистых кварцитов Лебединского, Стойленского и Михайловского железорудных месторождений.

Промышленное освоение железистых кварцитов при наличии колоссальных запасов богатых руд, не требующих обогащения в Белгородском железорудном районе, является следствием того, что по расчетам Центрального научно-исследовательского института при Госплане РСФСР стоимость 1 т чугуна, получение которого возможно из богатых руд Яковлевского месторождения, существенно не отличается от стоимости чугуна, выплавленного из железистых кварцитов, имеющих большее преимущество по горно-геологическим условиям разработки.

Работы по проектированию кварцитовых рудников на Коробковском, Лебединском, Михайловском и Стойленском месторождениях, а также Яковлевского рудника были выполнены Харьковским институтом Южгипроруда.

В 1960 г. в связи с развитием горнорудной промышленности в бассейне КМА в г. Белгороде создан институт Центрогипроруда, в задачу которого входит проектирование предприятий по добыче железных руд Курской магнитной аномалии.

---

<sup>1</sup> Оба рудника с 1964 г. объединяются шахтоуправлением имени И. М. Губкина.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БАССЕЙНА КМА

На территории железорудного бассейна КМА распространены две группы железных руд, имеющие промышленное значение: железистые кварциты и конечные продукты их выветривания — богатые железные руды гипергенного происхождения. Несмотря на тесную генетическую и пространственную связь, каждая из этих групп характеризуется своими условиями залегания рудных тел, минеральным и химическим составом и качеством. Сообразно этому различию по-разному решаются вопросы промышленного освоения — их разработка и подготовка для металлургической промышленности.

Как железистые кварциты, так и гипергенные богатые железные руды имеют самостоятельное и, пожалуй, одинаково важное народно-хозяйственное значение; те и другие имеют колоссальнейшие запасы, почти одинаковую стоимость товарной продукции при добыче открытым способом и в настоящее время используются промышленностью.

Кроме богатых железных руд гипергенного происхождения в бассейне КМА установлено несколько мелких залежей богатых железных руд гипогенного типа. Ввиду малых размеров рудных тел они не имеют промышленного значения. Гипогенное оруденение изучено весьма слабо и возможные его перспективы в достаточной мере не выяснены.

### ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ

Железистые кварциты, слагая большую часть средней (железорудной) свиты курской серии метаморфизованных отложений протерозоя, принимают существенное участие в строении кристаллического фундамента КМА. Имея состав, резко отличающийся от состава вмещающих свит, и почти непрерывное распространение по всей территории бассейна, они являются надежным маркирующим горизонтом, эффективно используемым для расшифровки тектонического строения как отдельных месторождений и участков, так и в целом региона КМА. Обладая магнитными свойствами и повышенной плотностью, железистые кварциты выходят под отложения осадочного комплекса, по эрозионному срезу и почти всегда сопровождаются магнитной и гравитационной аномалиями. Это позволяет производить надежное картирование распространения этих пород при помощи геофизических съемок магнитометрическим и гравиметрическим методами.

Как установлено этими работами, почти все выходы железистых кварцитов, вызывающие наиболее интенсивные аномалии, группируются в две обособленные группы северо-западного простирания (см. рис. 1). Одна из них соответствует северо-восточной, а другая юго-западной полосе КМА.

Несколько особняком от них находятся выходы железистых кварцитов на площади Крупецких и Рыльских аномалий, имеющие преимущественно почти меридиональное простирание. Внутри каждой из этих

групп железистые кварциты залегают в виде одного или нескольких более или менее параллельных между собой, иногда прерывистых пластов, имеющих весьма крутое (70—80°) падение и почти везде северо-западное простирание.

Менее распространенной формой залегания железистых кварцитов являются весьма крупные их массивы, достигающие нескольких километров в поперечнике, как, например, на площади Михайловского, Лебединского, Гостищевского, Погромецкого и некоторых других месторождений. Во всех случаях их структура расшифровывается как серия сильно сплюснутых дополнительных складок, развитых в замке более крупной складчатой структуры, почти полностью сложенном железистыми кварцитами. Попадая в эрозионный срез, такие массивы образуют сплошные широкие поля железистых кварцитов, благоприятные для развития гипергенного оруденения в горизонтальном направлении и почти всегда являющиеся носителями крупных залежей богатых железных руд коры выветривания.

На различных, даже близко расположенных участках состав, строение и мощность толщи железистых кварцитов различны. Это обусловлено главным образом фациальными изменениями первичных осадков и в меньшей степени последующими проявлениями метаморфизма и размыва, предшествовавшего отложению верхней свиты курской серии.

Так, в пределах северо-восточной полосы КМА, в Щигровском районе, фиксируется всего лишь один железистый горизонт мощностью до 250—300 м, сложенный железистыми кварцитами, содержащими мелкие прослой сланцев. На Лебединском, Стойленском, Салтыковском, Погромецком и Чернянском месторождениях, на Тимском и Осколецком участках таких горизонтов два — верхний мощностью от 80 до 300 м и нижний от 80—100 до 180—200 м, разделенные горизонтом сланцев до 250 м мощности. В полосе Ястребовских аномалий (в различных ее частях) при общей мощности железорудной свиты всего 120—150 м устанавливается от трех до пяти пластов железистых кварцитов и от двух до четырех горизонтов разделяющих их сланцев. Такое же частое чередование пластов железистых кварцитов с пачками сланцев при небольшой мощности железорудной свиты имеет место на площади Волотовской и других аномалий, прослеженных на восточной окраине северо-восточной полосы КМА (Шидловско-Шаталовских, Висловских, Алексеевских, Воскресенских, Вязевских и Мало-Архангельских).

Параллельно с установленным нами (1951ф) общим фациальным изменением железорудной толщи в восточном направлении, по мере уменьшения ее мощности и замены железистых кварцитов сланцами происходит вполне естественное уменьшение интенсивности гравитационной и магнитной аномалий.

Судя по слабой интенсивности аномальных полей, по-видимому, маломощными пластами железистых кварцитов вызываются слабо изученные аномалии: Гладковская, Коншинская, Марьинская, Медвенские, Кривецкие, Мантуровские, Шумские, Хотынецкие, Знаменские и др., установленные на площади между юго-западной и северо-восточной полосами КМА и на северном их продолжении. В отличие от восточной окраины фациальная связь этих пластов с мощными пластами железистых кварцитов, распространенных в центральной части северо-восточной полосы КМА, пока не установлена.

В пределах юго-западной полосы КМА преобладающим распространением пользуются мощные пласты железистых кварцитов, вызывающие сильные магнитные и гравитационные аномалии.

Как установлено буровыми работами, в районе пос. Комаричи и г. Карачев Брянской области на большой площади распространены слабые магнитные аномалии, вызываемые не железистыми кварцитами,

а мелкими линзовидными телами магнетитсодержащих пород, залегающих среди архейских гнейсов.

Железистые кварциты по минеральному составу и текстуре являются аналогами джеспилитов и роговиков железорудной свиты Криворожья. Они представляют собой обычно тонкослоистые мелко- и тонкозернистые, тяжелые (с объемным весом 3,3—3,7), магнитные породы темно-серого, иногда зеленоватого или буровато-красноватого цвета.

Лишенные тонкой слоистости, массивные железистые кварциты встречаются редко и приурочены к определенным аномалиям (Прохоровские и др.). Их принадлежность к железорудной свите курской серии не установлена.

Главными породообразующими минералами железистых кварцитов являются кварц, магнетит и железная слюдка, присутствующая не во всех типах. Вместе они составляют в среднем от 70 до 97 весовых процентов породы. При этом в различных типах железистых кварцитов приходится на кварц от 30 до 60% и на рудные — от 35 до 57%. В подчиненном количестве могут присутствовать силикаты: актинолит, тремолит, щелочные амфиболы, эгирин, парагсит, биотит, тальк, гранат и доломит, также иногда принимающие существенное участие в составе породы.

Все эти минералы имеют послонную концентрацию с образованием чередующихся между собой тонких (от долей миллиметра до 1—2 см) существенно рудных и кварцевых или силикатных прослоев, обуславливающих тонкопосчатую текстуру пород. В виде ничтожной примеси в железистых кварцитах присутствуют: апагит, турмалин, циркон, рутил, пирит, пирротин.

По наличию и количественному соотношению рудных минералов выделяются магнетитовые, железнослюdkово-магнетитовые и железнослюdkовые железистые кварциты. Эти три типа кварцитов имеют преобладающее значение. Несколько особняком стоят подчиненные им слабрудные силикатно-магнетитовые кварциты, или, как их иногда называют, кварцито-сланцы.

Для железнослюdkово-магнетитовых и железнослюdkовых кварцитов характерна весьма тонкая слоистость и почти всегда наблюдающаяся очень мелкая плейчатость. По минеральному составу и текстуре они являются аналогом типичных джеспилитов Криворожья. Рудные прослои в них мощностью от нуля до 2,5 мм сложены магнетитом и железной слюdkой, с небольшим количеством кварца. Безрудные прослои мощнее и нередко достигают 1,5—2 см. В основном они сложены кварцем почти всегда с распыленным в его зернах тонкодисперсным гематитом, а также небольшим количеством мелких зерен магнетита и пластинок железной слюdkи. Силикатные прослои встречаются редко и мощность их обычно не превышает 1—1,5 мм. Сложены они чаще всего биотитом или щелочным амфиболом.

Железная слюдка входит в количестве от 5—10 до 40% в железнослюdkово-магнетитовых и от 40 до 55% в железнослюdkовых кварцитах. Она присутствует в форме тонких чешуек от 0,05—0,1 мм по длинной оси, образующих самостоятельные рудные прослои с лепидобластической структурой и в небольшом количестве входящих в магнетитовые или кварцевые прослои. Нередко по железной слюdkе развивается мушкетовит.

Магнетит составляет приблизительно от 5—10 до 25—30% в железнослюdkово-магнетитовых и до 5—10% в железнослюdkовых кварцитах. В рудных прослоях он образует зернистые, тесно сросшиеся полиэдрические скопления, вытянутые параллельно слоистости, а в кварцевых — обычно в виде мелких эвгдральных зерен, часто группирующихся в виде цепочек, расположенных параллельно слоистости.

Кварц почти полностью слагает безрудные прослои и заполняет мелкие промежутки между агрегатами магнетита и железной слюдки в рудных прослоях. Размер его зерен обычно 0,02—0,05, иногда до 0,08—0,09 мм. В безрудных прослоях кварц представлен полигональными, изометричными или неправильными зернами с ровными, реже зазубренными краями; имеет характерную гранобластовую структуру и волнистое погасание. Очень часто его зерна здесь переполнены тончайшей вкрапленностью тонкодисперсного рубиново-красного гематита. Этим и вызывается красная окраска безрудных прослоев.

При наличии в характеризующих породах силикатов среди них выделяются щелочноамфиболово-талъковые и биотито-железнослюдково-магнетитовые кварциты.

Текстура железнослюдково-магнетитовых кварцитов тонкополосчатая очень плейчатая, структура — в магнетитовых прослоях кристаллобластовая, в железнослюдковых — лепидобластовая и в кварцевых — роговиковая, торцовая. Магнетитовые кварциты по сравнению с железнослюдково-магнетитовыми имеют значительно более грубую слоистость. Кварцевые прослои в них часто имеют невыдержанную мощность (от 0,5 до 2—3 см). Рудные прослои мощностью менее 1 мм встречаются редко, обычно их мощность 1—5, реже до 1 см.

По сравнению с предыдущим типом плейчатость также более грубая, менее интенсивная, встречается реже.

Магнетитовые кварциты состоят в основном из существенно магнетитовых и кварцевых прослоев, с подчиненным количеством тонких (2—3 мм) прослоев силикатов. Магнетит здесь находится в основном в тех же формах, что и в железнослюдково-магнетитовых кварцитах. Им почти полностью сложены рудные прослои, в виде отдельных идиобластов или скоплений он присутствует в безрудных прослоях. Иногда к нему присоединяются железная слюдка, составляющая не более 5—10% породы.

Кварц имеет размер зерен 0,05—0,12 мм, редко до 2 мм. Края их обычно ровные, с полигональными ограничениями, реже неровные, зазубренные. В кварцевых прослоях он имеет гранобластовую структуру, а в рудных заполняет небольшие промежутки между скоплениями рудных минералов.

Как и в железнослюдково-магнетитовых кварцитах, карбонаты и силикаты в магнетитовых кварцитах присутствуют в подчиненном количестве по отношению к магнетиту и кварцу. Выделяются карбонатно-магнетитовые, биотито-, куммингтонито-, тремолито-, парагагсито-, актинолито- и щелочноамфиболово-магнетитовые кварциты.

Слаборудные магнетито-силикатные кварциты (кварцито-сланцы) представляют собой частое переслаивание слаборудных магнетитовых кварцитов и силикатных сланцев с отдельными прослоями мощностью от нескольких миллиметров до 0,5—1 м. Соотношение сланцевых и кварцитовых прослоев неодинаково: чаще оно около 1:1, но бывают и резкие отклонения в обе стороны.

В кварцитовых прослоях кроме кварца, составляющего 80—90%, присутствуют магнетит и силикаты. Первый представлен изометричными зернами с хорошей огранкой до 0,7 мм в поперечнике. Силикаты представлены мелкими чешуйками биотита и иголочками амфиболов. Магнетит и силикаты нередко образуют тонкие (доли миллиметра) прослойки.

Текстура кварцитовых прослоев преимущественно широкополосчатая, реже среднеполосчатая, структура гранобластовая, мозаичная, горцовая; для силикатных прослоев — лепидобластовая и игольчатая.

Текстура сланцевых прослоев чаще всего тонкослоистая, структура — лепидобластовая, grano-лепидобластовая, иногда порфириовидная.

Сланцевые прослои магнетито-силикатных кварцитов имеют зеленовато-серый цвет. У них почти всегда хорошо видна тонкая слоистость, связанная с послойной концентрацией главных слагающих породу силикатов (главным образом биотита и хлорита) и иногда магнетита. Кроме них часто присутствуют серицит и в небольшом количестве амфибол, не образующие самостоятельных прослоек. Кварц содержится в количестве 12—15%.

В мощных пластах железистых кварцитов довольно отчетливо выражена следующая последовательность в распределении основных минералогических типов этих пород: силикатные сланцы всяческого бока, слабрудные магнетито-силикатные кварциты, магнетитовые кварциты, железнослюдково-магнетитовые кварциты, магнетитовые кварциты, слабрудные магнетито-силикатные кварциты, силикатные сланцы лежащего бока.

Нередко железнослюдково-магнетитовые кварциты выпадают и тогда центральное положение в разрезе пласта занимают магнетитовые кварциты.

Маломощные пласты железистых кварцитов чаще сложены магнетито-силикатными кварцитами с подчиненными им магнетитовыми кварцитами, расположенными в центральной части пласта.

Среди толщи железистых кварцитов местами залегают магнетито-силикатные и силикатные сланцы, обычно составляющие не более 10—12% общей мощности. Наиболее часто они встречаются среди магнетито-силикатных кварцитов, мощность их не превышает 2—3 м. Реже среди кварцитов встречаются пачки сланцев большой мощности (до 30—35 м, а местами до 80—90 м). Такие мощные пачки сланцев имеют вполне определенное стратиграфическое положение внутри железорудной свиты.

Наличие сланцев, а также различных типов железистых кварцитов, позволило всю железорудную свиту разделить на ряд горизонтов, занимающих на каждом месторождении вполне определенное стратиграфическое положение в разрезе.

Головы крутопадающих пластов железистых кварцитов на границе с породами осадочной толщи или с залегающими на них богатыми железными рудами интенсивно мартитизированы с образованием зоны мартитизированных железистых кварцитов. Мощность зоны мартитизации обычно 20—30 м, реже 100 м и более.

В ее пределах магнетит частично или полностью замещен мартитом, что влечет образование различных железнослюдково-мартитовых, мартитовых и силикатно-мартитовых кварцитов.

Здесь же за счет гидратации и окисления первичные силикаты переходят сначала в хлорит, а при дальнейшем разложении в рыхлые железисто-глинистые продукты их выветривания, состоящие из смеси красных и бурых гидроксидов железа и алюминия, среди которых в значительном количестве присутствуют глинистые минералы. Благодаря этому силикатно-мартитовые кварциты в верхних горизонтах зоны мартитизации сначала сменяются хлорито-мартитовыми, а затем гидрогематито-мартитовыми кварцитами.

В зоне мартитизации у подошвы рудных залежей нередко встречаются выщелоченные мартитовые и железнослюдково-мартитовые кварциты, имеющие рыхлое сложение. В них связь между кварцевыми зернами сильно нарушена, благодаря чему безрудные прослои сложены весьма тонкозернистым порошковатым маршалитом. Вертикальная мощность таких выщелоченных (маршалитизированных) кварцитов может достигать нескольких десятков метров. На глубине выщелоченные кварциты постепенно сменяются обычными мартитовыми кварцитами.

В зоне гипергенных изменений головы пластов железистых кварцитов часто бывают в различной степени карбонатизированы. Это выра-

жается в том, что кварц и силикаты здесь замещаются сидеритом и в меньшей степени другими карбонатами. В Старо-Оскольском железорудном районе карбонатизированные кварциты вскрыты большинством скважин, пробуренных на площади залежей. По ним можно проследить, что интенсивность карбонатизации постепенно возрастает снизу вверх. При этом обычные мартитовые кварциты кверху сменяются карбонатизированными мартитовыми кварцитами, а последние у подошвы рудных залежей — плотными карбонатно-мартитовыми рудами, в которых кварц сохранился в очень небольшом количестве в виде мелких сильно изъеденных зерен или же заместился полностью. Здесь же на границе с рудной зоной головы пластов железистых кварцитов во многих случаях бывают довольно интенсивно хлоритизированы. Этот процесс выражается в том, что все трещины в железистых кварцитах заполнены хлоритом типа шамозита инфильтрационного происхождения. Здесь же есть явные следы частичного замещения кварца хлоритом. Степень хлоритизации железистых кварцитов постепенно уменьшается сверху вниз.

Все отмеченные гипергенные изменения в верхней части железистых кварцитов происходят с полным сохранением текстурных особенностей первичных неизмененных пород.

Головы пачек сланцев, залегающих среди железистых кварцитов, в зоне гипергенеза также сильно изменены процессами континентального выветривания, происходившего на поверхности кристаллического фундамента в постпротерозойское время. В зависимости от содержания железа в первичных породах конечными продуктами гипергенного изменения сланцев являются бокситы или глинистые гётито-гидрогематитовые руды, нередко встречающиеся на границе с осадочной толщей.

Ниже, за пределами зоны интенсивного выноса кремнезема, те и другие переходят в каолинизированные и гидрогематизированные сланцы, которые в свою очередь книзу сменяются сначала хлоритизированными, а потом не затронутыми выветриванием первичными магнетито-биотитовыми, биотитовыми, серицитовыми и другими алюмосиликатными сланцами. Мощность зоны наиболее интенсивного проявления процессов бокситизации, каолинизации и гидрогематизации обычно достигает 40—50, реже до 100 м и более.

Вверху на границе с осадочной толщей продукты выветривания сланцев бывают карбонатизированы, но здесь этот процесс выражен слабее, чем в железистых кварцитах.

Аналогичные гипергенные изменения, с образованием тех же продуктов выветривания, произошли в сланцах верхней и нижней свит, вмещающих толщу железистых кварцитов.

## **БОГАТЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ ГИПЕРГЕННОГО ГЕНЕЗИСА**

Гипергенные руды представлены двумя генетическими типами: 1) остаточные, или коренные, и 2) осадочные, или переотложенные руды.

### **ОСТАТОЧНЫЕ РУДЫ**

Остаточные богатые железные руды составляют около 95—97% выявленных запасов богатых руд бассейна. Они слагают кору древнего континентального выветривания железистых кварцитов и представляют собой конечные продукты их гипергенного изменения. Сложенная ими рудная зона пользуется распространением по всему бассейну. Она установлена: 1) в Курско-Орловском железорудном районе (на Михайловском, Курбакинском, Ново-Ялтинском, Дичнянско-Реутецком и Жигаевском месторождениях); 2) в Белгородском железорудном

районе (на Гостищевском, Яковлевском, Тетеревино-Малиновском, Больше-Троицком, Ольховатском и Мелихово-Шебекинском месторождениях); 3) в Старо-Оскольском железорудном районе (на Лебединском, Стойленском, Коробковском, Салтыково-Александровском месторождениях и ряде других участков); 4) в Ново-Оскольском железорудном районе (на Погромацком, Чернянском и Ново-Оскольском месторождениях, а также на площадях Волотовской и других аномалий).

### Форма рудных тел и условия их залегания

В настоящее время установлено, что на территории описываемого бассейна имело место развитие двух типов коры выветривания — площадной и линейной, нередко сочетающихся вместе. Степень проявления того или другого из них в основном и предопределила форму залежей богатых руд.

Залежи площадной коры выветривания составляют подавляющее большинство из числа известных к настоящему времени месторождений. Они имеют горизонтальное залегание, плащеобразно покрывают выходы железистых кварцитов под осадочную толщу и лишь по их окраинам незначительно заходят на площадь распространения сланцев.

Наиболее крупные из них по площади были установлены на широких полях железистых кварцитов, обеспечивающих возможность проявления оруденения на большой площади. При прочих равных условиях, значительно меньшие размеры имеют плащеобразные залежи, сохранившиеся на относительно узких полосах железистых кварцитов (имеющих наиболее широкое распространение в бассейне), где рудообразование было сильно стеснено ограниченными размерами полосы вкрест ее простирания.

В соответствии с генезисом остаточных руд контур их залежей в плане был предопределен контуром выходов железистых кварцитов под осадочные породы. Как следствие этого, у залежей на полосах железистых кварцитов контур сильно вытянут по их простиранию при относительно небольшой (200—500 м) ширине вкрест простирания. На широких полях железистых кварцитов контур залежей обычно имеет неправильную, иногда сильно извилистую форму, с приближающимися размерами по простиранию и вкрест простирания (Лебединская, Михайловская, Погромацкая залежи).

Большое значение в формировании современного облика горизонтальных залежей имел также и эрозионный размыв рудной зоны, предшествовавший отложению пород осадочного комплекса.

Это выражается в том, что наибольшие мощности рудной зоны чаще всего сохраняются на участках пониженного положения этой поверхности, тогда как в сторону ее повышения они обычно постепенно уменьшаются и на участках наиболее высоких абсолютных отметок руды вследствие размыва местами отсутствуют. Это отчетливо выражено у залежей на широких полях железистых кварцитов, где занимающая наиболее высокое гипсометрическое положение центральная часть залежи иногда оказывается непромышленной из-за малой мощности руд или полного их отсутствия (Михайловская, Погромацкая залежи).

Белгородский железорудный район, расположенный на юго-западном крыле Воронежской антеклизы с наиболее низкими в пределах бассейна абсолютными отметками погребенной поверхности кристаллического фундамента (минус 250—400 м), характеризуется колоссальнейшими размерами рудных тел (рис. 2).

Благодаря высокой интенсивности оруденения и относительно слабому размыву здесь рудная зона почти сплошным плащом покрывает

выходы железистых кварцитов, полностью повторяя их контур. Протяженность залежей (по простиранию железистых кварцитов здесь обычно измеряется десятками километров при мощности обычно более 70—80 м, а местами до 200—350 м.

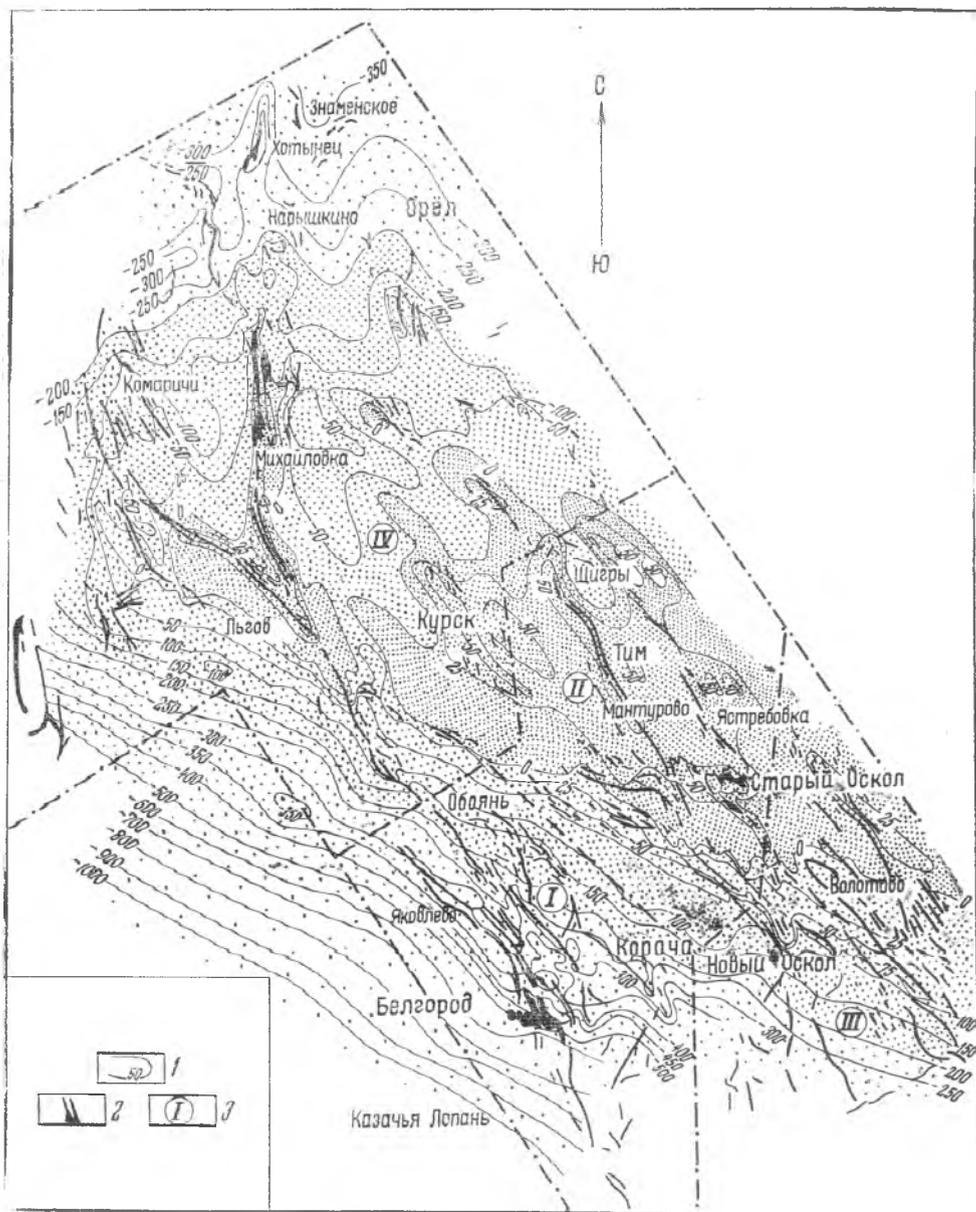


Рис. 2. Гипсометрическая схема поверхности докембрийского фундамента. По В. Н. Куделину и П. Н. Иванову (1962 г.)

1 — изогипсы поверхности докембрия; 2 — пласты железистых кварцитов; 3 — железорудные районы (I — Белгородский, II — Старо-Оскольский, III — Ново-Оскольский, IV — Курско-Орловский)

В Старо-Оскольском, Ново-Оскольском и Курско-Орловском железорудных районах, расположенных в центральных частях антеклизы с повышенными абсолютными отметками поверхности кристаллического фундамента (от минус 50 м до плюс 70 м), рудные залежи были подвергнуты значительно большему размыву. Здесь от них сохранились

лишь отдельные разрозненные останцы, представляющие современные рудные залежи. Их площадь обычно не превышает 3—4 км<sup>2</sup> при средней мощности 10—15 м, реже 20—25 м. Максимальная мощность руды 35—45 м и лишь в единичных скважинах достигает 50—80 м.

Следует отметить, что небольшая мощность рудных залежей в этих трех районах, связана также и с тем, что процессы выветривания, по-видимому, проникали в железистые кварциты на меньшую глубину, чем в Белгородском железорудном районе.

Остаточные руды, связанные с развитием коры выветривания линейного типа, залегают в виде уходящих на большую глубину крутопадающих залежей, по общему облику напоминающих залежи Кривоорожского бассейна.

Установленная в 1953 г. на Яковлевском месторождении крутопадающая залежь представляет собой весьма крупное, вытянутое вдоль по полосе железистых кварцитов тело с постепенно уменьшающейся книзу горизонтальной мощностью. Оно прослежено буровыми скважинами на протяжении нескольких километров и на глубину до 400 м от погребенной поверхности протерозоя.

Горизонтальная мощность залежи в верхней части порядка 200—300 м, а на нижних горизонтах (400 м от поверхности протерозоя) уменьшается до 50—80 м. Выходя под осадочную толщу, эта крутопадающая залежь сильно расширяется и сливается с развитой здесь рудной зоной, обусловленной площадным типом выветривания.

Причина проявления выветривания линейного типа на Яковлевском месторождении пока не установлена. Возможно, что ее следует увязывать с наличием конгломератов между толщей железистых кварцитов и кроющих ее сланцев, которые благодаря крупнообломочному составу служили зоной наиболее интенсивного проникновения поверхностных растворов на глубину и способствовали выносу кремнезема. При этом здесь, по-видимому, имела значение также резкая смена пород (железистые кварциты и сланцы), разделенных этими конгломератами.

Вполне очевидно, что наличие богатых руд, связанных с корой выветривания линейного типа, не ограничивается Яковлевским месторождением. По-видимому, с проявлением этого типа оруденения на глубину следует увязывать случаи резкого проникновения богатой руды в железистые кварциты, наблюдающиеся на Гостищевском и Михайловском месторождениях.

Поверхность рудных залежей остаточного происхождения представляет собой более или менее ровный эрозинный срез с относительно небольшими колебаниями отметок порядка 30—50 м, иногда более.

В кровле рудных залежей фиксируются отложения: 1) в северной части бассейна, на северо-восточном склоне антеклизы, в Курско-Орловском и в северной части Старо-Оскольского железорудных районов — главным образом девонские и лишь на участках наиболее высоких абсолютных отметок поверхности залежей юрские отложения; 2) в центральной части бассейна, в сводовой части антеклизы — почти исключительно отложения юры; 3) в южной части бассейна, на юго-западном склоне антеклизы, в Белгородском и Ново-Оскольском районах — преимущественно отложения карбона и лишь на участках наиболее высоких абсолютных отметок — юрские.

Наиболее древние отложения, зафиксированные в кровле рудных тел, относятся к живетскому ярусу среднего девона. Под осадками мосоловского и морсовского горизонтов эйфельского яруса, распространенными в северной части бассейна, богатые железные руды не были встречены.

Подобной рудных залежей служат главным образом железистые кварциты и лишь по их окраинам иногда сланцы верхней и нижней свит курской серии. Богатая руда с железистыми кварцитами в подавляющем

большинстве имеет довольно резкую границу с переходной зоной порядка 0,5—1 м. Исключением являются случаи, когда после богатой руды встречаются рыхлые, сильно выщелоченные (маршалитизированные) железистые кварциты. Здесь переходная зона сильно увеличивается и может растягиваться до 10 м и более. Такой же расплывчатый характер носит граница между сланцами и образовавшимися за их счет глинистыми гидротерматитовыми рудами.

Подошва рудных тел чаще всего имеет сильно извилистый характер. При этом руда узкими языками может глубоко уходить (до нескольких десятков метров) в пустые породы и, наоборот, останцы слабо оруденевших железистых кварцитов могут высоко подниматься в рудное тело. Особенно это характерно для пачек и прослоев сланцев, которые через всю рудную зону до подошвы осадочной толщи чаще всего доходят очень слабо оруденевшими.

### Минеральный состав и строение рудных тел

Остаточные богатые железные руды, являясь конечными продуктами континентального выветривания железных кварцитов и залегающих среди них тонких прослоев железистых силикатных сланцев, как правило, наследуют характерные черты текстуры и минерального состава исходных материнских пород. Внешне эти руды представляют собой тонкополосчатые, очень редко сланцеватые, тяжелые (объемный вес 3,0—3,8), часто слабо магнитные, мелко- и тонкозернистые минеральные агрегаты от черной до красновато-бурой и зеленоватой окраски.

Крепость руд изменяется в весьма широких пределах — от очень крепких, скальных (с временным сопротивлением раздавливанию до 2000 кг/см<sup>2</sup>) до рыхлых, порошковатых, легко растирающихся пальцами разностей.

По генетическому признаку все минералы остаточных руд делятся на следующие три группы:

I группа — гипогенные, унаследованные от материнских пород — метаморфогенные: магнетит, железная слюдка, кварц и гидротермальный гематит.

II группа — образовавшиеся в результате гипергенных изменений минералов материнских пород — мартит, мушкетовит (эпигенетический магнетит) по железной слюдке и мартиту, тонкочешуйчатый гематит (железная сметана), гидроокислы железа (гидрогематит, гидрогётит, гётит), хлорит, каолинит, бёмит и гиббсит.

III группа — инфильтрационные, связанные с инфильтрацией растворов сверху в уже образовавшую рудную зону — карбонаты (кальцит и главным образом сидерит), хлорит, магнетит, сульфиды (пирит, марказит).

Главными рудообразующими минералами у различных типов руд являются: мартит, магнетит (редко), железная слюдка, карбонаты (сидерит и кальцит), тонкочешуйчатый гематит и гидротерматит, гидрогётит, остаточный хлорит типа шамозита.

Кроме этих минералов в подчиненном количестве могут присутствовать: метаморфический магнетит, мушкетовит (по мартиту и железной слюдке), гётит и инфильтрационный хлорит, принимающие в некоторых типах руд существенное участие.

Всегда в небольшом количестве, обычно в виде примеси, присутствуют гидротермальный гематит, кварц, каолинит, бёмит, гиббсит, инфильтрационный магнетит, пирит, марказит и очень редко в виде единичных зерен галенит и халькопирит.

Главные минералы первых двух групп — железная слюдка, мартит, тонкочешуйчатый гематит, гидроокислы железа и хлорит — чаще всего

имеют унаследованную от материнских пород нослоиную концентрацию, обуславливающую тонкополосчатую текстуру руд. В зависимости от их наличия и количественного соотношения выделяются следующие основные минералогические типы руд: мартитовые, железнослюдково-мартитовые, хлорито-мартитовые, гидрогематито-мартитовые, глинистые гидрогётито-гидрогематитовые и магнетитовые. Из них наиболее широким распространением пользуются мартитовые и железнослюдково-мартитовые руды, составляющие вместе по различным залежам около 70—85%. Остальные минералогические типы руд имеют подчиненное значение и в сумме обычно составляют от 15 до 30%. Магнетитовые руды были встречены единичными скважинами на Гостищевском месторождении.

Минеральный состав различных типов железных руд приводится в табл. 1.

Таблица 1

Минералогические типы руд	Магнетитовые		Мартитовые		Железно-слюдково-мартитовые		Хлорито-мартитовые		Гидрогематито-мартитовые		Глинистые гидрогётито-гидрогематитовые	
	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные

Минералы, унаследованные от материнских пород

Метаморфические . . . . .												
Железная слюдка . . . . .			п	п	+	+						
Магнетит . . . . .	+	+	о	о	о	о	о	о	о	о	п	п
Кварц . . . . .	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
Гидротермальный гематит . . . . .	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п

Минералы, образовавшиеся в результате гипергенных изменений первичных руд

Мартит . . . . .			+	+	+	+	+	+	+	+	п	п
Мушкетовит . . . . .				о		о		о		о		п
Хлорит . . . . .		п	п	п	п	п	+	+	о	о	о	о
Тонкочешуйчатый гематит . . . . .			п	п	п	п	о	о	+	+	+	+
Гидрогематит . . . . .												
Гидрогётит . . . . .			п	п	п	п	о	о	о	о	+	+
Гётит . . . . .			п	п	п	п	о	о	о	о	о	о
Каолинит . . . . .							п	п	п	п	п	п
Бёмит . . . . .							п	п	п	п	п	п
Гиббсит . . . . .							п	п	п	п	п	п

Инфильтрационные минералы

Сидерит } . . . . .	п	+	п	+	п	+	п	+	п	+	п	+
Кальцит } . . . . .												
Хлорит . . . . .	п	п	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
Магнетит . . . . .			п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
Пирит . . . . .	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
Марказит . . . . .	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п

Примечание. Рудообразующие минералы: + — главные, о — присутствуют в подчиненном количестве, п — присутствуют в очень небольшом количестве, обычно в виде примеси.

Наблюдениями в подземных выработках и карьерах установлено, что каждый из выделенных основных минералогических типов руд у

подошвы рудной зоны сменяется вполне определенным типом железистых кварцитов, за счет выветривания которого произошло образование руд (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Минералогические типы руд	
Материнские породы	Богатые железные руды
1. Магнетитовые кварциты	1. Мартитовые и магнетитовые
2. Железнослюдково-магнетитовые кварциты	2. Железнослюдково-мартитовые
3. Слаборудные силикатные магнетитовые кварциты	3. Хлорито-мартитовые и гидрогематито-мартитовые
4. Железистые алюмосиликатные сланцы	4. Глинистые гидрогематито-гидрогематитовые

Инфильтрационные минералы (III группа) по отношению к минералам первых двух групп являются цементирующими. Их количество всегда закономерно убывает от кровли к подошве рудной зоны.

Наиболее широким распространением из них пользуются карбонаты и хлорит типа шамозита. При их наличии выделяются в различной степени карбонатизированные и хлоритизированные разности руд. От количественного соотношения этих и цементируемых минералов в основном зависят агрегатное соотношение и крепость руд. В соответствии с этим в зависимости от степени цементации (главным образом карбонатизации) внутри каждого из перечисленных выше главных минералогических типов руд выделяются: 1) плотные, крепкие интенсивно карбонатизированные руды; 2) слабо сцементированные и рыхлые, обычно несколько хлоритизированные руды, с очень малым содержанием карбонатов или без них.

Наиболее крепкие разности плотных руд приурочены к верхним горизонтам рудных тел, т. е. к зоне наиболее интенсивной карбонатизации. Здесь они почти лишены открытой трещиноватости и пористости и достигают прочности до  $2000 \text{ кг/см}^2$ . В наиболее низких горизонтах, особенно на границе с рыхлыми рудами, прочность плотных руд снижается до  $150\text{—}200 \text{ кг/см}^2$ , приобретает значение открытая пористость и трещиноватость, а также фиксируется наличие каверн размером  $2\text{—}3 \text{ см}$  в поперечнике. Характерной особенностью плотных руд является то, что в них кроме минералов первых двух групп, мартита, железной слюдки, гидрогематита и хлорита, всегда присутствуют цементирующие их карбонаты (в основном сидерит), составляющие  $25\text{—}40\%$ , и нередко хлорит инфильтрационного происхождения.

Для всех плотных руд хорошо выражена тонкая полосчатость, унаследованная от железистых кварцитов. Она здесь хорошо подчеркивается прослойками (в текстурном понимании) карбонатов, отложившимися вместо выщелоченного кварца.

Рыхлые, слабо сцементированные руды всегда имеют повышенную пористость, которая может достигать  $30\%$  и более. Они сложены слабо связанными между собой зернами остаточных минералов, главным образом мартитом и железной слюдкой, к которым в гидрогематито-мартитовых рудах присоединяются остаточные гидроокислы железа, а в хлорито-мартитовых — хлорит. Карбонаты в рыхлых рудах отсутствуют или сильно подчинены остальным минералам. В них почти всегда присутствует некоторое количество (до  $10\text{—}15\%$  по объему) инфильтрационного хлорита, отложившегося в виде цемента между остаточными минералами. Однако он почти не выступает в роли одного из главных рудообразующих минералов.

В зависимости от количества карбонатов и хлорита kern этих руд

поднимается из скважин в виде рыхлой, легко растирающейся пальцами порошковой массы или в виде разрушающегося руками столбика, когда руда слабо сцементирована карбонатом и хлоритом.

Реликтовая тонкая слонстость рыхлых руд сильно затушевана и нередко совершенно исчезает. Переход между плотными и рыхлыми рудами постепенный и представлен слабо сцементированными разностями, прочность которых уменьшается в направлении рыхлых руд. Почти всегда здесь встречается чередование плотных и рыхлых разностей, обусловленное избирательной сидеритизацией различных рудных прослоев.

По физическому состоянию несколько особняком стоят глинистые гидрогематитовые руды, имеющие ограниченное распространение и обычно залегающие в виде небольших прослоев. В поднятом керне они обычно представляют собой легко разрушающуюся руками глиноподобную вязкую массу, нередко совершенно лишенную первичной сланцеватой текстуры, состоящую из гидроокислов железа и глинистых минералов. В наиболее верхних горизонтах рудного тела такие руды почти всегда бывают в различной мере карбонатизированы и приобретают свойства крепких плотных руд.

Соотношение плотных и рыхлых руд на разных месторождениях различно; на участках с малой мощностью рудных тел плотные руды обычно преобладают над рыхлыми, составляя 70—80%. При большой мощности, наоборот, рыхлые руды преобладают над плотными, достигая 60—65% (залежи Белгородского железорудного района).

Исключением являются Михайловское, Курбакинское и Ново-Ялтинское месторождения. Здесь, несмотря на малую мощность руд, преобладают рыхлые руды, составляющие по различным залежам от 65 до 90%.

В распределении плотных и рыхлых руд внутри залежей Белгородского, Старо-Оскольского и Ново-Оскольского районов наблюдается вполне определенная закономерность. Она состоит в том, что при достаточной большой мощности рудной зоны (более 40—60 м) верхние горизонты рудной зоны обычно сложены преимущественно плотными рудами, тогда как рыхлые, слабо сцементированные их разности приурочены к средней и нижней частям залежей; лишь у самой подошвы опять появляются плотные руды.

Отмеченные закономерности в отношении распределения плотных и рыхлых руд, хорошо подтверждаясь статистическим путем для залежей в целом (рис. 3, 4), не являются обязательными для каждого отдельного случая. В некоторых залежах рыхлые руды выходят сразу под осадочную толщу или залегают непосредственно на железистых кварцитах. Бывают и такие случаи, когда по всей мощности залежи происходит чередование плотных и рыхлых руд.

Мощности плотных и рыхлых руд весьма различны и в зависимости от мощности залежи колеблются от 1—2 до нескольких десятков метров, а рыхлых руд Белгородского района более сотни метров.

Установленная тесная зависимость между минеральным составом руд и первичных пород, при которой за счет определенных типов железистых кварцитов образовались вполне определенные типы богатых железных руд, позволяет на всех месторождениях КМА распространить стратификацию железистых кварцитов и на рудную зону.

Отсюда следует, что каждый из минералогических типов руд внутри залежи имеет вполне определенное пространственное положение, predetermined в основном тектонической структурой того или другого ее участка, существовавшей до процессов рудообразования.

Внутреннее строение Гостищевской залежи в тектоническом отношении представляет единое целое со строением свиты железистых кварцитов (см. 39, 40).

Залегающие среди железистых кварцитов железорудной свиты прослои алюмосиликатных сланцев сохраняются и в рудной зоне. При этом степень их оруденения в большинстве случаев не достигает кондиционных требований, предъявляемых к богатым железным рудам.

По соотношению пробуренного метража прослоев сланцев в рудной зоне составляют 3—5% объема залежей. При этом на участках, сложенных мартитовыми и железно-слюдково-мартитовыми рудами, объем сланцевых прослоев составляет 2,5—3,5%, мощность 1—5 м, реже 10—12 м.

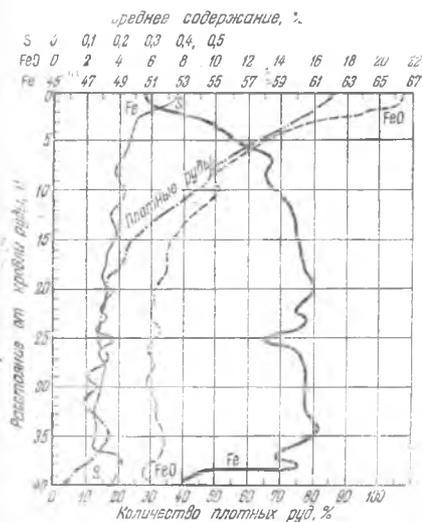


Рис. 3. Изменение количества плотных руд, содержания железа, закиси железа и серы по вертикали скважин в рудной зоне Лебединского месторождения

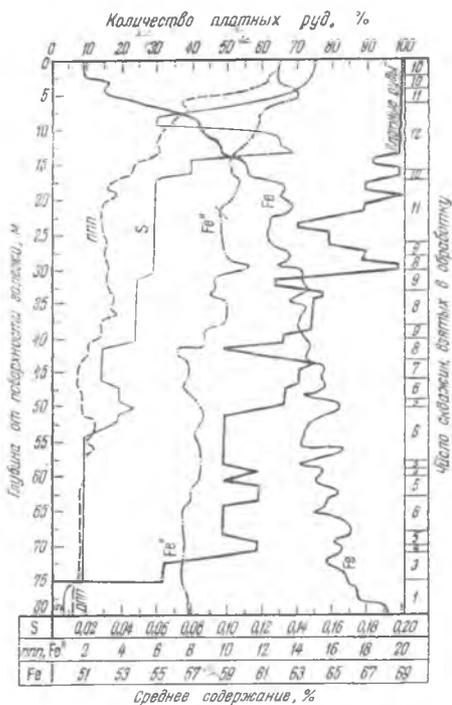


Рис. 4. Изменение количества плотных руд, содержания общего железа, закисного железа, летучих компонентов и серы по вертикали скважин в верхней части залежи Гостищевского месторождения

Среди гидрогематито-мартитовых и хлорито-мартитовых руд сланцевые прослои встречаются значительно чаще; они здесь составляют около 10—12% и достигают мощности иногда 10—15 м. Наряду с этим на некоторых месторождениях (Гостищевское, Салтыковское и др.) в рудной зоне есть пакки сланцев, мощность которых обычно 15—30 м, а в отдельных случаях 80—85 м.

### ОСАДОЧНЫЕ РУДЫ

Осадочные руды образовались в результате переноса на небольшое расстояние продуктов размыва остаточных руд. По количеству они резко подчинены последним и составляют не более 6—7%, лишь на Михайловском месторождении их объем достигает 17% от рудных залежей. Эти руды лежат непосредственно под осадочными породами в кровле остаточных руд, реже на поверхности пород, вмещающих железистые кварциты, т. е. на сланцах верхней и нижней свит. Местами их отделяют прослои осадочных пород (юры, карбона, девона), что подчеркивает их более позднее образование.

Осадочные руды иногда покрывают значительную часть залежей остаточных руд, образуя довольно крупные по площади линзовидно

пережимающиеся горизонтальные тела с неровным, иногда извилистым контуром в плане. Мощность руд этого типа 2—3 м, иногда 4—5 м, только в Белгородском районе их мощность достигает 40—50 м.

Осадочные руды значительной мощности обычно залегают в понижениях поверхности остаточных руд. При повышенных абсолютных отметках они часто отсутствуют или имеют незначительную мощность.

Осадочные руды невыдержаны как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях, нередко они содержат прослои слабрудных конгломератов и брекчий и могут фациально сменяться этими породами или выклиниваться.

По агрегатному состоянию осадочные руды представлены почти исключительно плотными, интенсивно сидеритизированными разностями. Рыхлые, слабо сцементированные разности встречаются редко и составляют не более 1—2% от их общего объема.

Плотные осадочные руды всегда имеют конгломерато-брекчиевидный облик и представляют собой весьма крепкие, с большим удельным весом скальные породы бурого цвета, состоящие из угловатых или слабо окатанных обломков остаточных руд, главным образом мартитовых и железнослюдково-мартитовых, сцементированных бурым сидерито-гидрогётито-гидрогематитовым или сидерито-хлоритовым цементом или тем и другим вместе. В руде часто встречаются обломки пустых пород, преимущественно выветрелых силикатных сланцев, а также прожилки и примазки зеленоватого шамозита. Размер этих обломков варьирует от 10—20 см до 0,1 мм и менее. В зависимости от размеров кластогенного материала осадочные руды делятся на крупнообломочные и мелкообломочные с размером обломков 1—2 мм.

Рыхлые разности осадочных руд имеют вид разнозернистого, часто гравелистого мартитового или железнослюдково-мартитового песка, слабо связанного глинисто-железистым материалом.

Отдельные зерна имеют окатанную, реже угловатую форму. Прослои рыхлых осадочных руд встречаются в нижних частях их залежей, у границы с остаточными рудами или продуктами выветривания силикатных сланцев.

Кроме переотложенных конгломерато-брекчиевых богатых железных руд осадочного генезиса на Михайловском месторождении установлено несколько линз хемогенных осадочных руд, залегающих среди девонских отложений. Размеры их невелики (не более 1 га при мощности 1 м, редко до 4—5 м).

Хемогенные руды сложены хлоритовыми и гидрогётитовыми оолитами, сцементированными глинистым материалом, часто содержащим в своем составе кальцит, сидерит и хлорит.

Практического значения эти руды не имеют.

## ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛОВ<sup>1</sup>

### Гипогенные минералы

Гипогенный гематит в богатых железных рудах, как и в железистых кварцитах, имеет следующие две генерации: 1) метаморфическая железная слюдка, образовавшаяся в результате метаморфизма гидроокислов железа первичного осадка, послужившего материалом для формирования железистых кварцитов; 2) гидротермальный крупночешуйчатый гематит — спекулярит, почти всегда присутствующий в тонких карбонатно-кварцевых прожилках, секущих железистые кварциты.

Железная слюдка, как и мартит, является главнейшим рудообра-

<sup>1</sup> Характеристика минералов в богатых железных рудах КМА написана по собственным наблюдениям автора и работам В. П. Рахманова и И. Е. Куренкиной.

зующим минералом и слагает до 60—80% объема железослюдковых и железослюдково-мартитовых руд; очень часто в подчиненном количестве она присутствует в мартитовых рудах. Имея реликтовую послойную концентрацию, железная слюдка и мартит образуют тонкие прослойки с различным соотношением этих минералов от существенно железослюдковых до существенно (или полностью) мартитовых. Первые обычно тоньше мартитовых (менее 1 см) и выделяются сильным металлическим блеском с характерным синеватым отливом.



Рис. 5. Сидерито-мартитовая руда  
Серое — реликты метаморфического магнетита; белое — мартит;  
черное — сидерит. Аншлиф. Ув. 280. Гостищевское месторожде-  
ние. Фото И. Е. Куренкиной

Железная слюдка имеет форму чешуек и пластинок, почти всегда ориентированных параллельно реликтовой тонкой слоистости железистых кварцитов. Их размеры 0,1—0,3 мм и лишь по длинной оси они иногда достигают 1—1,5 мм.

В коре выветривания железная слюдка поддается разрушению в ничтожной степени и ее количество в материнских породах почти полностью сохраняется и в рудной зоне. Здесь она имеет свой первоначальный свежий облик и лишь в единичных случаях в шлифах богатых руд, отобранных у подошвы осадочной толщи, отмечаются чешуйки, по краям замещающиеся красными гидроокислами железа (гидрогематитом).

Нередко отмечается мушкетовитизация и наличие двойниковой структуры кристаллов, указывающей на высокую степень динамометаморфизма, воздействовавшего на железистые кварциты.

Структура прослоев, обогащенных железной слюдкой, лепидобластовая, а при наличии в них мартита — грано-лепидобластовая.

Гидротермальный гематит в составе железных руд не имеет существенного значения и встречается в виде очень тонких (до 1 мм) секущих линзообразных прожилков. В. П. Рахманов (1962 г.) отмечает, что его кристаллы, как правило, имеют двойниковую, часто полисинтетическую структуру, особенно в местах, где имеет место тектоническая нарушенность железистых кварцитов или приуроченность бо-

гатых железных руд с брекчиевой структурой. Это может иметь важное значение для нахождения в метаморфической толще тектонически ослабленных участков.

Метаморфический магнетит присутствует в очень небольших количествах (входит только в состав полумартитов) и находится в виде уцелевших от окисления сильно корродированных очень мелких реликтов, часто весьма причудливой формы (рис. 5, 6). Отражательная способность магнетита 19—21%. Его цвет в отраженном свете серовато-белый с характерным светло-коричневым оттенком.



Рис. 6. Железнослюдково-мартитовый кварцит  
В центре замещение метаморфического магнетита (серое) мартитом (белое); черное — кварц. Ув. 240. Аншлиф, Гостищевское месторождение. Фото И. Е. Куренкиной

В прилегающей к осадочной толще верхней половине залежей магнетит обычно отсутствует и появляется в средней или нижней частях. Его количество постепенно увеличивается сверху вниз и у подошвы рудной зоны в отдельных случаях может достигать 15—20% от общего количества железорудных минералов.

Кварц встречается лишь в приподошвенных частях залежей в виде мутных трещиноватых, обычно сильно корродированных сидеритом или хлоритом изометрических реликтовых зерен. Его количество постепенно увеличивается сверху вниз, почти всегда невелико и у самой подошвы не превышает 5—7%. Здесь кварц иногда образует тонкие прослойки, в которых он имеет вид белого мучнистого порошка, лишенного блеска, т. е. относится к маршалиту.

В верхних горизонтах залежей кварц иногда присутствует в осадочных рудах в виде мелких обломочных зерен, попавших в руду в процессе перелоса рудного материала.

#### **Минералы, образовавшиеся в результате гипергенных изменений минералов материнских пород**

Гипергенный гематит представлен двумя модификациями. Одна из них — мартит, образовавшийся в результате окисления магнетита железистых кварцитов, и другая — весьма тонкоchешуйчатая разновид-

ность безводной окиси железа (железная сметана), выделившаяся в результате разложения силикатов.

Мартит является главнейшим рудообразующим минералом, присутствующим во всех разностях остаточных и осадочных богатых железных руд. Им почти полностью сложены мартитовые и до 40—60% объема остальные богатые руды бассейна.

Он образует тонкие (от 1—2 мм до 2—3 см) прослойки и в подчиненном количестве присутствует в существенно железослюдковых, гидрогематитовых и гидрогётитовых прослойках руд.

Окисление магнетита в коре выветривания железистых кварцитов происходило с полным сохранением его форм. Поэтому мартит также находится в виде изометрических зерен обычно октаэдрического облика, от 0,02 до 0,1 мм в поперечнике. Чаще всего они сростаются или в относительно мелкие (до 0,5—1,0 мм) полиэдрические агрегаты, ориентированные в направлении полосчатости, или в сплошные рудные полосы шириной от 0,1 до 1—2 см. В отраженном свете цвет мартита белый, отражательная способность 24,8%.

В верхних горизонтах рудных залежей, мартит, разрушаясь, замещается гидрогематитом, который в свою очередь замещается карбонатами (сидеритом, реже кальцитом), железистым хлоритом типа шамозита и пиритом более позднего происхождения, связанных с инфильтрационными процессами. Часто здесь у самой кровли руды наблюдается почти полное замещение мартита этими минералами с образованием типичных скелетных структур.

Интенсивность мартитизации затухает сверху вниз. В нижних частях рудных тел этот процесс чаще всего остается незаконченным, нередко имеются зерна и агрегаты полумартитов. В них мартит находится по периферии и окаймляет реликты метаморфического магнетита (см. рис. 5, 6). Такое строение полумартитов подчеркивает нормальный процесс окисления от периферии к центру.

Тонкочешуйчатый гематит (железная «сметана») и гидрогематит являются основной частью красноцветных железистых продуктов выветривания мартита, остаточного хлорита и других силикатов (главным образом амфиболов гуммингтонито-грюнеритового ряда и железистых слюд), входящих в состав железистых кварцитов.

Красноцветные продукты разложения силикатов образуют рыхлые землястые скопления красного или буровато-красного цвета. В небольшом количестве (3—5%) они встречаются во всех минералогических типах руд и лишь в гидрогематито-мартитовых и гидрогётито-гидрогематитовых рудах имеют значение главного рудообразующего минерала. Они образуют сплошные сланцеватые массы, слагающие самостоятельные тонкие прослойки, заполняют промежутки между зернами и агрегатами рудных минералов, тогда как в других типах руд встречаются преимущественно в виде псевдоморфоз, имеющих форму иголок амфибола и чешуек биотита. Почти всегда, особенно в нижних частях рудных залежей, среди красноцветных окислов сохраняется остаточный хлорит, находящийся с ними в очень тесном прорастании.

До последнего времени, исходя из чисто внешних признаков и условий встречаемости с другими минералами, красные железистые продукты разложения силикатов всеми геологами бассейна КМА полностью относились к гидрогематиту. Выполненное В. П. Рахмановым (1962 г.) изучение их химического состава на Михайловском месторождении (табл. 3) показало, что это не всегда соответствует действительности. Им здесь были установлены такие же красные продукты разложения силикатов, сложенные порошковатым тонкочешуйчатым гематитом, в подчиненном количестве к которому находится гидрогематит, представленный чаще всего одиночными неправильными по форме зернами, чешуйками и пластинками. Этим же автором отмечается, что

Таблица 3

Компоненты	Содержание, вес. %	
	Скв. 1138, глубина 111,0—119,25 м	Скв. 805, глубина 81,50—95,26 м
SiO <sub>2</sub>	2,80	2,70
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,76	3,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	90,30	90,45
FeO	0,77	0,60
MnO	Следы	Следы
CaO	0,18	0,11
MgO	0,10	0,08
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,22	0,20
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,94	1,60
Сумма . . .	99,12	99,26

даже микроскопически не всегда удается отличить гематит от мало-водного гидрогематита, вследствие их близких оптических свойств.

Весьма большое сходство гематита, возникшего при разложении железистых силикатов, с гидрогематитом явилось причиной того, что в Криворожском районе красковые руды, образовавшиеся при выветривании хлоритовых сланцев, аналогично КМА длительный период называли гидрогематитовыми. Лишь после изучения химического состава (Гершойг, 1951) было доказано, что они состоят из тонкочешуйчатого гематита, в котором находится ничтожное количество гидрогематита.

Продукты разложения мартита имеют распространение в наиболее верхних горизонтах рудных залежей. Особенно интенсивное его разрушение имело место у самой их поверхности, непосредственно у осадочной толще. Здесь нередко можно видеть, что мартит сохраняется лишь в виде тонкой каемочки по периферии зерен, тогда как их центральная часть замещена красными порошковатыми продуктами его разрушения. Книзу их количество быстро уменьшается, вблизи кровли они исчезают.

Продукты разрушения мартита по внешним признакам ничем не отличаются от красных продуктов разрушения железистых силикатов и геологами КМА описываются как гидрогематит. Отсутствие химических анализов не позволяет это определение считать окончательным, и не исключено, что в составе продуктов разрушения мартита, как и в составе продуктов выветривания железистых силикатов, большую роль играет тонкочешуйчатый гематит типа железной «сметаны».

Бурые гидроокислы железа (гидрогётит и гётит) в богатых железных рудах образовались главным образом при разложении щелочных амфиболов, эгирина, железистых слюд и в меньшем количестве при окислении и гидратации сидерита, сульфидов и иногда хлорита, распространенных в железистых кварцитах бассейна. Оба минерала имеют значительно меньшее распространение, чем одинакового с ними происхождения железная «сметана» и гидрогематит. В значительном количестве они присутствуют лишь в гидрогётито-гидрогематитовых и гидрогематито-мартитовых рудах, где совместно с красноцветными продуктами выветривания слагают тонкие прослойки или заполняют промежутки между зёрнами и скоплениями мартита.

Гидрогётит чаще всего имеет рыхлое сложение и образует охряно-желтые или желтовато-бурые сплошные землистые массы или хлопьевидные скопления в тесном проращении с сидеритом и хлоритом; нередко псевдоморфозы по амфиболом и пириту.

Плотный гидрогётит встречается в меньшем количестве. Под микроскопом он имеет светло-серый цвет, изотропен, дает внутренние рефлексы от желтого до бурого цвета. Твердость непостоянная и изменяется от 1 до 4, что, возможно, связано с непостоянным количеством адсорбированной воды и степенью кристаллизации. Плотный гидрогематит образует петельчатые и ячеистые агрегаты, нередко — коллоидное строение.

Гётит встречается реже гидрогётита. Он образует охряно-желтые радиально-лучистые агрегаты, плотного сложения, под микроскопом имеет серый цвет, отражательную способность 19—20% и плеохроизм в пределах оранжево-желтого цвета.



Рис. 7. Сидерито-мартитовая руда (мушкетовитизация мартита)

Белое — мартит; серое — магнетит (мушкетовит); черное — сидерит. Ув. 250. Аншлиф. Гостищевское месторождение. Фото И. Е. Куренкиной

Мушкетовит имеет значительное распространение в рудах КМА и был установлен в Старо-Оскольском, Курско-Орловском и Белгородском железорудных районах. Он развивается по пластинкам и чешуйкам железной слюдки, а также замещает зерна мартита, образуя характерные формы замещения (рис. 7). Степень мушкетовитизации различна от слабо регенерированных чешуек и зерен до полного их замещения магнетитом.

На зернах мартита часто бывает хорошо видно, что его восстановление шло от периферии к центру; здесь мы имеем периферическую кайму магнетита, внутри которой сохранился еще не замещившийся гематит, т. е. как раз обратное расположение, чем при окислении метаморфического магнетита.

Обе разновидности мушкетовита (по железной слюдке и мартиту) были зафиксированы в богатых сидеритом плотных рудостях; в лишенных карбонатизации рыхлых рудах явление мушкетовитизации не установлено. Такая связь мушкетовита и сидерита говорит о возможной их сингенетичности и допускает предположение, что резко восстановительная обстановка, существовавшая на поверхности рудных

залежей во время сидеритизации, и явилась причиной восстановления железной слюдки и мартита в магнетит.

Как метаморфический магнетит, так и мушкетовит в богатых железных рудах, как правило, по количеству резко подчинены мартиту. Наряду с этим на Хохлово-Дальнеигуменском участке Гостищевского месторождения некоторыми скважинами было пересечено несколько метров плотных сидерито-магнетитовых руд, в которых рудные минералы представлены почти исключительно магнетитом и сидеритом. Магнетит здесь не имеет следов мартитизации или затронут ею в очень небольшой степени. Формы его нахождения точно такие же, как и у мартита. Это эвгедральные зерна около 0,1 мм в поперечнике и их полиэдрические сростки сцементированы инфильтрационным сидеритом.

Генетическая природа магнетита сидерито-магнетитовых руд окончательно не установлена. Можно предполагать, что он является мушкетовитом по мартиту, возникшим в условиях восстановительной обстановки во время сидеритизации. Наряду с этим вполне возможно, что это первичный метаморфогенный магнетит железистых кварцитов, оставшийся на месте после выщелачивания кварца и неподвергавшийся окислению, будучи предохранен сцементировавшим его сидеритом. Последнее предположение является более вероятным по той причине, что присутствующая в сидерито-магнетитовых рудах железная слюдка не носит следов мушкетовитизации.

Остаточный хлорит относится к группе железистых, типа шамозита. Он является продуктом выветривания силикатов, входящих в состав железистых кварцитов, и пользуется распространением главным образом в хлорито-мартитовых рудах в приподошвенной части рудных залежей, где его содержание достигает 25—30%; в более высоких горизонтах рудной зоны, разлагаясь, он заменяется гидрогематитом и гидрогётитом в смеси с гидроокислами алюминия.

Находится остаточный хлорит в виде чешуйчато-пластинчатых и спутанно-волоконистых сланцеватых агрегатов или полностью слагает прослойки в руде (мощностью до нескольких сантиметров) или заполняет промежутки между рудными минералами, являясь как бы цементом между ними. Иногда среди агрегатов хлорита сохраняются реликты первичных минералов, по форме напоминающие иголки амфиболов и чешуйки биотита. Цвет хлорита оливково-зеленый и травяно-зеленый с плеохроизмом от ярко-зеленого до зеленовато-желтого; при разложении приобретает красновато-бурую и желтовато-бурую окраску, обусловленную выделившимися гидроокислами железа.

Каолинит, бёмит и гиббсит являются продуктами разложения алюмосиликатов и фиксируются среди прослоев, сложенных остаточными гидроокислами железа.

Каолинит обычно преобладает над бёмитом и встречается в виде землистых сплошных масс неправильной формы и изометричных стяжений. Бёмит развивается по каолиниту, имеет чичевицеобразную форму зерен. Гиббсит встречается редко в виде мелкокристаллических агрегатов белого цвета; иногда образует более крупные кристаллы с характерной полисинтетической двойниковой штриховкой, напоминающей штриховку плагиоклазов.

### Инфильтрационные минералы

Сидерит является одним из наиболее распространенных эпигенетических главных рудообразующих минералов. Он почти постоянно присутствует в плотных разностях руд, где составляет до 40—50% объема. В рыхлых рудах его чаще всего нет или содержится очень мало.

Как правило, сидерит цементирует зерна мартита, железной слюдки, а также скоплений остаточных — хлорита и гидроокислов железа. Сидерит почти полностью занимает промежутки между этими минералами, ранее заполненные кварцем и силикатами в железистых кварцитах.

В цементе сидерит образует различные по размерам и форме зерна и агрегаты — от микрокристаллических бесформенных скоплений до хорошо образованных крупных идиоморфных кристаллов с хорошо выраженной ромбовидной формой в разрезе шлифа.

Нередко сидеритовый цемент или отдельные его зерна переполнены включениями тонкодисперсных окислов железа, создающих красноватую и буроватую окраску. Чередование такого окрашенного и светлого сидерита иногда имеет зонально-концентрическое расположение, что может быть связано с пульсационным осаждением этого минерала при различном содержании железа в растворе.

В сильно подчиненном количестве в рудах присутствует чистый от включений светлый сидерит, заполняющий трещины в сидерито-мартитовых рудах, очевидно, отложившийся в наиболее поздние этапы сидеритизации.

Почти всегда можно наблюдать замещение сидеритом других, более ранних минералов, имеющих остаточное происхождение — мартита, хлорита, кварца и гидроокислов железа. Наиболее часто замещается кварц, реликтовые зерна которого сохраняются лишь вблизи контакта с железистыми кварцитами. Замещение мартита имеет место только в наиболее верхних горизонтах рудных залежей. Здесь вблизи границы с осадочной толщей пользуются значительным распространением руды, в которых мартит почти полностью (нередко полностью) замещен сидеритом и положение его зерен узнается лишь по контурам вкрапленности тонкодисперсных гидроокислов железа. Книзу степень замещения мартита сидеритом быстро затухает.

Кроме остаточного хлорита отмечается замещение сидеритом хлорита инфильтрационного происхождения, когда он наряду с карбонатами входит в состав цемента плотных руд внизу зоны интенсивной карбонатизации. Здесь также встречаются обратные случаи, когда сидерит корродируется инфильтрационным хлоритом. Такое взаимоотношение этих минералов говорит о том, что хлоритизация и сидеритизация рудной зоны в отдельные моменты, по-видимому, повторялись, сменяя друг друга.

Кальцит в железных рудах распространен на всех месторождениях бассейна. Как и сидерит, он имеет инфильтрационное происхождение, образует мелкозернистые агрегаты, цементирующие остаточные минералы (мартит, железная слюдка, кварц, хлорит, гидрогематит), и заполняет трещины, в которых имеет кристаллическое сложение. В смешанном сидерито-кальцитовом цементе сидерит обычно располагается между кальцитом и мартитом, образуя рубашки вокруг зерен последнего.

На большинстве железорудных месторождений кальцит по количеству подчинен сидериту, лишь на Михайловском и Ново-Оскольском имеют место обратные соотношения.

В Старо-Оскольском и Белгородском районах в верхних горизонтах рудных залежей кальцит встречается значительно реже, чем вблизи подошвы, где он играет существенную роль в минеральном составе руды.

Хлорит, связанный с инфильтрационными процессами, пользуется более широким распространением, чем остаточный. На месторождениях Белгородского, Старо-Оскольского и Ново-Оскольского районов он является одним из существенных минералов рудной зоны и в различных количествах присутствует по всей ее мощности, во всех минералогиче-

ских типах руд или в качестве цемента между рудными минералами, или заполняет многочисленные трещины.

В интенсивно карбонатизированных плотных рудах инфильтрационный хлорит встречается в значительных количествах лишь внизу их верхней зоны, на границе с рыхлыми рудами, где он иногда достигает 10—20% (по объему) и образует смешанный хлорито-сидеритовый цемент. В рыхлых, слабо сцементированных рудах инфильтрационный хлорит присутствует чаще, в больших количествах (25—30%) и иногда является единственным минералом цемента.

На Михайловском месторождении инфильтрационный хлорит отмечается в самых верхних горизонтах рудной зоны, где он вместе с карбонатами входит в состав цемента плотных руд.

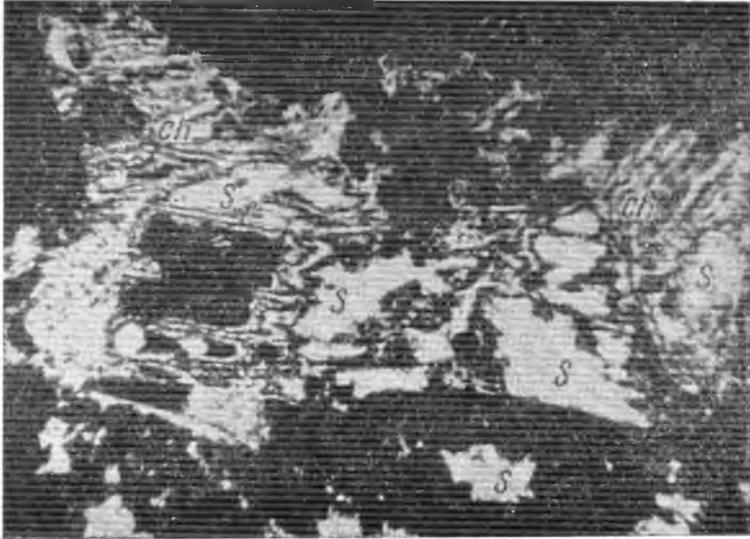


Рис. 8. Замещение сидерита (S) хлоритом (ch). Ув. 240, без анализатора. Гостищевское месторождение. Фото И. Е. Куренкиной

В подавляющем большинстве инфильтрационный хлорит представляет собой рыхлый порошковатый минерал с окраской от ярко-до бледно-зеленой. И. Е. Куренкина (1960 г.) на Гостищевском месторождении характеризует его следующим образом: под микроскопом инфильтрационный хлорит представляет собой сплошную стеклообразную слабо анизотропную, иногда изотропную массу зеленого цвета. При большом увеличении заметны изометрические чешуйки без следов спайности. Показатель преломления его варьирует от 1,658 до 1,621. Это связано с его способностью гидротироваться и переходить в гидрочлорит. Последнее особенно характерно для верхних горизонтов рудных залежей и брекчированных зон. Хлорит разъедает и замещает кварц. Это явление в массовом масштабе наблюдается в приподошвенной части рудной зоны и особенно в головах железистых кварцитов. В одной из скважин наблюдалось замещение хлоритом карбонатов (рис. 8). Наблюдения над взаимоотношениями с другими минералами приводят к заключению, что процесс хлоритизации отличался длительностью, в то время как образование карбонатов было ограничено во времени.

Кроме криптокристаллического иногда встречается хлорит с относительно крупночешуйчатым строением. Он выполняет зальбанды прожилков, окружает каймой рудные минералы, иногда встречается в виде агрегатов, образованных параллельно ориентированными лейста-

ми с четкой спайностью. Цвет этого хлорита травяно-зеленый, плеохроизм по *Ng* травяно-зеленый, по *Np* светло-желтый, удлинение положительное, угол  $2V$  небольшой, показатель преломления 1,653, минерал может быть отнесен к шамозиту. По времени выделения он относится к более раннему по сравнению с хлоритом криптокристаллического сложения.

Инфильтрационный (гипергенный) магнетит является третьей формой магнетита, очевидно, разновозрастной с мушкетовитом. Он был зафиксирован в наиболее верхних горизонтах рудных залежей Гостищевского месторождения среди интенсивно сидеритизированных плотных руд. Он заполняет мелкие трещины и поры, цементирует отдельные



Рис. 9. Гипергенный магнетит (серое) среди сидерита (черное) и мартита (белое). Ув. 240. Аншлиф. Гостищевское месторождение. Фото И. Е. Куренкиной

мартитовые зерна и их агрегаты, а также встречается в виде идиоморфных кристаллов с хорошей огранкой, выделившихся по стенкам пустот и среди цементирующего сидерита (рис. 9).

Размер отдельных зерен чаще всего не более десятых долей миллиметра, иногда достигает 3—4 мм; они образуют агрегаты полиэдрической формы. Иногда есть тонкие трещины и очень мелкие включения; в краевых частях И. Е. Куренкиной (1960 г.) отмечаются следы мартитизации.

Под микроскопом магнетит имеет серовато-белый цвет с характерным светло-коричневым оттенком, отражательную способность 20,5—21%.

Гипергенный магнетит всегда сопровождается сидеритом, находится в тесной с ним ассоциации. Он не был встречен среди рыхлых разностей руд, почти совершенно лишенных карбонатов. Возрастное соотношение этих двух минералов не совсем ясно. По описанию И. Е. Куренкиной (1960 г.), в одних случаях агрегаты магнетита пересекаются тонкими ветвящимися прожилками сидерита, а в других — содержат включения, состоящие из зерен мартита, сцементированных этим карбонатом (рис. 10). Это говорит о том, что осаждение магне-

тата происходило в последние стадии процесса сидеритизации руд, до его завершения.

Сульфиды железа — пирит и марказит — на месторождениях КМА имеют инфильтрационное происхождение и распространены как в рудной зоне, так и в кроющих породах осадочной толщи, среди отложений юры, карбона и девона. В рудных залежах они наибольшим распространением пользуются вблизи кровли, где образуют зерна, их сростки и сплошные массы, цементирующие зерна мартита и железной слюдки.



Рис. 10. Пржилки сидерита (черное) в гипергенном магнетите (серое), в центре включено зерно магнетита, окруженное сидеритом. Ув. 240. Аншлиф. Гостищевское месторождение. Фото И. Е. Куренкиной

Книзу зараженность сульфидами быстро уменьшается. По общему количеству они обычно не выходят за пределы примеси. Степень их кристаллизации различная — от криптокристаллических потеков и дендритовидных скоплений до хорошо образованных кристаллов и их щеток, покрывающих стенки пустот. Марказит иногда образует довольно крупные стяжения сферической формы.

В остаточных рудах сульфиды железа являются наиболее поздними минералами, нередко в шлифах можно наблюдать участки мартита и сидерита, окруженные сульфидами.

## БОГАТЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ ГИПОГЕННОГО ГЕНЕЗИСА

Среди богатых железных руд гипогенного генезиса выделяются гидротермальные и осадочно-метаморфические руды.

Гидротермальные руды были встречены всего лишь единичными скважинами на Михайловском месторождении и на площади Тимского магнитного минимума, а также вскрыты подземными горными выработками Губкинского рудника.

На Михайловском месторождении эти руды установлены за пределами зоны окисления в форме крутопадающих ( $75-85^\circ$ ) тел, среди железнослюдково-магнетитовых кварцитов, имеющих с ними согласное залегание. Максимальная установленная мощность этих залежей до 18 м. Руды имеют плотное сложение и состоят из чередующихся меж-

ду собой тонких (0,1—1,0 мм) прослоек магнетита и железной слюдки и небольшого количества кварца. Рудные прослои имеют разрывы, заполненные биотитом, кальцитом и иногда гематитом. Переход между рудами и вмещающими их железистыми кварцитами постепенный.

В отдельных интервалах руды брекчированы, что по-видимому, связано с наличием тектонического разрыва. Брекчированные руды сложены угловатыми обломками, сцементированными агрегатом кальцита, биотита и гематита. Гидротермальные руды иногда содержат примесь апатита, пирита, доломита и щелочной амфибол. Нередко они пересекаются миллиметровыми прожилками кальцита и гематита.

Встреченные в области Тимского магнитного минимума руды, как и на Михайловском месторождении, залегают в виде крутопадающей залежи мощностью до 10 м, имеющей согласное падение с вмещающими ее мартитизированными кварцитами. Эти руды совершенно не похожи ни на один из типов остаточных руд и весьма напоминают железнослюдково-магнетитовые руды Михайловского месторождения с той лишь разницей, что здесь место магнетита занимает мартит, а вместо силикатов и пирита присутствуют продукты их разложения — красные и бурые гидроокислы железа. Как и у михайловских залежей, присущая рудам тонкая слоистость местами сильно нарушается брекчиацией, при которой отдельные обломки руды сцементированы тонкозернистым агрегатом мартита и железной слюдки.

На Коробковском месторождении гидротермальные руды были встречены несколькими подземными горными выработками на контакте порфиритовых даек и вмещающих их магнетитовых кварцитов. Здесь они залегают в виде крутопадающих тел мощностью от 0,1 до 0,5, редко до 2,5 м, прослеживающихся по простиранию на несколько десятков метров. Руды имеют тонкую слоистость и сложены в основном магнетитом и железной слюдкой с зернами кварца, карбонатов, слюды и щелочных амфиболов. Контакт рудных тел с порфиритами резкий, а с магнетитовыми кварцитами выражен постепенным переходом на промежутке до 0,8 м. Весьма большое сходство по текстуре, условиям залегания и минеральному составу тимских, коробковских и михайловских руд убедительно говорит, что их образование происходило в одинаковых условиях, с той лишь разницей, что встреченные у г. Тима руды впоследствии были полностью мартитизированы.

Химический состав гидротермальных руд (в %) приведен в табл. 4.

Таблица 4

Месторождения	Железо	Кремнезем	Глинозем	Сера	Фосфор
Михайловское месторождение . . . . .	45—58	8,0—30,0	1,1—6,1	0,01—0,1	0,01—0,096
Тимский магнитный минимум . . . . .	50—55	20—25	—	—	—
Коробковское месторождение . . . . .	52—65	3,0—6,4	0,2—1,2	0,15—0,23	0,09

Осадочно-метаморфические руды были установлены на юге Лебединского месторождения, где они залегают в виде линзовидной пластообразной залежи в основании железорудной свиты. Мощность залежи обычно менее 3 м и лишь в местах тектонических осложнений достигает 15 м. Протяжение залежи около 400—500 м, погружение на глубину более 300 м. Основными минералами, слагающими руду, являются сидерит и магнетит, в качестве второстепенных присутствуют силикаты, сульфиды железа и графит. Нередко обнаруживается тонкополосчатая текстура.

Осадочно-метаморфические руды Лебединского месторождения содержат: железа 38—40%, кремнезема 5,7—7,9%, глинозема 1,3—3,9%, серы 0,6—3,47% и фосфора 0,048—0,132%.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

### БОГАТЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ

В этом разделе приводятся лишь данные о химическом составе остаточных и осадочных руд. Химическая характеристика руд гидротермального и осадочно-метаморфического генезиса не приводится, так как крупных залежей их нет. По данным химических анализов, кроме железа в рудах содержатся: кремнезем, глинозем, летучие, сера, фосфор, титан, кальций, магний, щелочные металлы. Спектральным анализом установлено присутствие никеля, ванадия, хрома, молибдена, циркония, меди, свинца, серебра, цинка, олова, галлия, бериллия и германия.

Железо в богатых железных рудах по различным месторождениям в среднем составляет от 50 до 62,3% и представлено закисной (4—20%) и окисной (35,0—50,9%) формами. Судя по соотношению общего и растворимого железа, почти все оно связано с рудными минералами и обычно не более 0,5% входит в состав присутствующих силикатов. Окисное железо в основном связано с мартитом и железной слюдкой. Меньшее его количество приходится на остаточный магнетит, присутствующий в неполностью окислившимся зернах полумартитов, и гидроокислы железа. Весьма небольшое количество его идет на образование железистых хлоритов, инфильтрационного магнетита и мушкетовита.

Основное количество закисного железа связано с сидеритом, значительно меньше приходится на остаточный магнетит и немного на хлориты, мушкетовит и пирит.

Различные типы руд и выделяющиеся внутри каждого из них разновидности, отличающиеся между собой по агрегатному состоянию (плотные, рыхлые), характеризуются различным содержанием железа. Наиболее высокие его содержания имеют мартитовые и железнослюдково-мартитовые руды (среднее по различным залежам 59—64,5%), значительно ниже они в гидрогематито-мартитовых, хлорито-мартитовых и гидрогематито-мартитовых рудах (53—57%). Такое же пониженное содержание железа имеют осадочные руды (49—57%). При этом содержание железа в плотных рудах всегда на 3—7% ниже, чем у рыхлых. Вошедшие в подсчет запасов мелкие прослои пустых пород (сланцы, железистые кварциты) имеют среднее содержание железа 38—43%.

Такие изменения в содержании железа вытекают из минерального состава каждого типа руд. Так, пониженное содержание железа в гидрогематито-мартитовых, хлорито-мартитовых и гидрогематито-мартитовых рудах по сравнению с мартитовыми и железнослюдково-мартитовыми обусловлено содержанием гидрогематита и хлорита, имеющих относительно низкое содержание Fe, а также присутствием всегда сопутствующих им глинистых минералов.

Уменьшение содержания железа в плотных интенсивно сидеритизированных рудах по сравнению с рыхлыми обусловлено тем, что первые всегда содержат большое количество (до 50%) цементирующих карбонатов, главным образом сидерита, имеющего относительно низкое содержание железа (48,3%), тогда как рыхлые в основном сложены почти чистыми окислами с более высоким содержанием этого элемента.

Большое содержание сидерита также является причиной понижен-

ного содержания железа в осадочных рудах, почти всегда представленных исключительно карбонатизированными крепкими плотными рудами. В осадочных рудах снижение содержания железа вызывается и постоянным присутствием глинистых минералов, а также инфильтрационного хлорита. Кроме того, здесь, как и в гидрогематитомартитовых рудах, рудные минералы в значительном количестве представлены гидроокислами железа.

Соотношение окисного и закисного железа в различных рудах, как и содержание общего железа, находится в самой тесной зависимости от минерального состава. Богатые сидеритом плотные руды всех типов имеют содержание закисного железа всегда более высокое (среднее по различным месторождениям 15—25%), чем у рыхлых руд (6—8%), и, наоборот, более низкое содержание окисного. Высоким содержанием сидерита объясняется также и повышенное содержание закисного железа в осадочных рудах. Несколько повышенное содержание этого компонента в рыхлых гидрогематитомартитовых, хлорито-мартитовых и гидрогематитовых рудах (11—13%) является следствием большого содержания в них хлорита.

Между общим железом и нерудными компонентами (кремнеземом и летучими, а также закисным железом) существует обратная зависимость (рис. 11).

В соответствии со сказанным о распределении плотных и рыхлых руд внутри залежей и зависимости содержания железа от их минерального состава, на каждом месторождении прослеживается увеличение содержания общего железа и окисного железа сверху вниз при таком же постепенном уменьшении закисного железа (см. рис. 3, 4). Особенно это хорошо выражено на первых 10—20 м от кровли, где сидеритизация руд происходила наиболее интенсивно. Такое поведение окисного и закисного железа отчетливо указывает на то, что образование сидерита связано с инфильтрацией поверхностных растворов.

Уменьшение общего железа имеет место также у подошвы залежей. Это частично связано с появлением здесь сидеритизированных плотных руд и главным образом с тем, что здесь появляется остаточный кварц.

Среднее содержание общего железа всегда ниже на участках малой мощности руд, где резкое преобладание имеют плотные сидеритизированные руды, по сравнению с участками залежей большой мощности, где преобладающее значение имеют почти лишенные карбонатизации рыхлые руды. Это же является причиной того, что мощные залежи руд Белгородского района имеют более высокое содержание железа (среднее 61,5—62,3%), чем залежи других районов КМА (50—57%), со средней мощностью руд порядка 15—20 м. Закисное железо имеет как раз обратное распределение.

Шлакообразующие — кремнезем и глинозем — в богатых рудах в

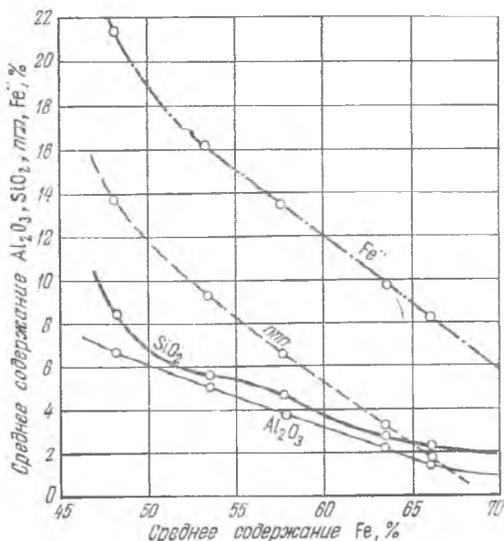


Рис. 11. Зависимость между содержанием химических компонентов в рудах Гостинского месторождения

среднем по различным залежам составляют соответственно 3—7% и 2,5—6%. Связаны они главным образом с присутствием остаточного и инфильтрационного железистых хлоритов и глинистых минералов. Кроме того, у подошвы залежей кремнезем присутствует за счет остаточного кварца железистых кварцитов и сланцев. Небольшая часть глинозема в гидрогематитовых и гидрогематито-мартитовых рудах может присутствовать в виде гидроокислов алюминия, бёмита и гиббсита. Среднее содержание глинозема и кремнезема в гидрогематито-мартитовых, хлорито-мартитовых и гидрогематитовых рудах всегда на 2—3% выше, чем у мартитовых и железнослюдково-мартитовых. В отношении глинозема это вызывается тем, что в рудах в значительном количестве присутствует хлорит и некоторое количество глинистых и бокситовых минералов. Повышенное содержание кремнезема частично является следствием той же причины, а частично обусловлено наличием оставшегося не выщелоченным кварца, что особенно имеет место в продуктах выветривания сланцевых прослоев.

В связи с тем, что в основном кремнезем и глинозем связаны между собой в одних и тех же нерудных минералах, между ними существует прямая зависимость и оба они находятся в обратной зависимости со средним содержанием железа (см. рис. 11).

Легучие компоненты в рудах различных месторождений составляют в среднем от 4 до 13% и представлены окисью углерода, входящей в состав карбонатов, и кристаллизационной водой гидроокислов железа, хлорита, глинистых минералов и гидроокислов алюминия. В незначительном количестве в летучие входит также сульфидная сера в пирите.

Среднее соотношение  $\text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O}$  для различных руд колеблется от 0,75 до 4. Для плотных и осадочных руд, всегда обогащенных сидеритом и хлоритом, содержание летучих на 2,5—4% выше, чем у рыхлых, где эти минералы присутствуют в значительно меньших количествах. При этом содержание летучих у гидрогематито-мартитовых, хлорито-мартитовых и гидрогематитовых руд всегда на 4—7% выше, чем у мартитовых и железнослюдково-мартитовых. Это объясняется тем, что в первой группе всегда в значительных количествах присутствуют содержащие  $\text{H}_2\text{O}$  остаточные гидроокислы железа и алюминия, хлорит и глинистые минералы, тогда как во второй — они обычно почти отсутствуют.

Состав летучих компонентов в разных рудах различен. Если в плотных мартитовых и железнослюдково-мартитовых и осадочных рудах вода по количеству сильно подчинена  $\text{CO}_2$ , то в гидрогематито-мартитовых, хлорито-мартитовых и гидрогематитовых рудах ее значение возрастает и может достигать тех же количеств, что и  $\text{CO}_2$ .

В рыхлых мартитовых и железнослюдково-мартитовых рудах, а также в плотных гидрогематито-мартитовых, хлорито-мартитовых и гидрогематитовых рудах в зависимости от степени их карбонатизации соотношение  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$  колеблется в самых широких пределах.

Для изменения содержания летучих в вертикальном направлении характерно, что по большинству скважин происходит постепенное уменьшение этого компонента сверху вниз. Как и у железа, это наиболее отчетливо выражено на первых метрах от поверхности залежей, т. е. в зоне наиболее интенсивной циркуляции инфильтрационных растворов (см. рис. 3, 4). Это хорошо объясняется сказанным выше в отношении распределения рыхлых и плотных карбонатизированных разновидностей руд.

Содержание летучих с содержанием общего железа имеет обратную зависимость, а с закисным железом, кремнеземом и глиноземом — прямую зависимость (см. рис. 11), что вполне увязывается с химическим составом содержащих этот компонент минералов.

Вредные примеси представлены серой и фосфором. Сера в рудах месторождений Белгородского района присутствует в ничтожных количествах и в среднем по различным месторождениям составляет 0,08—0,16%. Лишь в наиболее верхних горизонтах остаточных руд и в осадочных рудах, прилегающих к осадочной толще, ее количество может достигать 0,2—0,3%. Более высокие содержания серы (среднее 0,2—0,43%) установлены в рудах других районов. В верхних горизонтах залежей ее содержание достигает 1% и более, уменьшаясь к подошве до сотых долей.

Сера входит в состав пирита и марказита, а незначительная ее часть — в другие сульфиды. Аналогично закисному железу и летучим содержание серы во всех плотных рудах, в том числе и в осадочных, в среднем всегда выше, чем в рыхлых. Содержание серы в вертикальном направлении постепенно уменьшается сверху вниз (см. рис. 3, 4). Наиболее отчетливо это выражено в горизонтах, непосредственно прилегающих к кровле. Отмеченные закономерности являются следствием того, что сульфиды в рудах имеют инфильтрационное происхождение и находятся в тесной ассоциации с сидеритом.

Фосфор в богатых железных рудах присутствует в ничтожных количествах (в среднем 0,02—0,03%). Его наличие, по-видимому, обусловлено присутствием апатита, оставшегося от материнских пород.

В осадочных рудах, где содержание этого компонента по сравнению с остаточными бывает незначительно повышено, часть фосфора, возможно, привнесена органическими остатками в процессе переноса и отложения рудного материала.

Титан в богатых рудах унаследован от материнских пород, где он входит в состав ильменита и рутила, обычно присутствующих в виде ничтожной примеси, а также в очень небольшом количестве в составе магнетита. Содержание двуокиси титана почти на всех месторождениях находится от 0,05 до 0,5%. Исключением является Чернянское месторождение, где содержание этого компонента может достигать 5—6% при среднем значении у различных промышленных типов руд от 0,6 до 4,02%. Повышенное содержание титана здесь связано с наличием в железистых кварцитах даек карбонатно-биотитовых пород с содержанием значительных количеств ильменита и рутила.

Содержания в рудах КМА окислов кальция, магния, марганца и щелочей, по данным полных анализов, следующие (табл. 5).

Присутствующие в рудах щелочи, вероятно, связаны с сохранившимися первичными силикатами (серицит). Щелочные земли (кальций, магний и марганец) находятся в форме карбонатов. Они имеют инфильтрационное происхождение, что вполне увязывается с повышением их содержания в плотных разностях руд.

По химическому составу основная масса гипергенных богатых железных руд всех месторождений КМА после окучкования рыхлых разностей и дробления плотных пригодна для доменной плавки без обогащения; значительная их часть может быть использована в мартеновском процессе. Согласно последним исследованиям НИИКМА, рыхлые руды по содержанию микроэлементов могут служить исходным сырьем для получения трансформаторной стали.

Наиболее высокое качество имеют руды Белгородского района со средним содержанием по различным месторождениям железа 60—62%

Таблица 5

Компоненты	Содержание, %	
	от	до
CaO	0,08	5,0
MgO	0,03	3,0
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	0,02	0,74
MnO	0,04	1,0

и серы 0,12—0,14% против соответственно 50—57 и 0,24—0,7% в других районах бассейна. Около 60—70% разведанных запасов белгородских руд имеют содержание железа 60% и выше, что позволяет их рассматривать как рудное сырье для мартеновского процесса.

Содержание железа в рудах этого района значительно выше, чем в рудах Кривбасса (55%). В Советском Союзе только руды Белозерского месторождения УССР по химическому составу не уступают белгородским.

Богатые руды Старо-Оскольского, Курско-Орловского и Ново-Оскольского районов, хотя и аналогичны по содержанию железа криво-рожским, выгодно отличаются от них более низким содержанием кремнезема и повышенными потерями при прокаливании. Для месторождений всех четырех районов бассейна характерно весьма низкое содержание фосфора.

Из общего количества руд бассейна по качеству особо выделяются руды с повышенным содержанием серы и титана, распространенные в небольшом количестве на отдельных месторождениях бассейна. Первые из них (сернистые руды) в отдельных случаях могут потребовать десульфатизации, а вторые (титанистые руды) — специальной, более дорогой технологии их переработки. Обе разности руд в балансе запасов бассейна существенного значения не имеют.

### ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ

Железистые кварциты в основном состоят из кремнезема и окислов железа. Кроме них на всех месторождениях устанавливается присутствие окислов алюминия, кальция, магния, марганца, щелочных металлов, фосфора, титана, а также серы,  $H_2O$  и  $CO_2$ .

Содержание железа в железистых кварцитах колеблется от 10—15 до 50—53% при среднем значении по различным детально разведанным месторождениям от 32 до 38,3%. Основное его количество содержится в магнетите и железной слюдке, а в зоне окисления в мартите, тонкочешуйчатом гематите, гидроокислах железа, в зоне цементации в сидерите и только 1,5—2% железа входит в состав силикатов.

Различные минералогические типы железистых кварцитов имеют относительно близкие содержания железа. Наиболее низкие его содержания приходится на слабрудные магнетито-силикатные кварциты (в среднем по различным месторождениям 25—30%), а наиболее высокие (35—39%) — на железнослюдково-магнетитовые и железнослюдковые кварциты. По содержанию железа промежуточное положение между ними занимают куммингтонито-магнетитовые (32—33%), карбонатно-магнетитовые (32—34%) и магнетитовые кварциты (34—36%).

В соответствии с минеральным составом в железистых кварцитах железно присутствует в двух- и трехвалентной формах, находящихся в обратной зависимости.

По различным месторождениям среднее содержание закисного железа ниже зоны окисления и карбонатизации колеблется от 8 до 14%,

Таблица 6

Содержание железа	Месторождения						
	Лебедиинское	Коробковское	Салтыковское	Осколецкое	Михайловское	Гостищевское	Яковлевское
В зоне окисления	36,1	33,3	33,1	32,0	39,9	36—37	36—37
За пределами зоны окисления . . .	34,0	32,6	32,0	31,9	38,3	—	—

а окисного — от 23 до 29%. При этом наиболее высокие содержания закисного железа здесь имеют магнетитовые кварциты (до 11—12%), а наиболее низкие (6—8%) — железослюдково-магнетитовые и железно-слюдковые. В зоне окисления повышенное содержание закисного железа (16—18%) имеют сидеритизированные разности кварцитов.

Железистые кварциты различных месторождений раздельно по окисленной и неокисленной зонам имеют следующее среднее содержание (в %) железа (табл. 6).

Повышенное содержание железа в кварцитах Михайловского месторождения и Белгородского района связано с тем, что здесь большое распространение имеют железослюдково-мартитовые и железослюдковые их разности, всегда отличающиеся высоким содержанием этого компонента.

Среднее содержание кремнезема в железистых кварцитах по различным месторождениям от 35 до 45%, содержание глинозема в них низкое, обычно до 3—4% и лишь в силикатных кварцитах бывает выше.

Содержания остальных компонентов в разведанных железистых кварцитах (в %) приведены в табл. 7.

По содержанию двуокиси титана несколько особняком стоят кварциты Чернянского месторождения. Здесь ее присутствие связано с наличием мелких карбонатно-биотитовых даек, содержащих ильменит, рутил и лейкоксен. В зависимости от их количества на отдельных участках содержание этого компонента в кварцитах может значительно превышать приведенные цифры и достигать 5—6%.

Полуколичественными спектральными анализами в железистых кварцитах установлено присутствие никеля (до 0,003%), кобальта (следы), ванадия (до 0,006%), хрома (до 0,001%), молибдена (до 0,001%), меди (от 0,003 до 0,006%), свинца (до 0,002%), цинка (до 0,003%), олова (до 0,001%), галлия (до 0,003%) и бериллия (до 0,001%).

В зависимости от содержания железа объемный вес железистых кварцитов изменяется от 3,1 до 3,6, редко до 4.

Низкое содержание железа при высоком содержании кремнезема в железистых кварцитах не позволяет их использовать при металлургической плавке без предварительного обогащения.

Изучение обогатимости железистых кварцитов производилось по шести месторождениям бассейна: Коробковскому, Михайловскому, Лебединскому, Салтыково-Александровскому, Осколецкому и Погромцкому.

Наиболее полно эта работа выполнена по Коробковскому месторождению. Здесь уже находятся в эксплуатации две обогатительные фабрики, перерабатывающие неокисленные железистые кварциты, добываемые подземным способом. Обе они работают по магнитной схеме, обеспечивающей фактическое извлечение железа до 82% при выходе концентрата до 45% с содержанием железа до 64%.

Таблица 7

Содержание, %	MgO	SiO <sub>2</sub>	P	Mn	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	Легучие
Среднее по различным месторождениям . . . . .	1,3—2,6	0,4—3,2	0,05—0,09	0,04—0,06	0,07—0,18	0,4—0,15	0,96—3,95
Минимальное . . . . .	0,15	0,01	0,0	Следы	0,0	0,05	0,56
Максимальное . . . . .	3,8	3,3	0,28	0,11	1,5	0,15	16,9

Для железистых кварцитов Центрального участка Лебединского месторождения выполнено испытание обогатимости одиннадцати лабораторных проб весом от 250 до 2400 кг и двух промышленных проб весом 7600 и 9500 т и доказано, что неокисленные и полуокисленные магнетитовые кварциты являются легко обогатимыми методом мокрой магнитной сепарации.

Менее полные исследования обогатимости железистых кварцитов проведены для остальных разведывавшихся месторождений: Михайловского, Салтыково-Александровского, Осколецкого, Погромецкого и Лебединского (на Южном участке). Было испытано несколько лабораторных проб главным образом неокисленных кварцитов с каждого месторождения. Результаты исследований показывают, что условия обогащения неокисленных кварцитов здесь практически те же, что и для железистых кварцитов Коробковского и Центрального участка Лебединского месторождений. Из окисленных железистых кварцитов удовлетворительного качества концентраты могут быть получены по малорентабельным обжиг-магнитной, магнитно-флотационной и флотационной схемам.

Полученные при проведенных испытаниях обогатимости железистых кварцитов концентраты после окускования являются высококачественным сырьем для металлургического передела и по качеству не уступают криворожским.

## СОСТОЯНИЕ РАЗВЕДАННОСТИ И ЗАПАСЫ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БАССЕЙНА КМА И ИХ ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ

Геологоразведочными работами на территории бассейна КМА обнаружено 18 месторождений богатых железных руд и несколько мелких рудопроявлений, расположенных в четырех железорудных районах. Семь наиболее крупных по запасам и благоприятных по условиям залегания месторождений разведывались детально с расчетом подготовки их к промышленному освоению с получением промышленных запасов по категориям В и С<sub>1</sub>. Остальные одиннадцать освещены редкими поисковыми профилями скважин с целью выявления их общих перспектив и оценки запасов по категории С<sub>2</sub> и прогнозных (табл. 8).

В Белгородском железорудном районе детально разведывались и подготовлены к промышленному освоению центральные части Яковлевского и Гостищевского месторождений. Разведанные здесь балансовые запасы промышленных категорий (В+С<sub>1</sub>) составляют 4,46 млрд. т, или 73% запасов этих категорий всего бассейна<sup>1</sup>.

Северный и южный фланги обоих месторождений освещены редкими профилями поисковой разведки, установившими перспективу крупной рудоносности более 14,8 млрд. т запасов категории С<sub>2</sub>.

Такого же поискового характера работы проведены и на остальных месторождениях этого района — Тетеревино-Малиновском, Ольховатском, Мелихово-Шебекинском и Больше-Троицком. Ни одно из этих месторождений не околтурено. Полученные предварительные данные позволяют рассматривать каждое из них как могущее иметь самостоятельное значение.

Учтенные на их площадях запасы категории С<sub>2</sub> (4,6 млрд. т) приходятся главным образом на Больше-Троицкое и Мелихово-Шебекинское месторождения.

В Старо-Оскольском железорудном районе детальная разведка богатых железных руд проведена на Лебединском и Стойленском месторождениях. Оба они уже осваиваются промышленностью. Коробковское, Салтыково-Александровское и Роговское месторождения освещены лишь предварительной разведкой с подсчетом запасов категорий С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>. Общие учтенные балансовые запасы района составляют 475,5 млн. т, в том числе категорий В+С<sub>1</sub> 392,7 млн. т.

В районе остались недостаточно освещенными перспективы южных частей Салтыково-Александровского (залежь № 9) и Роговского месторождений.

В Ново-Оскольском железорудном районе детально разведаны до категорий В и С<sub>1</sub> богатые железные руды Погромецкого и Чернянского месторождений. Условия их залегания здесь допускают применение карьерного способа разработки. На Ново-Оскольском месторождении

<sup>1</sup> Здесь и ниже в тексте приводятся запасы железных руд, фактически разведанные по состоянию на I/VI 1965 г. по геологическим отчетам, опробованным Государственной комиссией по запасам и Научно-техническим советом Геологического управления центральных районов. Исключением являются специально оговоренные места.

Таблица 8

Месторождения	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя глубина за- легания, м	Среднее со- держание железа, %	Запасы железных руд, млн. т **				Количество запасов в % по отношению к запасам всего бассейна	
				Балансовые			Забалансовые кат. В + С <sub>1</sub> - С <sub>2</sub>	кат. В + С <sub>1</sub>	кат. В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>
				кат. В + С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>			
<b>Белгородский железорудный район</b>									
1. Яковлевское	82,4	530	60,2	1867,6	4991,6 8194,8	6859,2 10062,4	—	30,7 31,1	26,7 38,1
2. Гостищевское	58,8	474	62,3	2594,0	9766,4 7833,6	12360,4 10427,6	—	42,6 43,2	48,1 39,5
3. Ольховатское*	30,2	400	59,3	—	265,0 0,0	265,0 0,0	—	—	1,00 0,0
4. Мелихово-Шебекинское	17,6	590	58,1	—	2400,0	2400,0	—	—	9,3 9,1
5. Больше-Троицкое	—	470	61,5	—	1948,9 1500,0	1948,9 1500,0	—	—	7,6 5,7
Итого по району . . .				4461,6	19371,9 19928,4	23833,5 24390,0	—	73,3 74,3	92,7 92,4
<b>Старо-Оскольский железорудный район</b>									
1. Лебединское	4,4	86	56,0	198,6	2,4	201,0	0,7	3,3 3,3	0,7 0,7
2. Стойленское	3,6	132	54,9	136,8	16,2	153,0	7,8	2,3 2,3	0,6 0,6
3. Коробковское	0,9	101	53,2	15,8	—	15,8	8,5	0,2 0,3	0,1 0,1

4. Салтыково-Александровское	5,1	119	52,2	$\frac{41,5}{4,3}$	$\frac{64,2}{101,8}$	$\frac{105,7}{106,1}$	—	$\frac{0,7}{0,1}$	$\frac{0,4}{0,4}$
5. Роговское*	2,0	168	55,0	—	—	—	$\frac{29,0}{0,0}$	—	—
Итого по району . . .				$\frac{392,7}{355,5}$	$\frac{82,8}{120,4}$	$\frac{475,5}{475,9}$	$\frac{46,0}{17,0}$	$\frac{6,5}{6,0}$	$\frac{1,8}{1,8}$
<b>Ново-Оскольский железорудный район</b>									
1. Погромецкое	6,5	203	54,2	325,0	40,4	365,4	—	$\frac{5,3}{5,4}$	$\frac{1,4}{1,4}$
2. Чернянское	4,2	158	54,5	$\frac{207,0}{201,7}$	$\frac{10,9}{27,0}$	$\frac{217,9}{228,7}$	—	$\frac{3,4}{3,4}$	$\frac{0,8}{0,8}$
3. Ново-Оскольское	8,9	235	49,7	—	21,0	21,0	—	—	$\frac{0,1}{0,1}$
Итого по району . . .				$\frac{532,0}{526,7}$	$\frac{72,3}{88,4}$	$\frac{604,3}{615,1}$	—	$\frac{8,7}{8,8}$	$\frac{2,3}{2,3}$
<b>Курско-Орловский железорудный район</b>									
1. Михайловское	10,3	100	54,9	374,0	52,7	425,7	16,3	$\frac{6,1}{6,2}$	$\frac{1,7}{1,6}$
2. Курбакинское	3,6	130	52,1	$\frac{113,4}{92,1}$	$\frac{8,0}{0,0}$	$\frac{121,4}{92,1}$	—	$\frac{1,9}{1,6}$	$\frac{0,5}{0,4}$

Месторождения	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя глубина за- легания, м	Среднее со- держание железа, %	Запасы железных руд, млн. т <sup>**</sup>				Количество запасов % по отношению к запасам всего бассейна	
				Балансовые			Забалансовые	кат. В + С <sub>1</sub>	кат. В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>
				кат. В + С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>	кат. В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>		
3. Ново-Ялтинское	8,3	220	57,0	$\frac{105,7}{187,3}$	$\frac{18,1}{30,0}$	$\frac{123,8}{217,3}$	$\frac{38,7}{0,0}$	$\frac{1,7}{3,1}$	$\frac{0,5}{0,8}$
4. Дичнянско-Реутецкое	—	260	52,7	$\frac{112,0}{0,0}$	$\frac{25,0}{193,0}$	$\frac{137,0}{193,0}$	$\frac{9,9}{0,0}$	$\frac{1,8}{0,0}$	$\frac{0,5}{0,7}$
5. Жигаевское*	—	99	55,0	—	—	—	$\frac{9,6}{0,0}$	—	
Итого по району . . .				$\frac{705,1}{653,4}$	$\frac{103,8}{275,7}$	$\frac{808,9}{929,1}$	$\frac{74,5}{16,3}$	$\frac{11,5}{10,9}$	$\frac{3,2}{3,5}$
Итого по бассейну . . .				$\frac{6091,4}{5997,2}$	$\frac{19630,8}{20412,9}$	$\frac{25722,2}{26410,1}$	$\frac{120,5}{33,3}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$

\* Балансом не учитывается.

\*\* В числителе — фактически разведанные на 1/VI 1965 г., в знаменателе — числящиеся на балансе на 1/1 1964 г.

Таблица 9

Название месторождений и участков	Характер кварцитов	Запасы, млн. т*			Забалансовые
		кат. В+С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>	
<b>Старо-Оскольский железорудный район</b>					
Лебединское место- рождение	Неокисленные и полу- окисленные	2234,9	484,4	2719,3	499,0
		1069,0	1258,4	2327,4	367,0
	Окисленные	75,0	0,0	75,0	—
		135,0	197,0	332,0	—
Всего:		2309,9	484,4	2794,3	499,0
		1204,0	1455,4	2659,4	367,0
Коробковское место- рождение	Неокисленные	756,2	7,6	763,8	—
	Окисленные	—	—	—	318,8
Салтыково-Алекса- ндровское месторож- дение	Неокисленные	402,6	117,5	520,1	—
	Окисленные	—	—	—	200,7
Осколецкий участок	Неокисленные	266,7	34,5	301,2	—
	Окисленные	—	—	—	131,9
По району:	Неокисленные и полуокис- ленные	3660,4	644,0	4304,4	499,0
		2494,5	1418,0	3912,5	367,0
	Окисленные	75,0	0,0	75,0	—
		135,0	197,0	332,0	651,4
Всего:		3735,4	644,0	4379,4	1150,4
		2629,5	1615,0	4244,5	1018,4
<b>Курско-Орловский железорудный район</b>					
Михайловское место- рождение	Неокисленные	2408,0	4311,6	6719	—
	Окисленные	1286,3	1312,7	2599,0	—
	Всего:		3694,3	5624,3	9318,6
<b>Ново-Оскольский железорудный район</b>					
Погромецкое	Неокисленные	—	6066,5	6066,5	—
		—	0,0	0,0	—
	Окисленные	—	1320,6	1320,6	—
		—	0,0	0,0	—
Всего:		—	7387,1	7387,1	—
		—	0,0	0,0	—
По бассейну:	Неокисленные и полу- окисленные	6068,4	11 022,1	17 090,5	499,0
		4902,5	5729,6	10 632,1	367,0
	Окисленные	1361,3	2633,3	3994,6	—
		1421,3	1509,7	2931,0	651,4
Всего:		7429,7	13 655,4	21 085,1	1150,4
		6323,8	7239,3	13 563,1	1018,4

\* В числителе — фактически разведанные на 1/VII 1965 г., в знаменателе — числящиеся на балансе на 1/I 1964 г.

пройдено всего лишь несколько поисковых скважин. Запасы района категорий В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> — 604,3 млн. т.

В Курско-Орловском железорудном районе детально разведано и эксплуатируется Михайловское месторождение, проведена детальная разведка Ново-Ялтинского и предварительная разведка Курбакинского, Дичнянско-Реутецкого и Жигаевского месторождений. Руды Курско-Орловского района составляют по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> 808,9 млн. т, в том числе по категориям В+С<sub>1</sub> 705,1 млн. т.

Детальная разведка железистых кварцитов с целью подготовки их к промышленному использованию в качестве рудного сырья производилась: 1) в Старо-Оскольском железорудном районе на Лебединском (Южный и Северный участки), Коробковском, Салтыково-Александровском месторождениях и на Осколецком участке; 2) в Курско-Орловском районе на площади Михайловского месторождения (табл. 9).

Произведена предварительная разведка железистых кварцитов в Ново-Оскольском железорудном районе на площади рудных залежей Погромецкого месторождения.

По состоянию на 1/VI 1965 г. общие учтенные Геологическим управлением центральных районов запасы богатых железных руд и железистых кварцитов в границах бассейна КМА составляют 48,1 млрд. т, в том числе балансовые 97,3% — 46,8 млрд. т, или 45,1% балансовых запасов Союза ССР<sup>1</sup>. Из общего количества балансовых запасов 25,7 млрд. т (55%) представлены богатыми железными рудами, которые могут использоваться без обогащения, и 21,1 млрд. т (45%) — преимущественно (около 81%) неокисленными и полуокисленными, относительно легко обогатимыми магнетитовыми и железнослюдково-магнетитовыми кварцитами (табл. 10). В числе балансовых запасов 13,5 млрд. т (28,9%) промышленных категорий В+С<sub>1</sub>, или около 26,7% от запасов этих категорий Союза ССР<sup>2</sup>. Меньше половины (45%) де-

Таблица 10

Группы руд	Запасы, млн. т*				Количество балансовых запасов в % по отношению к запасам бассейна	
	Балансовые			Забалансовые	В+С <sub>1</sub>	В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
	кат. В+С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>			
1. Богатые руды . . . . .	6091,4	19 630,8	25 722,2	120,5	45,0	55,0
	5997,2	20 412,9	26 410,1	33,3	48,7	66,1
2. Железистые кварциты . . .	7429,7	13 655,4	21 085,1	1150,4	55,0	45,0
	6323,8	7239,3	13 563,1	1018,4	51,3	33,9
в том числе:						
неокисленные и полуокисленные . . . . .	6068,4	11 022,1	17 090,5	499,0	81,7	81,0
	4902,5	5729,6	10 632,1	367,0	77,5	78,4
окисленные . . . . .	1361,3	2633,3	3994,6	651,4	18,3	19,0
	1421,3	1509,7	2931,0		22,5	21,6
Всего . . . . .	13 521,1	33 286,2	46 807,3	1270,9	100	100
	12 321,0	27 652,2	39 973,2	1051,7	100	100
В % . . . . .	28,9	71,1	100	—	—	—
	30,8	69,2	100			

\* В числителе — фактически разведанные на 1/VII 1965 г., в знаменателе — числящиеся на балансе на 1/I 1964 г.

<sup>1</sup> 103,7 млрд. т по состоянию на 1 января 1964 г.

<sup>2</sup> 50,6 млрд. т по состоянию на 1 января 1964 г.

тально разведанных запасов представлены богатыми железными рудами и немного больше половины (55%) — железистыми кварцитами.

К забалансовым были отнесены запасы маломощных мелких залежей богатых железных руд (120,5 млн. т), труднообогатяющихся окисленных железистых кварцитов (651,4 млн. т), а также неокисленных кварцитов (499 млн. т), если они залегают за пределами проектирующихся к разработке горизонтов.

В общем балансе железных руд бассейна удельный вес забалансовых запасов невелик и составляет всего лишь 2,7%.

Около 92,7% балансовых запасов богатых железных руд бассейна сосредоточено в Белгородском железорудном районе, в том числе 48,1% на Гостищевском, 26,7% на Яковлевском и 17,9% на остальных месторождениях. Здесь они характеризуются исключительно крупными размерами залежей и высоким качеством, но залегают в сложных горно-технических условиях, обусловленных главным образом наличием весьма мощной (400—600 м) толщи сильно обводненных осадочных пород.

На долю остальных железорудных районов, отличающихся значительно более благоприятными горно-техническими условиями, но несравненно меньшими размерами залежей и несколько более низким качеством руд, приходится всего лишь 7,3% балансовых запасов богатых руд, в том числе в Старо-Оскольском железорудном районе 1,8%, в Ново-Оскольском 2,3% и в Курско-Орловском 3,2%.

Как видно из данных, приведенных в табл. 9, 44% балансовых запасов железистых кварцитов разведано в Курско-Орловском районе на Михайловском месторождении, 21% в Старо-Оскольском районе и 35% в Ново-Оскольском районе.

По горно-техническим условиям разработки все разведанные месторождения богатых железных руд КМА институтом Центрогипроруда (1963 г.) объединяются в следующие группы:

I. Месторождения неглубокого залегания (не более 200 м от поверхности), пригодные для открытых работ. К ним относятся: Лебединское, Стойленское, Погромецкое, Чернянское, Михайловское и Курбакинское месторождения. Все они, кроме Курбакинского, приурочены к широким полям железистых кварцитов и имеют большую ширину залежей. При отработке открытым способом богатых руд здесь обнажаются большие площади железистых кварцитов, повсеместно залегающих в основании богатых руд. Этим создаются условия, благоприятные для одновременной разработки руд обоих типов.

II. Месторождения средней глубины залегания (250—280 м), не пригодные для открытых работ по глубине залегания, а вопрос о применимости подземного способа разработки еще недостаточно проработан. К этой группе относятся Дичнянско-Реутецкое и Ново-Ялтинское месторождения. В составе кровли руд здесь принимают участие рыхлые песчано-глинистые отложения, обводненные напорными (140—200 м) водами. Вопрос о разработке руд, залегающих в таких условиях, до сих пор окончательно не решен.

В аналогичных условиях в отношении характера кровли, но с меньшей глубиной залегания находятся месторождения: Салтыково-Александровское (119 м), Коробковское (101 м) и еще не разведанные Ново-Оскольское (235 м) и Роговское (168 м).

III. Месторождения глубокого залегания (400—500 м), пригодные для подземной разработки, которые характеризуются большой мощностью руд и высокой концентрацией запасов. К ним относятся Гостищевское, Яковлевское, Больше-Троицкое, Ольховатское, Мелихово-Шебекинское и другие месторождения Белгородского железорудного района, имеющие исключительно большую мощность рудных тел и высокую концентрацию запасов. Среди них особо выделяются Гостищевское и, возможно, Больше-Троицкое, имеющие крупные участки, на которых в

Таблица 11

Группы месторождений	Запасы, млн. т			Количество запасов, %	
	кат. В-C <sub>1</sub>	кат. C <sub>2</sub>	кат. В+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	кат. В+C <sub>1</sub>	кат. В+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>
<b>Богатые руды</b>					
1. Неглубокого залегания, пригодные для открытых работ . . . . .	1354,8	130,6	1485,4	22,3	5,7
	1328,2	138,7	1466,9	22,2	5,5
2. Средней глубины, непригодные для открытых работ, с неясной перспективой применения подземного способа добычи . . . . .	275,0	128,3	403,3	4,4	1,6
	207,4	345,8	553,2	3,5	2,1
3. Глубокого залегания, пригодные для подземной добычи . . . . .	4461,6	19 371,9	23 833,5	73,3	92,7
		19 928,4	24 390,0	74,3	92,4
<b>Всего . . .</b>	6091,4	19 630,8	25 722,2	100,0	100,0
	5997,2	20 412,9	26 410,1	100,0	100,0
<b>Железистые кварциты</b>					
1. Широкие массивы в основании залежей богатых руд первой группы, пригодных для открытых работ . .	5365,2	13 430,4	18 795,6	72,2	89,1
	4259,3	7014,3	11 273,6	67,4	83,1
2. Широкие полосы и массивы, требующие специальных работ для выемки вскрыши . . . . .	2064,5	225,0	2289,5	27,8	10,9
				32,6	16,9
<b>Всего . . .</b>	7429,7	13 655,4	21 085,1	100,0	100,0
	6323,8	7239,3	13 563,1	100,0	100,0

дальней перспективе возможна добыча руд открытым способом. Эти участки характеризуются широкими (до 2 км в поперечнике) полями богатых руд большой мощности.

Из табл. 11 видно, что 92,7% балансовых запасов разведано на месторождениях III группы, по горнотехническим условиям в настоящее время доступных лишь для подземной разработки, 5,7% — на месторождениях I группы, пригодных для открытых работ, и 1,6% на месторождениях II группы, не имеющих окончательного решения вопроса о возможности их рентабельной эксплуатации.

По горнотехническим условиям разработки месторождения и участки железистых кварцитов объединяются в две группы (см. табл. 11).

I группа — широкие массивы железистых кварцитов с неглубоким залеганием, покрытие плащеобразными залежами богатых железных руд, пригодных для открытых работ. К этой группе относятся массивы кварцитов Михайловского, Лебединского (северная часть), Стойленского, Погромецкого и Чернянского месторождений. По мере разработки залежей богатых руд здесь будут вскрыты широкие поля железистых кварцитов. Этим будут создаваться условия для их добычи открытыми работами без специальных крупных затрат на выемку осадочных пород кровли. Запасы перечисленных массивов колоссальны, по ориентировочному подсчету составляют 30—35 млрд. т. Из них разведано 18,8 млрд. т на Михайловском, Лебединском и Погромецком месторождениях.

II группа разведанных месторождений железистых кварцитов — массивы и широкие полосы с неглубоким залеганием, требующие специальных работ для их вскрыши при разработке открытым способом.

Сюда относятся: 1) широкие массивы кварцитов на Коробковском месторождении, а также сильно вытянутые широкие их полосы на Салтыково-Александровском и Дичнянско-Реутецком месторождениях, богатые руды которых объектом добычи при помощи открытых работ в настоящее время служить не могут; 2) широкие полосы железистых кварцитов Южного участка Лебединского и, возможно, Курбакинского месторождений, на которых богатые руды пригодны для выемки открытым способом, но ширина вскрываемой ими полосы железистых кварцитов недостаточна для разработки их открытым методом без дополнительных крупных затрат на выемку вскрыши; 3) широкая полоса железистых кварцитов Осколецкого участка, на поверхности которых богатые железные руды отсутствуют.

Разведанные балансовые запасы железистых кварцитов месторождений II группы составляют около 2,3 млрд. т, или 10,9% от общего количества разведанных запасов железистых кварцитов.

По обогатимости разведанные железистые кварциты делятся на следующие 3 группы.

1. Неокисленные или слабоокисленные (полуокисленные) магнетитовые железистые кварциты, являющиеся наиболее легкообогатимыми и дающие хорошие результаты при магнитной сепарации. Распространены они в основном на Лебединском и Стойленском месторождениях.

2. Неокисленные железослюдково-магнетитовые и смешанные (магнетитовые и железослюдково-мартиновые) кварциты, которые обогащаются труднее магнетитовых и требуют применения магнитно-флотационного метода. Первые имеют преимущественное распространение на Михайловском месторождении, а вторые — на Коробковском, Салтыково-Александровском месторождениях и Осколецком участке.

3. Окисленные железистые кварциты наиболее трудно поддаются обогащению и требуют применения флотационного или обжиг-магнитного методов.

Промышленное освоение железных руд бассейна КМА начато с 1952 г. подземной разработкой неокисленных смешанных магнетитовых и железослюдково-магнетитовых кварцитов Коробковского месторождения. Здесь построены рудники Южно-Коробковский и имени И. М. Губкина и две обогатительные фабрики. Годовая проектная производительность этих предприятий по кварциту 2,95 млн. т и по концентрату № 15 млн. т.

В связи с высокой стоимостью полученных концентратов планируется, что добыча коробковских кварцитов будет производиться лишь до 1970 г., после чего существующие обогатительные фабрики будут использоваться для обогащения кварцитов из Лебединского карьера.

Разработка богатых железных руд бассейна начата в конце 1959 г. В первую очередь в промышленное освоение вовлечены месторождения I группы, на которых руды лежат в наиболее благоприятных горнотехнических условиях, позволяющих рентабельную разработку открытым способом — Лебединское, Михайловское и Стойленское.

На Лебединском месторождении на базе богатых руд центральной залежи в 1959 г. сдана в эксплуатацию I очередь карьера и в 1964 г. II очередь карьера с общей проектной производительностью 5,7 млн. т товарной руды в год.

На Михайловском месторождении в 1960 г. сданы в эксплуатацию I и в 1964 г. II очереди карьера мощностью (I+II очереди) 4 млн. т товарной руды в год.

На Стойленском месторождении производится строительство карьера мощностью 3,8 млн. т товарной руды в год.

Общее количество товарной руды (богатая руда, концентрат), добытой на КМА в 1963 г., составляет 8,6 млн. т, или 6% от добычи товарной руды Советского Союза. Качество руд, добытых в 1963 г., ха-

Предприятие и вид руды	Среднее содержание, %					
	Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P	Влага
Лебединский карьер . . . . .	56,7	7,5	4,3	0,17	0,09	8,2
Аглоруда . . . . .	58,0	7,24	4,37	0,15	0,077	9,52
Доменная руда . . . . .	54,43	8,08	4,24	0,20	0,084	5,72
Михайловский карьер . . . . .	58,48	10,15	1,34	0,25	0,05	8,61
Шахта им. Губкина						
Кварциты . . . . .	33,9	—	—	—	—	—
Концентрат . . . . .	61,27	11,26	0,51	0,124	0,041	10,11

рактируется следующим средним содержанием главных химических компонентов (табл. 12.).

Дальнейшее развитие горнорудной промышленности бассейна КМА планируется за счет увеличения мощности действующих и строительства новых предприятий.

Для добычи богатых железных руд на период до 1981 г. намечается строительство III очереди Лебединского и Михайловского карьеров, Погромецкого карьера (1973—1976 гг.) и Яковлевского рудника с подземной добычей (1971 г.). Для добычи и обогащения железистых кварцитов рекомендуется строительство I и II очереди Михайловского (1969 г.) и I очереди Лебединского (1971 г.) горнообогатительных комбинатов.

Технико-экономические показатели действующих, строящихся и планируемых горнорудных предприятий приводятся в табл. 13.

Из приведенных данных видно, что на 1965 г. планировалась добыча товарной руды 11 млн. т, а в 1970 г. ориентировочно до 23,1 млн. т. Согласно расчетам института Центрогипроруда о развитии горнорудной промышленности бассейна КМА, суммарная мощность горнорудных предприятий к 1980 г. по товарной руде может достигнуть 80,8 млн. т в год. Планируемое развитие горнорудной промышленности далеко не исчерпывает все возможности бассейна. Кроме перечисленных предприятий запасами руд обеспечено строительство следующих рудников и ГОКов.

1. На Чернянском месторождении — карьер производительностью 7,5 млн. т товарной богатой руды в год и горнообогатительного комбината — 16 млн. т концентрата.

2. На Погромецком месторождении — ГОК мощностью 16 млн. т концентрата в год.

3. На Стойленском месторождении — карьер для обеспечения II очереди Лебединского ГОКа производительностью 8 млн. т концентрата в год.

4. На севере Яковлевского и Гостищевского месторождений — Лучкинский рудник производительностью 17,9 млн. т товарной богатой руды в год.

5. На Гостищевском месторождении — рудники: Гостищевский — 25,4 млн. т, Крюковский — 17,9 млн. т и Хохлово-Дальнегуменский карьер — 47 млн. т товарной богатой руды в год.

6. На Больше-Троицком месторождении — рудник производительностью 25,4 млн. т товарной богатой руды в год.

Таким образом, общая возможная мощность бассейна по добыче железных руд, исходя из запасов категорий В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, определяется в 262 млн. т — товарной руды в год<sup>1</sup>, что составляет по отношению к

<sup>1</sup> Без учета разведанных запасов железистых кварцитов месторождений II группы, не пригодных для добычи открытым способом (Коробковское и Салтыково-Александровское), а также участков Осколецкого и Южно-Лебединского.

Показатели плановые и фактические	Действующие и строящиеся предприятия				Планируемое новое строительство				Всего
	Кварциты	Богатые руды			Железистые кварциты		Богатые руды		
	Шахта ли. Губкина	Лебедин- ский карьер, I+II+III очереди	Михайлов- ский карьер, I+II+III очереди	Стойлен- ский карьер	Лебедин- ский ГОК, I очередь	Михайлов- ский ГОК, I+II очереди	Яковлев- ский рудник	Погромец- кий карьер	
1. Добыча товарной руды, млн. т:									
фактическая в 1963 г. . . . .	1,4	5,0	2,2	—	—	—	—	—	8,6
планировалась на 1965 г. . . . .	1,4	5,8	3,8	—	—	—	—	—	11,0
планируемая на 1970 г. (ориентировочно) . . . . .	1,4	7,6	8,5	3,8	—	—	1,8	—	23,1
возможная к 1980 г. . . . .	—	7,6	9,0	3,8	8,0	25,2	17,9	9,3	80,8
2. Среднее содержание железа в товарной руде, % . . .	62,0—64,0	55,0	54,4	53,8	63,3	63,4	58,9	54,4	—
3. Себестоимость:									
товарной руды, руб/т . . . . .	6,68*	2,30*	2,0*	2,46	2,57	2,84	2,72	2,42	—
железа в руде, руб/т . . . . .	—	4,43	3,82	4,88	4,51	5,35	4,86	4,69	—
чугуна, руб/т** . . . . .	—	23,08	23,97	24,18	—	23,10	23,21	23,44	—
4. Удельные капитальные вложения в промстроительство на 1 т железа в товарной руде, руб. . . . .	—	35,21	31,86	35,83	17,11	15,91	29,80	30,30	—

\* Фактическая за 1963 г.

\*\* Без учета транспортных расходов.

добыче СССР в 1963 г. (137 млн. т) 190% и планируемой на 1980 г. (400 млн. т) 65%.

Эти грандиозные возможности бассейна далеко превосходят его использование. Так, по отношению к возможной мощности добыча составляет всего лишь: фактическая в 1963 г. — 3,2%, в 1965 г. — 4,2%, планируемая на 1970 г. — 8,8% и на 1980 г. — 30,9%.

Следует отметить, что при положительном решении вопроса о разработке подземным способом залежей богатых железных руд с обводненными рыхлыми песчано-глинистыми породами в кровле начнут вовлекаться в промышленное освоение месторождения, по горно-геологическим условиям отнесенные ко II группе. Согласно проработке института Центрогипроруда, на базе железных руд Ново-Ялтинского месторождения могут быть построены два рудника подземной добычи — Ново-Ялтинский и Лубянский общей производительностью 5,5 млн. т руды в год; на базе руд залежей № 2, 3 и 8 Салтыково-Александровского месторождения — два рудника общей производительностью 2,5 млн. т руды в год.

Согласно проработке, выполненной Экономическим институтом Госплана СССР (1963 г.), расчетная себестоимость чугуна, выплавленного из железных руд бассейна КМА, невелика и находится в пределах от 23,08 до 24,18 руб/т (см. табл. 13). По себестоимости чугуна концентрат Михайловского ГОКа вполне конкурентоспособен наравне с богатыми рудами Михайловского, Стойленского и Яковлевского рудников.

Учитывая это, а также и то, что громадные массивы железистых кварцитов залегают в основании плащеобразных залежей богатых железных руд, эксплуатирующихся открытыми работами, и по мере их выемки будут выходить на поверхность без затрат на вскрышу, а также возможность использования уже созданного жилого фонда и производственных сооружений, следует ожидать, что в дальнейшем развитии горнорудной промышленности бассейна основная роль будет отводиться железистым кварцитам. На это указывает также и то, что удельные капитальные вложения в промышленное строительство на 1 т железа в богатой руде выше, чем на 1 т железа в концентрате.

## БОКСИТОНОСНОСТЬ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ДОКЕМБРИЙСКИХ ПОРОД КМА

Бокситы на территории КМА выражены двумя генетическими типами: элювиальными (латеритными) и переотложенными. Оба эти типа очень тесно связаны между собой.

Все известные в районах КМА бокситовые рудопроявления элювиального типа связаны с палеозойской латеритной корой выветривания филлитовых сланцев верхней ( $K_3$ ) и нижней ( $K_1$ ) свит курской серии протерозоя, непосредственно подстилающих и перекрывающих железорудную свиту ( $K_2$ ), а также на сланцах, содержащихся среди железистых кварцитов. Поэтому среди элювиальных бокситов различаются два подтипа: внутрирудные (межрудные, по С. Г. Вишнякову, 1964) и околорудные.

Приуроченность бокситов и бокситовидных пород к сланцам, сопровождающим железистые кварциты, очевидно, предопределяется особенностями вещественного состава сланцев. Сланцы, из которых образуются бокситы, характеризуются биотито-хлоритовым, мусковито-хлоритовым и углисто-слюдистым составом, слабым метаморфизмом и микрокристаллическими структурами.

Состав и структурные особенности сланцев, по-видимому, способствовали сравнительно легкому разложению их в зоне выветривания с образованием свободного глинозема. Для сланцевых пачек, залегающих на контакте с железорудной свитой, а также внутри последней и дающих в коре выветривания бокситы, характерно небольшое содержание кварца. Обычно содержание его в этих сланцах не превышает 15—20%, а местами он полностью отсутствует.

Для химического состава бокситоносных сланцев по сравнению со сланцами, не дающими бокситов, характерно повышенное содержание глинозема, щелочей и щелочноземельных металлов и несколько меньшее содержание кремнезема. В бокситоносных сланцах содержание глинозема обычно составляет 15—17% при содержании в них кремнезема от 54 до 59%. В то время как в сланцах, не дающих в коре выветривания бокситов, содержание кремнезема составляет 63—68%, содержание глинозема в них не превышает 10—12%.

Щелочи ( $K_2O$  и  $Na_2O$ ) в бокситоносных сланцах обычно содержатся в количестве 5,2—5,5%, при содержании их в сланцах небокситоносных более 2%.

Межрудные бокситоносные сланцевые пачки, как правило, имеют небольшую (20—30 м) мощность и очень редко достигают 80 м. Мощность околорудных сланцевых пачек, генерирующих в коре выветривания бокситы, обычно значительно больше, чем межрудных, особенно сланцев висячего бока. В районе Яковлевского месторождения мощность бокситоносной сланцевой пачки изменяется в висячем боку от 100 до 400 м, а в лежачем — от 30 до 100 м.

Сланцы, удаленные от контактов с железорудной толщей, отличаются существенно кварцевым составом. Содержание в них кремнезема составляет 50—60%, причем кварц в них более крупнозернистый, обычно алевритовой размерности. Сланцы здесь часто приобретают характер алевролитистых филлитов.

Возможно, приуроченность бокситов к околорудным и межрудным филлитовым сланцевым пачкам в значительной мере предопределена и тем, что они участвуют в строении положительных форм рельефа — холмов или их склонов, образованных в главной своей части железорудными породами. В то время как сланцы более высоких стратиграфических горизонтов, удаленные от железорудных зон, положительных форм рельефа не дают, они всюду образуют равнинно-депресссионные формы рельефа, которые раньше, чем холмообразные гряды, покрывались трансгрессировавшим визейским морем и поэтому раньше, чем холмы, выходили из сферы латеритного выветривания.

Потенциально бокситоносными породами на КМА являются также основные вулканические породы михайловской серии, довольно широко распространенные на КМА.

На связь бокситов КМА с палеозойской латеритной корой выветривания филлитовых сланцев докембрийского фундамента указывает наличие постепенного перехода от бокситов к подстилающим сланцам. В латеритном профиле выветривания филлитов устанавливаются следующие зоны (сверху вниз):

1. Зона бокситов и бокситовидных пород, характеризующаяся обогащенностью продуктов выветривания филлитов глиноземом и полной переработкой состава и структуры исходных пород. Рельефные текстуры в виде полосчатости и плейчатости здесь встречаются нередко и лишь местами они полностью утрачиваются и породы становятся очень пористыми.

В зоне бокситов и бокситовидных пород в преобладающем большинстве случаев представляется возможным выделить две подзоны: собственно бокситовую и аллитовую.

Бокситовая подзона характеризуется наибольшей обогащенностью глиноземом и большей частью представлена кондиционными бокситами. Кремневый модуль в породах этой подзоны нередко достигает 5—6.

Аллитовая подзона хотя и обогащена глиноземом, кремневый модуль в ней не превышает 2. В составе ее пород существенную роль играют каолинит и гидрослюды и более отчетливо сохраняются текстурные особенности материнских пород. Граница между бокситовой и аллитовой подзонами постепенная и устанавливается только опробованием.

Следует отметить, что бокситы в профиле выветривания филлитовых сланцев имеют неповсеместное развитие. Нередко они отсутствуют, что связано не только с размывом их, но и с тем, что процессы дессиликации здесь не достигли тех размеров, которые необходимы для того, чтобы продукты выветривания стали бокситами.

2. Серицито-каолининовая зона представлена то мягкими глинисто-подобными, то дресвянистыми продуктами выветривания филлитов. Часто породы этой зоны благодаря стирепарированности и сланцеватости характеризуются отчетливо выраженной плитчатостью. Породы в большинстве случаев имеют зеленовато-серую, серую и белую окраску. Местами они интенсивно пигментированы красновато-бурыми гидроокислами железа и приобретают пятнисто-слоистую красноватую окраску. Продукты выветривания здесь состоят в основном из каолинита, гидрослюды и хлорита.

3. Гидрогематито-хлорито-гидрослюдистая зона представлена в той или иной степени дезинтегрированными, трещиноватыми, интенсивно гидрогематизированными, хлорито-гидрослюдистыми продуктами выветривания филлитовых сланцев.

4. Зона слабо выветрелых хлоритизированных филлитов, по трещинам и плоскостям наложения слегка гидрогематизированных.

5. Зона свежих, не затронутых выветриванием пород, представленных биотито-хлоритовыми и мусковито-хлоритовыми филлитами.

Переход между этими зонами весьма постепенный. Лишь в редких случаях граница между каолиновой, гидрослюдистой и слабо выветрелой зонами достаточно четкая и может быть намечена по внешнему облику пород.

Латеритный характер бокситов и генетическая связь их с корой выветривания филлитов достаточно наглядно и убедительно подчеркивается характером геохимических изменений пород в направлении от бокситов к неизменным выветриванием породам. Это особенно отчетливо видно при анализе характера распространения таких компонентов, как  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  и  $TiO_2$ . Распределение этих компонентов по зонам профиля коры выветривания филлитовых сланцев, дающих бокситы, показано в табл. 14 и на рис. 12.

Таблица 14

Зоны выветривания	М сква- жины	Глубина, м	Мощ- ность, м	Содержание, %							
				$Fe_{общ}$	FeO	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	$SiO_2$	CaO	MgO	$TiO_2$
1. Зона бокситов и бокситовидных пород . . . . .	1130	526,70— 562,80	36,10	33,46	8,70	38,18	29,94	12,18	0,04	0,74	0,96
2. Зона аллитов . . . . .	1130	562,80— 572,0	9,20	37,71	24,86	26,30	20,52	16,93	0,05	0,88	0,77
3. Зона хлорито-гидрослюдистых каолинизированных осветленных сланцев . . . . .	1130	572,0— 595,00	23,00	38,52	9,79	44,21	15,13	20,49	0,07	0,91	0,83
4. Зона хлоритизированных темно-зеленых, участками заохренных сланцев . . . . .	1130	595,00— 616,10	21,10	22,77	2,88	29,36	9,09	52,08	0,08	0,50	0,61

По мере движения снизу вверх, т. е. от слабо выветрелых пород к все более измененным выветриванием зонам, имеет место увеличение содержания глинозема, железа и титана. Особенно интенсивная концентрация этих элементов наблюдается в самых верхних горизонтах профиля выветривания, где содержание железа и глинозема, а также титана в 2—3 раза превышает содержания их в исходных породах. Одновременно с накоплением железа, глинозема и титана в верхних горизонтах интенсивно проявляется вынос кварца и щелочноземельных металлов. Содержание кремнезема в остаточных продуктах выветривания уменьшается от 3 до 8 раз по сравнению с содержанием его в материнских породах. В связи с этим кремнистый модуль ( $Al_2O_3 : SiO_2$ ) возрастает от 0,3 в материнских породах до 2—6 в остаточных продуктах выветривания. Часто верхние горизонты коры выветривания настолько обогащены глиноземом, что представляют собой высококачественные бокситы.

Развитая за пределами бокситовых и железорудных залежей кора выветривания на гранитах, амфиболитах и других породах также характеризуется наличием в ее профиле верхней зоны, обогащенной полукторными окислами с выраженным выносом кремнезема. Особенно интенсивная аккумуляция глинозема и железа отмечается в продуктах выветривания амфиболитов.

Среди бокситов и бокситовых пород выделяются следующие типы по их структуре, минеральному и химическому составу.

Бокситы латеритные, внешне пестроцветные (от светло-серого с сиреневым оттенком до красновато-бурого цвета), в большинстве случаев каменные, пористые, мелкопизолитового сложения. Пизолиты, имеющие округлую и овальную форму, образованы светлым плотным

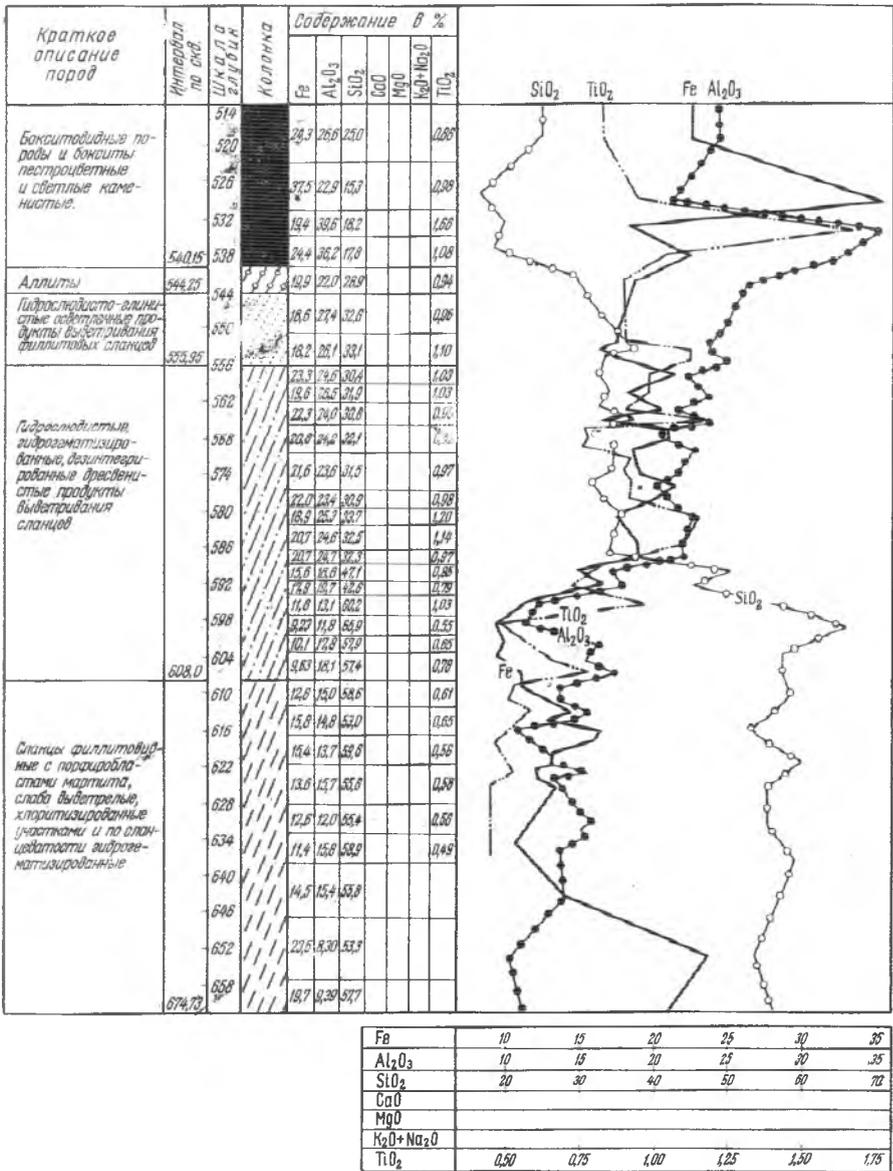


Рис. 12. Кривые изменения содержаний Fe, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> в бокситах и залегающих в их основании выветрелых филлитовых сланцах. Яковлевское месторождение (скв. 186)

бокситовым веществом. Размер их 0,1×0,5 мм, изредка они встречаются больших размеров (0,5×1 мм). Цемент плотный, более темный, со слегка зеленоватым оттенком. Часто они сцементированы красновато-бурыми окислами железа. Количественные соотношения между цементирующей массой и пизолитами изменчивы, обычно она несколько преобладает над пизолитами. Местами бокситы имеют пористо-губчатое сложение. Поры большей частью небольших размеров, весьма прихотливой формы. Стенки их покрыты бурым железистым налетом. Час-

то бокситы имеют песчаниковидный облик с шероховатым изломом. Местами они приобретают массивное сложение без сохранения текстурных признаков, характерных для материнских пород. Нередко в бокситах сохраняется достаточно хорошо выраженная полосчатость и сланцеватость, присущая филлитовым сланцам. Встречаются глинистоподобные и землистые, пористые разновидности. По трещинам, наслоению и сланцеватости, где они сохранились, бокситы пигментированы окислами железа красновато-бурого и охристо-желтого цвета, образующими налеты и пленки. Железистые разновидности бокситов по внешнему виду очень сходны с развитыми на месторождении гидрогематитовыми рудами, за которые они часто принимаются. Как правило, эти бокситы характеризуются буровато-коричневым и коричневатокрасновато-бурым цветом и землистым сложением. Каменные разновидности обладают характерной вкрапленной текстурой, обусловленной развитием светлых включений, сложенных бокситовым веществом в сильножелезистой основной рудной массе.

Вещественный состав бокситов КМА изучался А. П. Никитиной (1963), С. Г. Вишняковым (1964), В. Ф. Сиротинным (1964) и др. Этими исследователями установлено, что главное значение в составе бокситов КМА принадлежит бёмиту. В качестве второстепенных компонентов присутствуют диаспор и гиббсит. В бокситах всегда присутствуют красные и красновато-коричневые гидроокислы железа, придающие бокситам красновато-бурю окраску. Как и в богатых железных рудах, в бокситах интенсивно проявлены процессы хлоритизации и карбонатизации, в связи с чем в составе их широкое распространение получили хлориты типа шамозита и сидерит. В ассоциации с шамозитом в бокситах В. И. Сиротинным констатированы также гипергенный магнетит и каолинит. А. К. Гладковский (1964) в бокситах КМА, кроме того, указывает на наличие корунда. Однако другими исследователями ни в самих бокситах, ни в бокситоматеринских породах корунд не отмечался. Нет убедительных доказательств о присутствии его в бокситах КМА и у А. К. Гладковского.

По минеральному составу среди бокситов выделяются следующие главные разновидности: гидрогематито-гиббситовый, гидрогематитобёмитовый, шамозито-бёмитовый, шамозито-диаспоро-бёмитовый, сидерито-шамозито-бёмитовый.

Устанавливается, что гиббситсодержащие бокситы получили распространение в северо-восточной части района, в пределах Малиновско-Белинихинской площади. К югу и западу от последней бокситы приобретают существенно бёмитовый и диаспоро-бёмитовый состав. Указанные изменения связаны, по-видимому, с различием диагенетических процессов изменения коры выветривания, характер и причина которых остаются еще неизученными.

Таблица 15

Пределы колебаний	Содержание, %											Кремневый модуль
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	FeO	CaO	MgO	S	P	TiO <sub>2</sub>	Другие	
<b>Серые бёмитовые бокситы</b>												
От	9,0	37,0	12,2	4,4	5,3	0,05	0,05	0,02	0,07	1,21	9,7	2,1
До	25,5	59,7	21,3	12,4	24,9	0,82	1,6	0,09	0,26	1,87	18,4	4,8
<b>Красноцветные бёмитовые бокситы</b>												
От	11,7	40,5	6,8	14,1	2,1	0,02	0,10	0,01	0,06	1,39	10,2	2,3
До	27,5	53,2	17,9	31,6	15,2	0,14	1,12	0,27	0,25	2,12	13,0	6,1

Химический состав бокситов характеризуется данными, приведенными в табл. 15, из которой видно, что бокситы отличаются высокой железистостью. Причем достаточно высокое содержание железа имеют и светлые разновидности их, что обусловлено широким развитием в них железистых хлоритов, а местами и сидерита. На связь железа с этими минералами указывает высокое содержание закиси железа, нередко достигающее 17—20%. В красноцветных бокситах железо представлено в главной своей массе окисной формой — красными и бурыми дисперсными окислами и гидратами окисн.

С бокситами почти всегда ассоциируют бокситовидные породы, представленные ферриаллитами и аллитами.

Ферриаллиты не отличимы от железистых разновидностей бокситов. По внешнему виду это землистые или плотные каменистые породы красновато-бурого цвета, часто своеобразного массивного вкрапленного облика. Последние разновидности характеризуются развитием на фоне красновато-бурой основной массы породы обильных включений белесого цвета, представленных каолинитом и бокситовыми минералами. Местами они обладают отчетливо выраженной сланцевато-полосчатой текстурой, иногда отмечается и мелкобобовое сложение. В химическом отношении для ферриаллитов характерно высокое содержание железа, колеблющееся от 30 до 46% при содержании глинозема от 17 до 25% и кремнезема от 11 до 20%. Взаимоотношения ферриаллитов с бокситами не совсем ясны. Обычно они встречаются среди бокситов и аллитов различной мощности, что дает основание считать, что они соответствуют более железистым (биотито-хлоритовым) пачкам материнских пород.

Аллиты приурочены к переходной зоне между бокситами и каолинито-гидрослюдистыми продуктами выветривания филлитовых сланцев. Однако нередко они отмечаются также и в кровле бокситовых залежей. По внешнему облику аллиты сходны с бокситами. Среди них так же, как и среди бокситов, встречаются светлые и пестроцветные разновидности. Наибольшее распространение имеют светло-бурые разновидности, характеризующиеся пятнистой и послойно-пятнистой расцветкой. Весьма часто они имеют серый, почти белый, и зеленовато-серый цвет. Аллиты, как и бокситы, каменистого облика с хорошо выраженной мелкобобовой текстурой. Размер бобовин 1—3 мм, часто еще меньше. Следует заметить, что в аллитах, подстилающих бокситы, чаще, чем в бокситах, отмечаются реликтовые текстуры, присущие материнским породам (сланцам), в частности в них нередко можно наблюдать плейчатость и сланцеватость. В составе аллитов главным породообразующим минералом является каолинит. Бокситовые минералы, представленные бёмитом и диаспором, содержатся в подчиненных каолиниту количествах. В виде второстепенной примеси присутствуют гидрослюда и хлорит. Постоянно содержатся в разных количествах гётит и гидрогематит. Содержание основных компонентов в наиболее типичных разновидностях аллитов колеблется:  $Al_2O_3$  от 26 до 37%;  $SiO_2$  от 16 до 30%; Fe 17—30%.

В связи с тем, что бокситы образуются по окологорудным и межгорудным сланцевым пачкам, они приурочиваются непосредственно к боксовым частям железорудных залежей, окаймляя их в виде прерывистых цепочкообразно вытянутых тел небольшой ширины (до 100—150 м) со стороны лежащего или висячего бока в зависимости от того, по сланцам подрудной или надрудной свиты они образуются.

На Яковлевском месторождении бокситы развиты на сланцах висячего бока железорудных залежей. Бокситы здесь установлены в пределах западного крыла синклинали структуры месторождения. Вдоль восточного крыла синклинали месторождения бокситы на породах этой свиты не обнаружены.

На Гостищевском месторождении бокситы локализуются по сланцам  $K_1^2$ , по обе стороны железорудной залежи. Характерно, что в пределах детально разведанного участка Яковлевского месторождения на сланцах  $K_1^2$  бокситы не встречены.

На Гостищевском и Ольховатском месторождениях установлены бокситы, связанные с межрудными сланцами. Причем на втором из них отмечается многократное чередование полос, образованных бокситами и богатыми железными рудами. Такое чередование бокситовых и железорудных полос, по-видимому, связано с изменением состава и строения свиты железистых кварцитов (замещения их филлитовыми сланцами) и за счет сложноскладчатой структуры месторождения, в результате которой сланцы свиты  $K_2$ , а в отдельных местах, возможно, и свиты  $K_3$ , многократно чередуются в эрозионном срезе докембрия. Протяженность бокситоносных зон изменяется от нескольких километров до нескольких десятков километров в зависимости от протяженности структур.

Разбуриванием бокситоносных участков установлено, что бокситовые залежи характеризуются плащеобразной формой залегания. Они подобно богатым железным рудам покрывают головы сланцевых пластов.

Бурением скважин на Яковлевском и Гостищевском месторождениях установлено, что на значительную глубину бокситы не распространяются. Поскольку бокситы локализуются в главной своей массе к склонам холмовидных гряд, сложенных железистыми кварцитами, морфологические особенности бокситовых залежей определяются характером рельефа склонов этих холмов.

Как установлено, на Яковлевском месторождении в пределах бокситоносной зоны бокситы не образуют непрерывной залежи. Они распадаются на цепочковидно вытянутые залежи небольших размеров. Так, на детально разведанном участке Яковлевского месторождения на протяжении около 5 км аллювиальные бокситы образуют 6 обособленных залежей сложной конфигурации в плане. Размеры их изменяются от 100—400 до 100×1000 м. Форма бокситовых залежей в поперечном сечении весьма изменчива. В большинстве случаев залежи характеризуются в поперечном сечении клиновидной формой и увеличенной мощностью (до 20—30 м) в приконтактной зоне с железными рудами и выклиниваются в противоположную сторону. При этом сами бокситовые залежи имеют некоторый наклон к контакту с железорудной залежью. Часто бокситовые залежи имеют волнистый характер, причем местами эта волнистость повторяет волнистую поверхность рельефа докембрия. Там, где бокситовые залежи приурочены к вершинам холмов, несколько обособленных от железорудных зон, они обладают линзовидной формой.

Внутреннее строение бокситовых залежей еще слабо изучено. Можно, однако, считать, что для бокситов, образующихся по сланцам свиты  $K_3$ , оно будет неоднородным ввиду стратифицированного характера материнских сланцев. По-видимому, в поперечном сечении бокситовые залежи будут состоять из пачек сильножелезистых и менее железистых разновидностей бокситов. В ряде мест бокситовые залежи могут содержать прослой выветрелых конгломератов. В вертикальном профиле бокситовых залежей состав бокситов также подвержен изменениям. В приповерхностном горизонте бокситы, как правило, подвергаются в той или иной мере дебокситизации, в связи с чем качество их снижается по сравнению со средней частью бокситовых залежей. Нередко бокситы здесь превращаются во вторичные аллиты. Отмечая наличие аллитов в верхних частях бокситовых залежей, местами переходящих в сниты, С. Г. Вишняков (1964) и др. указывали, что изменения верхней части (бокситов) неясны. Нами было подмечено, что верхняя зона

аллитов по своему положению в разрезе хорошо увязывается с зоной карбонатизации богатых железных руд. Это послужило основанием считать верхнюю зону аллитов эпигенетическим образованием, возникшим в результате воздействия на бокситы углекислых вод, происшедшим при заболачивании местности и имевшим место перед нижнекаменноугольной трансгрессией.

Осадочные бокситы и бокситовидные породы в своем распространении тесно связаны с переотложенными железными рудами. Они вместе с последними выполняют долинообразные депрессии, расположенные в пределах железорудных залежей или в контактовых зонах их с вмещающими породами. В настоящее время такие бокситоносные депрессии выявлены на Яковлевском месторождении и в пределах Ольховатско-Малиновской железорудной зоны. По генезису бокситы, выполняющие депрессии, так же, как и переотложенные богатые железные руды, представляют в главной своей части делювиально-пролювиальные образования.

При количественно преобладающей роли в выполнении указанных депрессий переотложенных железных руд бокситы и бокситовидные породы, обычно существенно железистые, образуют в них линзы и тонкие слои. Реже депрессии выполняются преимущественно бокситовидными породами и бокситами. Следует заметить, что в шлейфах переотложенных железных руд, окаймляющих коренные железорудные залежи, переотложенные бокситы имеют ограниченное развитие, причем в своем распространении они локализуются в присклоновых частях этих шлейфов. В удаленных частях этого шлейфа переотложенные бокситы нигде не отмечены, в лучшем случае здесь имеются переотложенные железисто-глиноземистые руды.

Размеры залежей переотложенных бокситов, как правило, небольшие. Длина залежей колеблется от 300 до 1000 м, а ширина — от 50 до 200—300 м. Мощность бокситовых залежей изменяется от 0,5 до 5—10 м. В отдельных местах мощность их достигает 20 м. Размещение бокситовых залежей в разрезе переотложенного комплекса весьма прихотливо и не подчиняется какой-либо закономерности. Они приурочиваются в одной и той же депрессии к разным частям ее разреза. В одних местах они локализуются в верхних горизонтах депрессии, в других — в средних частях, в третьих — в основании депрессии.

С. Г. Вишняков и Б. Н. Одокий (1964) кроме бокситоносных депрессий, развитых на железорудных залежах или вблизи них, выделяли в качестве бокситоносных, так называемые межаномальные депрессии, иными словами депрессии, разделяющие железорудные залежи. С этими депрессиями указанные исследователи связывали основные перспективы развития бокситов осадочного типа. В центральных частях депрессий ими допускалась возможность нахождения залежей пластовых бокситов озерно-болотного происхождения.

Бокситы и бокситовидные породы переотложенного типа имеют красновато-бурый и кирпично-красный цвет и плотное сложение, часто брекчиевидный облик. По структурным особенностям среди них выделяются грубообломочные, преимущественно брекчиевые, конгломератобрекчиевые, гравелитовые и более тонкозернистые псаммитовые и пелитоморфные разновидности. Грубообломочные разновидности бокситов конгломератобрекчиевого облика состоят из разной степени окатанности обломков железных руд и бокситовых пород, размер которых колеблется от нескольких миллиметров до 2—3 см. Местами обломки представлены выветрелыми сланцами. Цементирующая масса в главной своей части представлена тонкодисперсным гелеморфным железисто-бокситовым веществом. Очень часто в составе цемента существенную роль приобретают каолинит и хлорит типа шамозита. Основная масса свободного глинозема в этих разновидностях бокситов сосредото-

точена в цементе, где он представлен гелеморфными красновато-бурыми массами. Глиноземистые минералы, представлены бёмитом, образуют мелкие белесые выделения, под микроскопом имеющие достаточно крупнокристаллическую структуру.

Псаммитовые и пелитоморфные разновидности бокситов отличаются более или менее однородной кирпично-красной окраской и характерным землистым изломом. Реже среди этих бокситов встречаются светлые бокситы. Обломки песчаной размерности состоят из остаточных бокситов. Цемент хлористо-каолинитовый. Дисперсные разновидности бокситов состоят из алюмоферригелей, бёмита, гидрогематита, хлорита и каолинита. Пелитоморфные бокситы иногда обнаруживают мелкобобовое строение. С пелитоморфными бокситами часто ассоциируют сульфатные глины.

По химическому составу переотложенные бокситы весьма разнообразны. Среди них можно проследить непрерывный ряд от ферриаллитов, часто представляющих железо-алюминиевые руды с примерно равным содержанием Fe и  $Al_2O_3$ , до довольно чистых высокосортных бокситов.

Химический состав осадочных бокситов по данным 14 скважин Яковлевского месторождения характеризуется приведенными в табл. 16 данными.

Т а б л и ц а 16

Пределы колебаний	Содержание, %										П. п. п.
	Fe <sub>обц</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	
От	1,80	2,67	21,10	1,36	0,05	0,05	0,58	Следы	0,02	Следы	7,56
До	42,50	29,84	77,50	27,12	2,05	4,89	2,47	0,04	0,156	2,51	29,92
Среднее	16,96	12,59	49,83	9,85	0,19	0,66	1,19	0,02	0,08	0,31	12,45

При проведении поисковых работ на бокситы в условиях рассматриваемого района можно иметь в виду два обстоятельства, благоприятствующих возникновению последних.

На значительной площади КМА (более 60 тыс. км<sup>2</sup>) наиболее благоприятными в отношении развития бокситов должны рассматриваться участки, где палеозойская кора выветривания перекрывается каменноугольными отложениями и особенно те из них, где она залегает под визейскими отложениями (Белгородский район), так как на этих площадях благоприятные палеографические условия (тропический, влажный климат), связанные с верхнедевонско-нижнекаменноугольной эпохой, были наиболее продолжительными. Естественно поэтому поисковые работы на бокситы в первую очередь следует направлять на площади, где кора выветривания перекрывается наиболее молодыми горизонтами каменноугольных отложений.

Поскольку в каменноугольное время для района было характерно развитие островного ландшафта, в котором гряды и холмы, сложенные железистыми кварцитами и контактирующими с ними сланцами, имели неодинаковую высоту, они заливались трансгрессировавшим каменноугольным морем в разное время. Одни из них покрывались морем в бобриковское тульское время, а другие участки сохраняли характер островов до веневского и даже тарусского времени.

Очевидно, что наиболее благоприятными для образования бокситов были те участки распространения сланцевых толщ, окаймляющих же-

лезистые кварциты, которые дольше оставались в островном положении.

Такими участками, сохранившими островной характер вплоть до венева, а в отдельных случаях до тарусса, в пределах района являются:

1. Центральная и южная части Покровской железорудной гряды на протяжении от с. Крюково вплоть до южного окончания ее. Бокситоносность этой полосы связана со сланцами  $K_1$  и  $K_3$ .

2. Лучкинско-Гостищевская железорудная гряда, охватывающая Лучкинскую железорудную залежь и северную часть Гостищевского месторождения. Здесь бокситоносными являются сланцы  $K_1$ .

3. Площадь Мелихово-Шебекинской аномальной зоны, где имеет место чередование сланцевых и железорудных полос шириной от 300 до 700 м.

4. Южный фланг Яковлевской железорудной полосы.

5. Площадь Белгородских аномалий.

Большая часть перечисленных участков сохраняла островной характер до веневого времени, а отдельные участки до тарусского и, таким образом, находилась в наиболее благоприятных условиях для формирования латеритной коры выветривания. Поэтому указанные участки должны рассматриваться как наиболее перспективные для поисков бокситов латеритного типа.

Учитывая генетическую общность бокситов и богатых железных руд и тесную пространственную связь бокситов с богатыми рудами, очевидно, наибольшего внимания должны заслуживать в первую очередь те участки распространения бокситоматеринских пород, которые располагаются в пределах развития мощных залежей богатых железных руд. Интенсивное проявление процессов латеритного выветривания на локальных участках распространения железорудных полос, приведшее к образованию мощных скоплений остаточных железных руд, естественно, должно проявиться и на прилегающих к железорудным полосам сланцевых пачках, образующих склоны поднятий, сложенных железистыми кварцитами. К числу таких участков следует отнести сланцевые зоны, окаймляющие залежь Гостищевского и Малиновского месторождений, южный фланг Яковлевской железорудной залежи.

В связи с плащеобразным характером бокситовых залежей и небольшой их мощностью важное значение в локализации бокситового оруденения имеет ширина выходов бокситоносных сланцев, так как сколько-нибудь крупные скопления бокситов этого типа могут возникнуть только там, где бокситоносные сланцы будут образовывать участки значительных площадных размеров. Поэтому для поисков бокситовых залежей латеритного типа, связанных со сланцевыми толщами, должны выбираться участки, где сланцы образуют значительной ширины полосы, а также те площади, где в силу сложной складчатой структуры сланцы и железорудные полосы многократно повторяются в последокембрийском срезе. К числу таких участков следует отнести площадь Тетеревино-Малиновского магнитогравиационного максимума и площадь Мелиховских аномалий. Интерес к таким участкам в отношении их возможной бокситоносности вызывается и тем, что в пределах их имеется наибольшая вероятность того, что здесь сланцы будут слагать положительные формы рельефа, поскольку они здесь находятся как бы под защитой железистых кварцитов.

Кроме сланцев, бокситы латеритного типа могут образовываться, как уже отмечалось выше, также за счет выветривания сиенитов, основных и ультраосновных пород. До настоящего времени бокситов в коре выветривания этих пород пока не встречено. Одной из причин этого, по-видимому, является то, что освещенные бурением участки их распространения характеризуются равнинным рельефом.

Учитывая приуроченность бокситовых залежей к холмовидным формам погребенного рельефа, целесообразно перед проведением поискового бурения на площадях распространения этих пород выявить геофизическими методами участки с положительными формами рельефа.

Поисковым бурением целесообразно также осветить кору выветривания на сенитовом массиве, расположенном в южной части Белгородского района. Наиболее бокситоносными здесь могут быть периферические зоны этого массива, где кора выветривания, возможно, имеет контактово-линейный характер.

Проблема поисков переотложенных и хемогенно-осадочных бокситов в условиях рассматриваемого района решается еще труднее. По-видимому, благоприятными для локализации этого генетического типа бокситов могут быть депрессии более мелкого порядка — типа оврагов и балок, тяготеющих в своем распространении к железорудным грядам. Правда, поиски этого типа бокситовых залежей сопряжены с большими трудностями в связи со слабой изученностью погребенного микрорельефа докембрийского фундамента. В решении этого вопроса не могут оказать существенной помощи и геофизические методы, так как выявление микрорельефа фундамента находится за пределами разрешающих способностей существующих геофизических методов по причине большой мощности осадочного чехла. Возможными зонами развития бокситов хемогенно-осадочного типа должны являться прибрежные болотные фации каменноугольных отложений, соответствующие михайловскому и веневскому горизонтам, к которым очень часто в районе приурочены сухарные глины. Поиски бокситов этого генетического типа возможны только на основе литолого-фациального анализа нижнекаменноугольных отложений. Однако для выполнения этих работ в региональном плане еще мало фактических данных.

## ГЕНЕЗИС БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Н. И. Свитальский впервые (1933) пришел к выводу о том, что богатые руды КМА представляют собой остаточные продукты выветривания железистых кварцитов.

Согласно его взглядам, процесс рудообразования состоял в идущем сверху вниз замещении сидеритом кварца и силикатных минералов, железистых кварцитов. Процесс окисления (мартитизация), по его мнению, предшествовал процессу сидеритизации.

В дальнейшем гипотезу об элювиальном образовании богатых руд в разных вариантах развивали И. А. Русинович, М. И. Калганов, Б. П. Епифанов, С. И. Чайкин, В. П. Рахманов, И. П. Калинин, И. Е. Куренкина, И. И. Гинзбург и др.

Различные взгляды этих авторов заключались в основном в вопросах о времени и условиях формирования богатых руд.

И. А. Русинович (1937ф, 1948) до 1951 г. считал, как и Н. И. Свитальский, что руды образовались в результате замещения кварца и силикатов сидеритом, карбонатами и хлоритом типа шамозита. Такое замещение он считал возможным на дне водного бассейна, в условиях сидеритовой и шамозитовой геохимических фракций моря. Время образования руд И. А. Русиновичем приурочивалось к низам шигровского горизонта.

В дальнейшем И. А. Русинович (1951ф, 1959) пересмотрел свои взгляды относительно роли процессов карбонитизации и хлоритизации в образовании руд; он стал их рассматривать как наложившиеся на уже существовавшую рудную зону, сложенную рыхлыми рудами<sup>1</sup>.

Карбонатизацию и хлоритизацию он, как и прежде, связывал с условиями бассейнов с восстановительной средой. При этом им допускалось, что здесь кроме цементации рыхлых руд имело место также и метасоматическое замещение кварца и силикатов карбонатами и образование за счет этого карбонатизированных железистых кварцитов и плотных карбонатно-мартитовых руд, распространенных в основании рудных залежей.

М. И. Калганов (1955) считает, что богатые железные руды образовались в континентальных условиях и представляют собой кору выветривания железистых кварцитов и отчасти кристаллических сланцев. Образование руд, по М. И. Калганову, началось, по-видимому, еще в конце верхнего протерозоя и продолжалось затем на протяжении всего кембрия, силура, нижнего и частично среднего девона. Карбонатизацию и хлоритизацию руд он связывает с попаданием рудных залежей, первоначально сложенных рыхлыми рудами, в зону цементации в девонскую, каменноугольную и юрскую эпохи.

И. П. Калинин (1960), придерживаясь концепции о богатых рудах как о коре выветривания железистых кварцитов, на основании наблю-

<sup>1</sup> И. А. Русинович в 1951 г. пришел к выводу, что богатые железные руды образовались главным образом в результате десиликации железистых кварцитов в условиях континентального выветривания, по своему характеру «близкому к латеритному типу», по его мнению существовавшего в нижнем палеозое (1951ф). — *Прим. ред.*

дений соотношений богатых руд с кроющими их породами осадочной толщи на Михайловском месторождении пришел к выводу, что образование богатых руд происходило в короткий континентальный промежуток времени, охватывающий конец среднего девона (мосоловские слои — живетский ярус) и начало верхнего девона (до щигровских слоев).

В. П. Рахманов (1962), являясь сторонником гипергенной гипотезы образования богатых железных руд, рассматривает вопросы генезиса богатых руд на основе анализа парагенетических ассоциаций. Эпигенетическую минерализацию он связывает с инфильтрацией растворов из толщи осадочных пород, перекрывающих залежи богатых руд.

И. И. Гинзбург (1960) рассматривает вопросы генезиса богатых руд КМА на фоне регионального развития латеритных кор выветривания палеозойского возраста.

Им выполнены экспериментальные работы по выщелачиванию кремнезема, которыми доказана возможность выноса кремнезема в гипергенных условиях.

Д. С. Коржинским (1955) богатые руды КМА также рассматривались как образования палеозойской коры выветривания. При этом он подчеркивал «портретное сходство» богатых руд КМА и руд Кривого Рога. Он также считает несомненным существование на КМА богатых магнетитовых руд эндогенного типа. По его мнению, они могут быть встречены в зонах наиболее интенсивного проявления магнезиального и щелочно-магнезиального метасоматоза, поскольку соответствующего типа руды в Кривом Роге связаны с интенсивными процессами железо-щелочного метасоматоза.

А. П. Никитиной и М. Ф. Гончарик впервые в корях выветривания КМА установлены минералы свободного глинозема (бёмит и гиббсит).

Нами разделяются представления о связи богатых железных руд с палеозойской корой выветривания и развиваются положения в направлении выявления факторов, влияющих на локализацию богатых руд, и связи богатых руд с латеритным выветриванием.

Прежде чем приступить к изучению вопроса о генезисе богатых железных руд остаточного типа, ниже коротко рассмотрим сведения о пространственной связи богатых руд с латеритной палеозойской корой выветривания и геохимических особенностях богатых руд КМА, проливающих свет на характер коры выветривания.

Пространственно и морфологически богатые железные руды КМА тесно связаны с палеозойской корой выветривания, имеющей региональное развитие на породах докембрия, как на непосредственно прилегающих к железным рудам, так и на комплексах пород, находящихся на значительном удалении от рудных залежей (рис. 13\*)<sup>1</sup>. По своему составу и строению она имеет отчетливо выраженный латеритный характер. Это доказывается выщелачиванием кремнезема, щелочноземельных элементов и накоплением в остаточных продуктах выветривания глинозема, железа и титана с широким развитием таких характерных для латеритной коры выветривания минералов, как каолинит, гидроокислы железа, минералов свободной гидроокиси глинозема.

Геохимические особенности палеозойской коры выветривания алюмосиликатных пород хорошо видны в приведенном ниже сравнении химического состава различных пород докембрийского фундамента и развитых на них остаточных продуктов выветривания (табл. 17).

Из табл. 17 видно, что палеозойская кора выветривания, развитая на докембрийских породах, характеризуется накоплением полуторных окислов и выносом кремнезема, т. е. обладает полной геохимической

<sup>1</sup> Рисунки, отмеченные звездочкой, приложены отдельно в конце книги.

Компоненты	Плагиограниты		Серпентиниты		Филлитовые сланцы		Гнейсы	
	Свежие	Продукты выветривания	Свежие	Продукты выветривания	Свежие	Продукты выветривания	Свежие	Продукты выветривания
Содержание, %								
SiO <sub>2</sub> . . . . .	67,50	30,76	39,16	25,50	37,04	10,05	67,80	60,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13,8	15,35	2,44	11,76	27,09	50,73	13,66	26,55
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,40	0,71	0,25	0,85	0,99	1,78	0,35	0,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,86	14,57	7,14	10,37	18,31	23,22	3,33	1,17
FeO . . . . .	3,86	16,31	7,78	18,38	1,98	2,48	3,19	1,96
MnO . . . . .	0,007	0,045	0,20	0,22	0,05	0,05	0,11	0,03
MgO . . . . .	1,35	0,25	23,61	16,84	1,07	0,22	1,94	0,05
CaO . . . . .	2,0	0,85	3,35	0,43	0,05	0,03	1,38	0,03
K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O . . . . .	6,8	0,3	2,20	0,28	4,52	0,31	6,36	0,49
H <sub>2</sub> O <sub>крст.</sub> . . . . .	—	—	0,27	—	—	—	0,25	0,63
П. л. п. . . . .	1,38	20,18	11,71	14,79	7,41	11,38	3,81	9,52
Сумма . . . . .	100,024	99,32	98,22	99,42	98,51	100,25	99,89	100,81

общностью с типичными латеритными корами выветривания (рис. 14).

В минеральном составе палеозойской коры выветривания алюмосиликатных пород в зависимости от их состава широкое распространение имеют гидрослюды, каолинит, нонтронит, монтмориллонит, минералы свободной гидроокиси глинозема и гидроокислы железа.

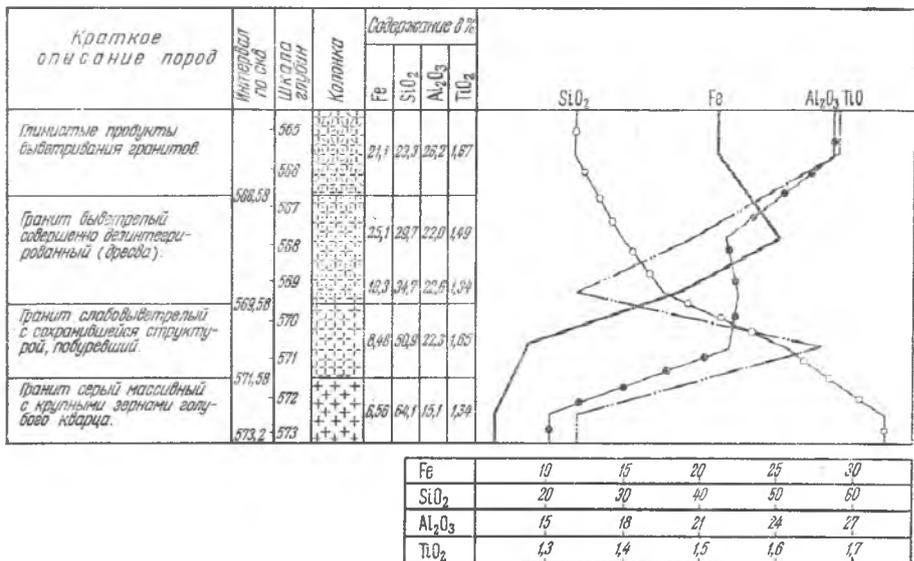


Рис. 14. Кривые изменения содержаний Fe, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> в профиле коры выветривания гранитов. Яковлевское месторождение (скв. 264)

Интенсивная концентрация свободного глинозема, преимущественно в виде бёмита, наблюдается в продуктах коры выветривания филлитовидных сланцев, непосредственно вмещающих железорудную толщу или залегающих внутри последних. В Белгородском районе часто филлитовые сланцы превращаются в аллиты и бокситы (см. табл. 17), мощность которых изменяется от 1—2 до 40 мм. Кора выветривания,

развитая на других петрографических комплексах докембрия, отличается неодинаковым составом.

Так, на гнейсовом комплексе КМА А. П. Никитина (1961) устанавливается наличие нонтронито-гидрослюдистого и монтмориллонито-

Т а б л и ц а 18

Компоненты	Среднее содержание, %					
	Чернянское месторождение		Лебединское месторождение		Яковлевское месторождение	
	Железистые кварциты	Богатые руды	Железистые кварциты	Богатые руды	Железистые кварциты	Богатые руды
Fe . . . . .	30,81	58,87	34,72	59,65	35,2	64,6
	381	404	612	350	54	18
FeO . . . . .	11,89	11,1	16,20	11,70	2,6	1,8
	381	404	611	2	54	18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	30,85	71,84	31,65	72,30	47,45	90,33
	381	404	612	350	54	18
SiO <sub>2</sub> . . . . .	34,31	3,94	41,84	4,97	48,68	3,29
	381	404	608	350	54	18
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,52	2,51	0,13	0,29	0,007	0,08
	44	404	589	8	53	14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,68	3,30	1,20	2,97	0,34	1,71
	44	404	607	350	53	15
CaO . . . . .	5,47	0,34	1,95	0,83	0,20	0,41
	44	16	521	7	50	18
MgO . . . . .	6,38	0,3	2,63	0,48	0,13	0,3
	44	14	521	8	50	18
MnO . . . . .	—	—	0,1	0,06	0,04	0,007
				8	46	18
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,18	0,11	1,02	0,47	0,11	0,17
	9	12				
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,20	0,15				
	9	12		8	46	16
S . . . . .	0,127	0,076	0,102	0,16	0,024	0,07
	381	16	518	350	54	18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,25	0,20	0,23	0,135	0,032	0,23
	381	16	518	350	54	18
П. п. п. с поправкой . . . . .	6,66	6,50	4,30	6,56	0,65	0,71
	44				48	18
Сумма . . . . .	99,517	100,36	101,352	100,865	100,263	99,157

Примечания. 1. Числитель — содержание в %, знаменатель — количество анализов.

2. По Чернянскому месторождению содержания Fe, FeO, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> исчислены по рудам рыхлым и карбонатизированным, вместе взятым. Щелочные и щелочноземельные металлы вычислены по выборочно взятым групповым пробам из рыхлых и слабо карбонатизированных руд.

3. Содержание MnO, Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O в кварцитах Лебединского месторождения взяты по анализам технологических проб.

гидрослюдистого и гидрослюдисто-каолинитового профилей коры выветривания. На гранитах кора выветривания приобретает отчетливо каолинитовый характер с подчиненной ролью гидрослюдистых образований. На основных и ультраосновных породах метабазитовой свиты кора выветривания представлена монтмориллонито-гидрохлоритовыми образованиями. Местами (Больше-Троицкое месторождение) за счет пород метабазитовой серии наблюдается развитие бокситов.

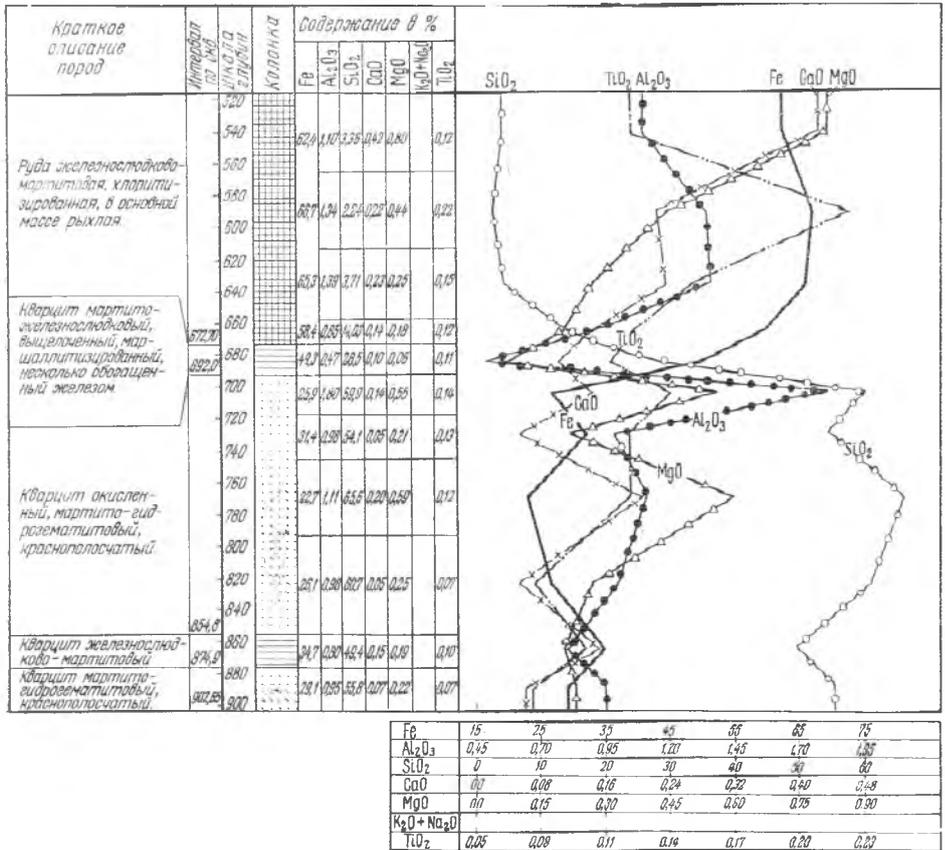


Рис. 15. Кривые изменения содержаний Fe, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO в богатых рудах и залегающих в их основании железистых кварцитах. Яковлевское месторождение (скв. 449)

Богатые железные руды как бы вписаны в региональный профиль палеозойской коры выветривания, соответствующая зоне бокситов и бокситовидных пород, а возможно, и серицито-каолинитовой зоне, развитых на алюмосиликатных породах. Характерно, что мощность коры выветривания обычно возрастает в пределах рудных залежей и вблизи последних, где достигает наибольшей величины.

Кроме чисто пространственной связи богатых железных руд с регионально развитой палеозойской корой выветривания, они обнаруживают сходство с последней и по характеру залегания. Выше уже отмечалось, что главная масса руд характеризуется плащеобразным залеганием, т. е. таким же, как палеозойская кора выветривания, развитая на других комплексах пород, участвующих в строении докембрийского фундамента региона.

Характер геохимических изменений железистых пород в ходе преобразования их в богатые железные руды и генетическая общность

процессов рудообразования с процессами формирования латеритной коры выветривания. Для суждения о сущности геохимических процессов, происходивших при образовании богатых железных руд КМА, в табл. 18 приводится сравнение состава железистых кварцитов первичной зоны и залегающих на них рыхлых богатых руд.

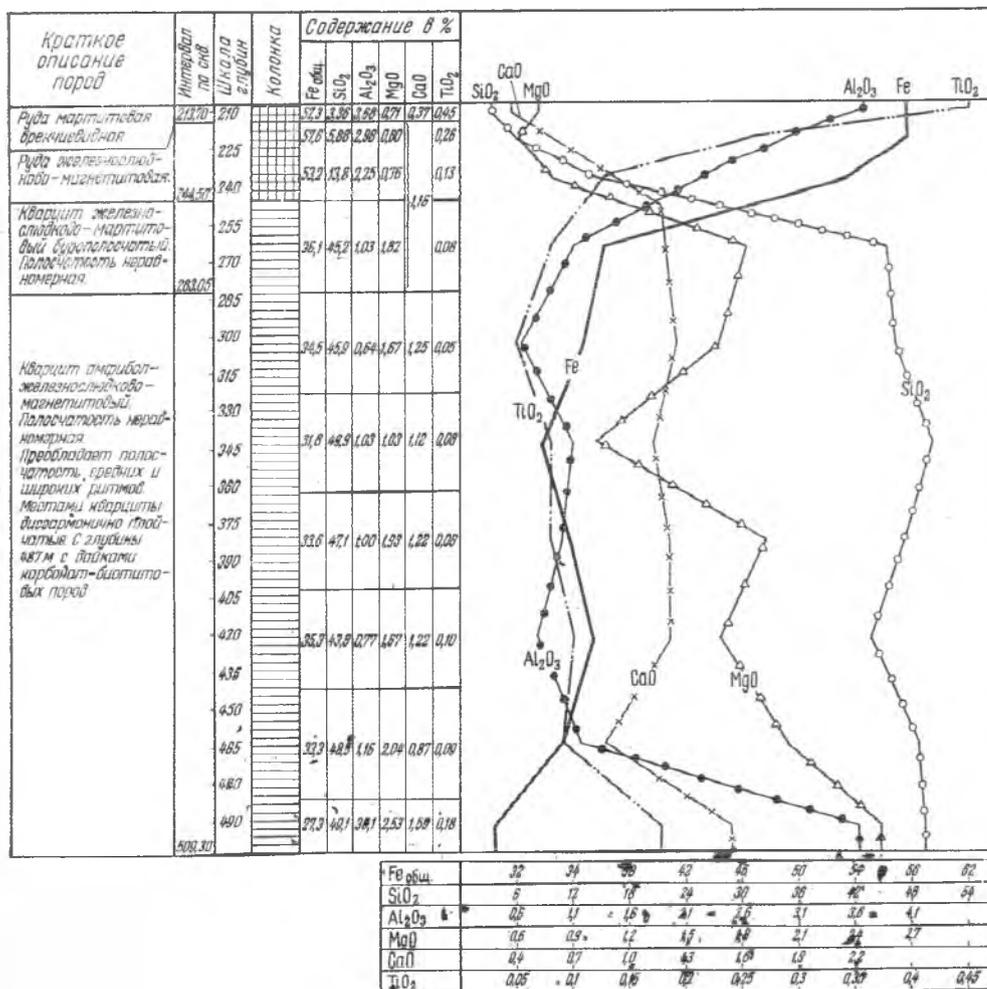


Рис. 16. Кривые изменения содержаний Fe, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, TiO<sub>2</sub> в богатых рудах и железистых кварцитах. Погромацкое месторождение (скв. 295)

Из приведенных в табл. 18 средних содержаний основных компонентов в железистых кварцитах и богатых рудах, а также графиков изменения содержания основных компонентов по мере движения из богатых руд в железистые кварциты (рис. 15, 16) выступают геохимические особенности поведения основных элементов в процессе формирования богатых руд.

При образовании богатых руд железо проявляет необычайно резко выраженное накопление (см. табл. 18) как в форме устойчивых минералов, которые имелись в исходной материнской породе (железная слюдка, мартит), так и в виде вторичных, вновь образованных минералов, представленных гидротированными окислами железа (гётит, гидрогётит, гидрогематит). Сколько-нибудь заметной миграции железа при формировании рыхлых руд не констатируется, что доказывается сохра-

нением в них присущих железистым кварцитам размеров и форм рудных минералов, а также взаимоотношений между ними. Геохимическая трансформация железа на стадии образования рыхлых руд сводилась в сущности только к переходу его двухвалентной формы в трехвалентную.

Характерно, что железные руды с большой мощностью их залежей почти всегда имеют более высокое содержание железа, чем на участках с малой мощностью залежей. Кроме того, как правило, наиболее высокие содержания железа (более 60%) отмечаются в железнослюдковых и железнослудково-мартитовых рудах. В то же время в рудах мартитогидрогематитового состава, образующихся по слабрудным силикатно-магнетитовым кварцитам, содержание железа всегда значительно ниже.

В целом содержание железа в рудах увеличивается по сравнению с содержанием его в кварцитах почти в два раза. В качестве показателя степени концентрации железа в рудах служит отношение  $Fe : SiO_2$  в кварцитах и богатых рудах. В кварцитах оно обычно не превышает 0,8, в богатых рудах колеблется от 6 до 12. Характерно поведение железа по вертикали рудных залежей. Анализ распределения содержания железа по вертикали рудных залежей показывает, что оно характеризуется отчетливо выраженным возрастанием к средним частям рудных залежей.

К почве залежей содержания железа обычно падают, фиксируя постепенный переход богатых руд в железистые кварциты. Иными словами, в направлении к почве рудных залежей наблюдается ослабление процессов накопления железа, что указывает на нисходящий характер процессов рудообразования.

Как показывает расчет баланса железа в карбонатизированных и рыхлых рудах, уменьшение железа в первых полностью компенсируется привнесом эквивалентного количества  $CO_2$  (п.п.п.), которое и фиксировало мобилизованное при воздействии на руды углекислых растворов железо (табл. 19). Часто углекислота связывается с Ca, Mg и Mn.

Таблица 19

Компоненты	Рыхлые богатые руды				Карбонатные руды			
	Вес в %	Вес в % в пересчете на 100	г/100 см <sup>3</sup>	Аккумуляция (+), вынос (-)	Вес в %	Вес в % в пересчете на 100	г/100 см <sup>3</sup>	Аккумуляция (+), вынос (-)
Fe . . . . .	65,57	65,10	222,64	+106,2	55,45	55,19	204,75	-17,89
FeO . . . . .	1,73	1,72	5,88	-1,40	24,48	27,35	101,47	+95,59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	91,84	91,17	311,80	+153,38	48,75	48,52	108,01	-131,79
SiO <sub>2</sub> . . . . .	4,37	4,33	14,82	-144,86	1,68	1,67	6,20	-8,62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,67	0,67	2,29	+0,90	0,30	0,30	1,11	-1,18
MnO . . . . .	0,007	0,007	0,02	-0,11	0,34	0,34	1,26	+1,24
CaO . . . . .	0,50	0,50	1,71	+0,72	2,58	2,57	9,53	+7,82
MgO . . . . .	0,26	0,26	0,89	+0,23	1,88	1,87	6,94	+6,05
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,14	0,14	0,48	+0,28	0,10	0,10	0,37	-0,11
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,10	0,10	0,34	+0,24	0,10	0,10	0,37	+0,03
П. п. п. с поправкой . . .	1,11	1,10	3,77	+1,52	17,27	17,18	63,74	+59,97
Сумма . . . . .	100,73	100	342	—	100,48	100	371	—
Объемный вес .	3,42	—	—	—	3,71	—	—	—

Таким образом, при процессах карбонатизации миграция железа имела местный характер и не выходила за пределы рудных залежей. На ограниченный характер миграции железа внутри рудных залежей при процессах карбонатизации указывает наличие отчетливо выраженной

зональности в карбонатах, цементирующих мартитовые агрегаты. Эта зональность выражена в том, что в непосредственном контакте с рудными зернами карбонаты характеризуются наибольшей железистостью, а по мере удаления от рудных зерен — железистость карбонатов уменьшается и в крупных массах карбонатов центральные части их представлены слабожелезистым карбонатом, а местами чистым кальцитом. Аналогичная картина наблюдается и в инфильтрационных хлоритах, выполняющих интерстиции в рудном агрегате. Уменьшение железистости хлоритов и карбонатов по мере удаления от рудных зерен свидетельствует об ограниченности перемещения железа при процессах карбонатизации и хлоритизации руд.

Кремнезем в процессе образования богатых руд приобретает интенсивную миграцию из зоны их формирования. Содержание кремнезема зависит от мощности рудных залежей. Оно тем меньше, чем больше мощность рудных залежей. В залежах, достигающих 100—200 м, содержание кремнезема составляет 2,6—3,6%.

По вертикали рудных залежей содержание  $\text{SiO}_2$  изменяется следующим образом. В приповерхностных горизонтах рудных залежей кремнезем в рудах содержится хотя и в небольших количествах, но несколько больших, чем в средних частях залежей. Средние горизонты рудных залежей характеризуются наименьшими содержаниями кремнезема. К основанию рудных залежей содержание его снова увеличивается. По содержанию кремнезема часто прослеживается постепенный переход от руд к кварцитам. Возрастание содержания кремнезема в рудах в направлении к почве рудных залежей свидетельствует о нисходящем характере процессов выщелачивания кремнезема.

Важной чертой геохимии кремнезема при формировании богатых железных руд является вынос его из зоны коры выветривания. Ни в пределах последней, ни ниже ее кремнезем не обнаруживает сколько-нибудь заметных признаков концентрации.

Глинозем в богатых железных рудах, так же как и в остаточных продуктах выветривания, развитых на других породах, обнаруживает отчетливую концентрацию. Особенно отчетливая концентрация глинозема наблюдается при образовании гидрогематитовых и гётитовых руд, в которых содержание глинозема достигает 6—10%. Признаков миграции и привноса глинозема при формировании рыхлых руд не констатируется, и различная степень обогащенности руд и содержащихся в них бокситовидных пород глиноземом обусловлена большим или меньшим содержанием алюмосиликатов в материнских породах. Небольшая миграция глинозема отмечается при процессах карбонатизации руд, охватывающих верхние горизонты рудных залежей, в связи с чем карбонатизированные руды характеризуются несколько пониженным содержанием глинозема по сравнению с рыхлыми рудами, залегающими ниже плотных карбонатизированных руд.

Титан, как железо и глинозем, проявляет отчетливо выраженную концентрацию в рудах. Содержание его здесь в 2—3 раза больше, чем в железистых кварцитах. Более отчетливо аккумуляция титана проявляется в продуктах выветривания дайковых пород карбонатно-биотитового состава, содержащихся в толще железистых кварцитов и отличающихся повышенным содержанием этого элемента. Содержание окиси титана в них колеблется от 2 до 6%. Карбонатно-биотитовые дайки имеют весьма широкое распространение на Лебединском и особенно на Чернянском месторождениях. В продуктах выветривания этих даек содержание окиси титана повышается до 8—12%, а в отдельных случаях и до 15—16%. Эпигенетические процессы карбонатизации сопровождаются небольшим выносом титана, в связи с чем верхние горизонты рудных залежей характеризуются несколько меньшим содержанием окиси титана, чем рыхлые руды.

Содержание окиси марганца в железистых кварцитах колеблется от сотых (0,02—0,06%) до первых десятых (0,1—0,2) долей процента при преобладании содержаний 0,03—0,5%. Таким образом, фоновые содержания марганца в кварцитах не превышают его кларка. В богатых рудах содержание марганца подвержено более резким вариациям, чем в кварцитах.

Устанавливается, что повышенное содержание марганца приурочивается к зонам и участкам, претерпевшим карбонатизацию и хлоритизацию. В связи с этим в зоне карбонатных руд содержание марганца обычно выше, чем в залегающих под ними рыхлых рудах.

Однако и в последних по сравнению с железистыми кварцитами также наблюдается заметная концентрация марганца. По данным спектральных анализов (470 проб), среднее содержание марганца в богатых рыхлых рудах составляет 0,075% при содержании в кварцитах 0,033%. Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что формирование богатых руд сопровождалось концентрацией марганца. Стадия эпигенеза, выраженная карбонатизацией и хлоритизацией, характеризуется заметным привнесом его в руды.

В ходе образования богатых железных руд в связи с высокой геохимической подвижностью щелочные и щелочноземельные металлы на разных этапах формирования рудных залежей претерпели то интенсивный вынос, то довольно ощутимый привнос.

Различие в поведении их на разных этапах формирования рудных залежей с достаточной ясностью выявляется сопоставлением содержаний их, с одной стороны, в железистых кварцитах и в рыхлых рудах, с другой, сопоставлением руд, подвергшихся вторичным изменениям, с рудами, не затронутыми последними. Данные о средних содержаниях CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O приведены в табл. 20.

Таблица 20

Компоненты	Яковлевское месторождение			Чернянское месторождение			Южно-Лебединское месторождение		
	Руды карбонатизированные	Руды рыхлые	Кварциты	Руды карбонатизированные	Руды рыхлые	Кварциты	Руды карбонатизированные	Руды рыхлые	Кварциты
CaO . . . . .	1,56	0,36	0,16	2,89	0,41	4,49	1,43	0,83	2,29
MgO . . . . .	0,92	0,47	0,13	0,81	0,29	5,10	0,61	0,43	2,18
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,18	0,18	0,11	0,143	0,145	0,23	0,47	0,34	0,56
Na <sub>2</sub> O . . . . .				0,115	0,12	0,30			
MnO . . . . .	0,31	0,075	0,04	0,34	0,25	—	0,07	0,06	0,04
S . . . . .	0,104	0,057	0,024	0,59	0,057	0,127	0,35	0,166	0,09
P . . . . .	0,015	0,014	0,014	0,086	0,07	0,109	0,053	0,059	0,09
П. п. п. . . . .	9,37	0,67	0,36	8,89	3,0	3,27	13,72	6,33	0,96

Из табл. 20 видно, что рыхлые руды, лишённые эпигенетических новообразований или отличающиеся развитием последних в небольших количествах, характеризуются небольшими содержаниями указанных компонентов, обычно в несколько раз меньшими, чем в железистых кварцитах. Это говорит о том, что первый этап формирования богатых руд, в результате которого образуются рыхлые руды, сопровождается интенсивным выносом щелочей и щелочных земель.

В карбонатизированных и хлоритизированных рудах содержание CaO и MgO вновь возрастает. Как видно из табл. 20, содержание этих компонентов в карбонатизированных рудах по сравнению с рыхлыми увеличивается в 1,5—1,7 раз. Следует заметить, что даже незначительное по интенсивности проявление процессов карбонатизации и хлоритизации руд влечет за собой заметный привнос этих компонентов.

Богатые руды КМА в большинстве своем характеризуются более высоким содержанием серы, чем железистые кварциты. Особенно высокие содержания серы в богатых рудах, достигающие в среднем 0,4—0,7%, характерны для месторождений, имеющих небольшую мощность рудных залежей.

В рудах, не подвергшихся карбонатизации и хлоритизации, сера содержится в ничтожно малых количествах, измеряемых тысячными долями процента, т. е. значительно ниже, чем в железистых кварцитах, где оно колеблется от первых сотых до первых десятых долей процента. В рудах карбонатизированных содержание серы колеблется по отдельным месторождениям от 0,12% (Яковлевское) до 0,5—0,7% (Михайловское). В отдельных рудных телах (Роговский участок) в карбонатизированных рудах содержание серы достигает 2,25%.

Таким образом, устанавливается, что первый этап формирования богатых руд КМА сопровождался достаточно выраженным выносом серы. Во втором этапе, выраженном карбонатизацией и хлоритизацией руд, имел место ее привнос.

В богатых рудах содержание фосфора отличается большей изменчивостью, чем в железистых кварцитах, при этом в рыхлых разностях руд фосфор содержится в несколько меньших количествах, чем в железистых кварцитах. Такое различие указывает на то, что формирование богатых руд сопровождалось миграцией некоторого количества фосфора и выносом его за пределы рудных залежей. Последующие процессы хлоритизации и карбонатизации руд сопровождалась привносом фосфора, в связи с чем хлоритизированные и карбонатизированные руды характеризуются некоторой обогащенностью фосфором, содержание которого в них составляет в среднем 0,02—0,03%<sup>1</sup>, при содержании в рыхлых 0,014%.

Таким образом, геохимическое поведение фосфора в рудообразующем процессе аналогично поведению серы.

Данные о содержании редких элементов приведены в табл. 21, составленной на основании обработки около 500 спектральных анализов.

Таблица 21

Компоненты	Кларки (по А. П. Виноградову, 1962 г.)	Железистые кварциты		Богатые руды	
		Содержание, %	Количество проб	Содержание, %	Количество проб
Ni . . . . .	0,0058	0,0017	500	0,004	440
Co . . . . .	0,0018	0,0003	490	0,0007	456
Cr . . . . .	0,0083	0,0012	473	0,0027	449
Mn . . . . .	0,00011	0,00014	357	0,0006	208
W . . . . .	0,00013	Не обн.	487	Не обн.	493
Zr . . . . .	0,017	0,0002	499	0,0015	430
Nb . . . . .	0,002	Не обн.	486	Не обн.	440
Cu . . . . .	0,0047	0,013	356	0,0027	212
Pb . . . . .	0,0016	0,00016	355	0,0016	206
Zn . . . . .	0,0083	0,0029	577	0,0077	502
Sn . . . . .	0,00025	0,00026	507	0,0003	480
Ga . . . . .	0,0019	0,0003	560	0,0005	511
Be . . . . .	0,00038	0,00046	549	0,0008	507
Sc . . . . .	0,001	В отдельных пробах	450	0,0001	421
La . . . . .	0,0029		0,00056	476	0,0009
Jt . . . . .	0,0029	0,0003	461	0,0012	454
B . . . . .	0,0012	0,0069	101	0,0078	209

<sup>1</sup> Содержание фосфора приведено по Яковлевскому месторождению.

Из табл. 21 видно, что Co, Ni, Cr, Cu, Zr, La, It, содержащиеся в кварцитах в количествах ниже кларковых, измеряемых десятитысячными долями процента, а также Mo и V, присутствующие в количествах, превышающих кларковые, обнаруживают отчетливую концентрацию в рудах; содержание их возрастает в 2—3 раза. Содержание меди в железистых кварцитах варьирует от тысячных до сотых долей процента, в богатых рудах меди содержится еще меньше. Среднее содержание ее в богатых рудах составляет около 0,003% при содержании в кварцитах 0,013%. Таким образом, Cu в процессе формирования богатых руд обнаруживает вынос. Zn и Pb, содержащиеся в кварцитах в тысячных и десятитысячных долях процента (т. е. ниже кларковых содержаний), в рудах присутствуют в количествах, приближающихся к кларковым, т. е. характеризуются некоторым накоплением в рудах. В и Sn присутствуют в кварцитах и рудах в десятитысячных долях процента, причем почти в одинаковых количествах в тех и других. Отчетливую концентрацию в рудах обнаруживает также германий, содержащийся в количествах, превышающих кларк. Характерно при этом, что повышенные концентрации германия большей частью связаны с маргитовыми и гидрогематито-маргитовыми рудами, в которых содержание германия повышается до 4-кратной величины против содержаний в материнских породах.

Для понимания генетических особенностей богатых руд КМА особое значение имеет поведение Co, Cr, Ni. Накопление их в рудах является весьма примечательным фактором, поскольку известно, что концентрация указанных элементов весьма характерна для образований латеритной коры выветривания, для которой они являются типоморфными элементами. Ta, Hf, Cd, In, Ib, Te, W, Nb, Bi, Ag в богатых железных рудах и железистых кварцитах спектральными анализами обнаружены не были.

Резюмируя сказанное о геохимических особенностях богатых железных руд, мы с достаточной очевидностью можем сделать вывод, что в геохимическом отношении образование богатых железных руд, характеризующееся выносом щелочных, щелочноземельных элементов и кремнезема, сопровождается одновременно накоплением полуторных окислов железа и глинозема, а также малых элементов (титан, марганец, кобальт, никель, хром), обладает полной общностью с латеритным процессом и поэтому богатые руды должны рассматриваться в качестве своеобразного ферритного аналога латеритной коры выветривания. Эта аналогия еще больше усиливается отмеченной выше пространственной связью богатых железных руд с латеритной корой выветривания, развитой на породах, слагающих прилегающие к ним обширные пространства, а также тесной связью богатых железных руд с бокситовыми залежами, встречающимися как внутри железорудных тел, так и в породах лежащего и всякого боков. Генетическая связь залежей богатых железных руд с латеритной корой выветривания является естественной, поскольку интенсивное выщелачивание кремнезема в условиях гипергенеза, являющееся ведущим рудообразующим процессом, может происходить только в физико-химической обстановке, благоприятной для формирования латеритной коры выветривания.

**Условия образования и основные факторы локализации богатых железных руд КМА.** Выше было показано, что в геохимическом отношении богатые железные руды КМА являются гомологом латеритной коры выветривания, при формировании которой, как хорошо известно, кремнезем приобретает способность к миграции и выносу, а соединения железа сохраняют мобильность и благодаря этому концентрируются на месте.

В связи с выносом кремнезема и других балластных компонентов

в условиях КМА происходит естественное обогащение первоначально бедных железом железистых кварцитов с образованием богатых железных руд.

Общезвестными экспериментальными работами И. И. Гинзбурга и Е. С. Кабановой (1960) установлено, что в условиях опыта, близких к гипергенным, кварц растворяется в воде в таких же количествах, как и в условиях больших температур и давлений. Так, И. И. Гинзбург (1955) указывает, что даже чистая вода растворяет заметные количества горного хрусталя, не говоря уже об опале, который растворяется действительно в значительных количествах даже при 25°. При этом, по его данным, наибольшей растворяющей способностью кварца обладают воды, содержащие  $\text{Na}(\text{HCO}_3)$ . По данным К. Б. Краускопфа (заимствовано из работы Г. И. Бушинского, 1964 г.), растворимость кремнезема в воде при 0° находится в интервалах 50—80 мг/л, а при 25° — 100—140 мг/л. При этом этим исследователем отмечается, что величина рН в пределах 2—8 практически не влияет на растворимость кварца.

В последнее время в литературе имеются данные (Г. И. Бушинский, 1964 г.) об агрессивности в отношении кремнезема (кварца) дождевых вод, не уступающей гидротермальным водам.

Выщелачиванию кварца из железистых кварцитов способствовала тонкозернистая структура пород, в которых размер зерен кварца изменяется обычно от сотых долей до 0,1 мм. Однако и в железистых кварцитах выщелачивание кварца происходило крайне неравномерно и оно определялось структурно-текстурными особенностями кварцитов, в частности размером зерен и шириной кварцевых прослоек. Наиболее полный вынос кремнезема и наибольшее распространение выщелачивания кремнезема на глубину наблюдается в тонкозернистых и тонкослоистых железослюдковых и магнетитовых разновидностях кварцитов. В кварцитах грубополосчатых, отличающихся, как правило, более крупной размерностью кварцевых зерен, выщелачивание кварца идет значительно более замедленными темпами; часто здесь выщелачивание кремнезема не идет дальше маршаллитизации, в связи с чем грубополосчатые пачки железистых кварцитов нередко образуют в рудных залежах останцы.

Выщелоченный кремнезем, по-видимому, выносился и концентрировался в Днепровско-Донецкой впадине и в Московской синеклизе, где в отложениях нижнего карбона (бобриковский и тульский горизонты) мощности кремнисто-глинистых и кремнисто-карбонатных пород достигают 25 м и более.

Минеральный состав руд, в частности участие в них окисных минералов железа (гематит, мартит, гидрогематит, гидрогётит), указывают на то, что образование богатых железных руд сопровождалось интенсивными процессами окисления и гидролиза силикатов. В связи с интенсивностью проявившихся процессов окисления руды КМА отличаются слабыми магнитными свойствами, что обусловило резкое ослабление напряженности магнитного поля в пределах развития мощных скоплений богатых руд (мартитизация магнетита).

Относительно временных соотношений процессов окисления, с одной стороны, и выщелачивания кремнезема, с другой, существует две точки зрения. И. П. Калинин (1960), И. А. Русинович (1959) и Д. Н. Утехин (1962) полагают, что процессы мартитизации и десиликации железистых кварцитов при образовании богатых руд КМА разновременные, происходившие в разные геологические эпохи, причем окислительные процессы предшествовали процессам выщелачивания<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> И. А. Русинович (1959) считает, что при образовании богатых железных руд КМА процессы выщелачивания кремнезема предшествовали окислению. — *Прим. ред.*

Вполне допустимо, что процессы окисления могли проявляться самостоятельно и не сопровождалась выщелачиванием кремнезема. Это возможно в аридные эпохи, когда процессы выщелачивания кремнезема не могли проявляться в сколько-нибудь крупных масштабах и выветривание сводилось только к физической дезинтеграции и окислению. Однако обособление во времени процессов окисления от процессов выщелачивания кремнезема не объясняет наблюдаемых в действительности соотношений между богатыми рудами и окисленными железистыми кварцитами. Богатые железные руды пространственно связаны с окисленными железистыми кварцитами. Ни на одном из месторождений КМА не наблюдалось случая, чтобы богатые руды залежали среди неокисленных железистых кварцитов. В местах развития рудных тел, уходящих на глубину, последние всегда сопровождаются ореолом окисленных железистых кварцитов, при этом окисленные кварциты своей конфигурацией повторяют форму рудных тел. Если признать, что выщелачивание кремнезема было более поздним процессом, чем процесс окисления, то тесная связь богатых руд с окисленными кварцитами была бы необязательной. Богатые руды, очевидно, могли бы выходить за пределы окисленных кварцитов, но пространственная связь богатых руд с окисленными железистыми кварцитами указывает на сопряженность во времени процессов мартитизации и выщелачивания кремнезема. Одновременность процессов окисления и десиликации вполне естественная и с чисто химической стороны, поскольку известно, что высокая окисляющая способность воды сочетается со щелочным ее характером. В связи с тем, что образование богатых руд КМА связывается с выносом кремнезема из материнских пород, который становится мобильным в щелочной среде, то и окисление магнетита неизбежно должно происходить одновременно с выщелачиванием кремнезема<sup>1</sup>. Д. С. Коржинский, рассматривая вопросы генезиса руд Кривого Рога, указывает, что образование основной части железных руд саксаганского типа происходило одновременно с экзогенными процессами окисления и выщелачивания окружающих пород. Говоря о сопряженности процессов выщелачивания и окисления, следует отметить, что всюду процессы окисления распространяются на большую глубину, чем процессы выщелачивания, однако с глубиной они так же, как и последние, затухают. Наибольшая глубина окисления и десиликации пород наблюдается вблизи висячего бока толщи кварцитов Яковлевского месторождения. Здесь процессы окисления отмечаются на глубине 600—700 м от поверхности докембрия, т. е. на 150—200 м глубже зоны выщелачивания кремнезема.

Процессы десиликации и окисления пород при рудообразовании протекают в разных породах по-разному и приводят к различной степени изменения их.

В кварцитах железнослудковых, отличающихся довольно простым составом, отсутствием силикатов или малым содержанием их, процессы рудообразования выражаются только выщелачиванием кварца.

Ввиду того что рудные минералы в железнослудковых и мартитовых рудах в ходе их образования не претерпевают существенных изменений, в них наблюдается унаследованность некоторых структурных особенностей, присущих материнским породам.

Конечным продуктом разложения алюмосиликатов является образование гидроокислов железа и глинозема. Весьма характерно при этом, что железистые силикаты в результате гипергенного гидролиза преобразуются в разные гидроокислы железа. Устанавливается,

<sup>1</sup> Автор, очевидно, не располагает сведениями о сидерито-магнетитовых рудах, встречающихся на Гостинцевском месторождении. — *Прим. ред.*

что такие силикаты, как щелочные амфиболы, эгирин, куммингтонит, а также карбонаты железа, разлагаясь, дают в качестве конечных продуктов разложения охристо-желтые гидроокислы железа (гётит и гидрогётит). В результате этого по существенно щелочноамфиболовым и карбонатно-куммингтонитовым кварцитам образуются лимонитовые руды. Такие силикаты, как биотит, роговые обманки, гидролизуясь, превращаются в красные гидроокислы железа. В связи с этим по существенно биотитовым и роговообманковым породам возникают гидрогематитовые руды красновато-бурого цвета с разными оттенками. В значительных количествах красные гидроокислы железа образуются при выветривании биотитовых микросланцев подрудной и надрудной толщ, где они придают им красновато-бурый цвет. Некоторые силикаты, также, как куммингтонит и биотит, в одних случаях разлагаются с образованием охристо-желтых гидроокислов железа, в других — в качестве конечных продуктов разложения дают красные гидроокислы железа. Физико-химическая сторона образования по одним и тем же силикатам различных конечных продуктов разложения осталась слабоизученной, но имеются некоторые факты, позволяющие объяснить это различие. Так, на Чернянском месторождении, как уже отмечалось, в нижнем горизонте верхней кварцевой подсвиты широко развиты жильные породы карбонатно-биотитового состава, в которых в процессе латеритизации биотит разлагается с образованием охристо-желтых гидроокислов железа (возникают по ним лимонитовые руды); в то же время биотит сланцевых толщ, в составе которых отсутствуют щелочные амфиболы и карбонаты, разлагается с образованием красных гидроокислов железа. Это дает основание полагать, что в тех случаях, когда силикаты железа типа роговой обманки и биотита ассоциируют с карбонатами Ca и Mg или щелочными амфиболами, создающими при выветривании локальные участки с повышенными значениями pH, разложение их идет с образованием охристо-желтых гидроокислов железа.

В связи с глубокими процессами разложения алюмосиликатов и силикатов железа при латеритизации филлитовых сланцев образование гидрогематитовых, лимонитовых руд и бокситов сопровождается коренной перестройкой структур исходных пород с образованием новых структур. Гидрогематитовые и гётит-гидрогётитовые (лимонитовые) руды в большинстве своем приобретают землистый и колломорфный характер.

Таким образом, синьки (железнослюдково-мартитовые), красковые (гидрогематито-гётито-гидрогётитовые) руды и бокситы представляют собой литологические разновидности единого латеритного профиля коры выветривания. Развитие в латеритном профиле в одних случаях богатых железных руд, в других — бокситов и бокситовидных пород (ферриаллитов) предопределено различием состава исходных пород. Следует отметить, что синьки и красковые руды, с одной стороны, и гидрогематито-гётитовые руды и бокситы, с другой, иногда связаны между собой постепенными переходами в связи с развитием среди перечисленных выше типов руд образований промежуточного состава. Между бокситами и гидрогематито-гётитовыми рудами такими переходными образованиями являются ферриаллиты, являющиеся в промышленном отношении железоглиноземными рудами. Наличие таких промежуточных разновидностей, как ферриаллиты и синькоокраски (мартито-гидрогематитовые руды), являются лишним доказательством генетической общности богатых железных руд и бокситов.

В становлении рудных залежей большую роль сыграли процессы карбонатизации и хлоритизации руд, с которыми связана существенная трансформация минерального и химического состава руд и структурно-текстурного облика их.

Для правильного понимания роли процессов карбонатизации в образовании богатых руд необходимо учитывать следующие характерные особенности локализации карбонатизированных руд и структурные особенности развития карбонатов и хлоритов в рудах. В частности, карбонатизированные руды в главной своей массе приурочиваются к верхним горизонтам рудных залежей. В значительно меньших количествах карбонаты концентрируются в нижних частях рудных залежей на границе с железистыми кварцитами. Большая часть рудных залежей представлена рыхлыми пористыми рудами.

Карбонаты и хлориты наряду с образованием послонных скоплений и выполнением интерстиций в полиэдрических агрегатах мартита часто образуют микроинкрустационные формы выделений, выстилая стенки пустот и каверн в рудах. Характерно также, что послонные скопления карбонатов в рудах характеризуются почти мономинеральным составом и наличием совершенно незначительных количеств реликтового кварца, что вместе с часто наблюдаемым инкрустационным характером карбонатов свидетельствует о том, что последние в большинстве случаев выполняли имевшиеся в рудах пустоты и полости, подготовленные процессами выщелачивания кварца из исходных пород, претшествующими карбонатизации.

Приведенные данные позволяют с полным основанием говорить об эпигенетическом характере процессов карбонатизации и хлоритизации, связанных с инфильтрационными процессами, происходившими после образования рыхлых пористых руд.

Относительно природы процессов карбонатизации и хлоритизации богатых руд следует заметить, что здесь наметились две точки зрения. Одна из них, развиваемая М. И. Калгановым (1955), связывает процессы карбонатизации с инфильтрацией карбонатных растворов из осадочной толщи, кроющей рудные залежи. Другая точка зрения, высказанная М. Н. Свистальским и поддерживаемая нами, связывает карбонатизацию и хлоритизацию руд с заболачиванием местности, сопровождавшем девонскую, каменноугольную и юрскую трансгрессии, причем заболачивание наиболее интенсивно проявлялось в нижнекаменноугольную и юрскую трансгрессии, в связи с чем и процессы карбонатизации наиболее интенсивно выражены под каменноугольными и юрскими отложениями. Под девонскими отложениями эти процессы развиты менее интенсивно, что, очевидно, следует ставить в зависимости от того, что девонская трансгрессия в пределах КМА сопровождалась весьма слабым развитием болотных фаций. Каждый из этапов заболачивания, сопряженный с указанными выше трансгрессиями, отличался качественной спецификой фациальных условий. Различие этих условий обуславливает и некоторую специфику связанного с инфильтрацией болотных вод эпигенетического минералообразования в рудах в разные эпохи.

Так, эпигенетическое минералообразование, связанное с заболачиванием, сопровождавшим девонскую трансгрессию, представлено развитием кальцита. Заболачивание, сопутствующее каменноугольной трансгрессии, сопровождалось интенсивным развитием сидерита и хлорита. Причем в Ново-Оскольском районе хлоритизация развита в количествах, соразмерных с карбонатизацией, а местами количественно преобладает над последней.

Итак, в образовании богатых железных руд КМА отчетливо выделяется два этапа.

1. Образование рыхлых высокопористых руд мартито-железнослюдкового, гидрогематитового и гидрогётитового состава, представляющих собой элювиальные продукты латеритного выветривания железистых кварцитов и железисто-силикатных пород (хлорито-амфиболово-биотитовые сланцы и эгириниты).

В ходе латеритного выветривания из железистых кварцитов почти полностью был выщелочен кварц, а железо накапливалось главным образом в виде гематита, мартита и вновь образованных гидроокислов железа, образуя залежи сильно пористых (20—40%) богатых железных руд. При латеритном выветривании слюдисто-хлоритовых сланцев с небольшим содержанием кварца, залегающих внутри железорудной толщи и во вмещающих ее толщах, образуются бокситы и бокситовидные породы.

2. Эпигенетический этап охватывает процессы изменения остаточных руд, выраженные карбонатизацией и хлоритизацией их. В результате этих процессов руды в верхних горизонтах приобретают существенно сидеритовый состав и массивно-полосчатое сложение. Изменение минерального состава руд сопровождается также изменением и химического состава, заключающемся в том, что руды в верхних горизонтах залежей по сравнению с рыхлыми некарбонатизированными разностями отличаются несколько меньшим содержанием железа, местами снижающимся до 50—45%, при содержании его в некарбонатизированных рудах до 55—62%. С карбонатизацией руд связан привнос серы и в связи с этим заметное загрязнение их серой. Среднее содержание ее в карбонатизированных рудах колеблется для отдельных месторождений от 0,15 до 0,3%. В карбонатизированных рудах также несколько повышается содержание CaO и MgO, сумма которых в этих рудах достигает 1,5—2%, при содержании их в некарбонатизированных разновидностях, обычно не превышающем 0,6—1,0%.

В связи с широким проявлением при формировании богатых руд КМА инфильтрационных процессов карбонатизации и хлоритизации, сопровождавшихся проявлением в составе руд ряда эпигенетических минералов, очевидно, более правильно относить богатые железные руды КМА не к чисто остаточным, а к остаточным с наложенными инфильтрационными процессами. Отнесение месторождений богатых железных руд КМА к остаточно-инфильтрационному типу более полно отражает генетическую сущность богатых руд и разнообразие процессов, принимавших участие в их формировании.

Приуроченность богатых железных руд КМА к выходам пластов железистых пород на поверхность докембрия, вертикальная зональность строения рудных залежей богатых руд и тесная пространственная связь с регионально развитой палеозойской латеритной корой выветривания, а также минеральный состав свидетельствуют об их постпротерозойском времени образования.

**Структурно-геоморфологические и палеогеографические условия формирования палеозойской латеритной коры выветривания и связанных с ними богатых железных руд.** Установление генетической общности богатых руд с латеритной корой выветривания свидетельствует о том, что образование богатых руд могло происходить только в эпоху с благоприятными для латеритообразования климатическими условиями, а именно в жарком и влажном климате. И. И. Гинзбург (1960) отмечает также, что особенно благоприятными для образования латеритной коры выветривания являются приморские тропические и субтропические климатические условия.

Залегание богатых руд под покровом нижнекаменноугольных (визейских) и верхнедевонских отложений свидетельствует о довизейском и доверхнедевонском времени образования богатых руд. Однако слишком широкий стратиграфический диапазон континентального периода, охватывающего в пределах территории КМА кембрий, ордовик, силур и девон, обуславливает возможность существования кор выветривания различного возраста.

А. А. Дубянский (1934) и С. Г. Вишняковым (1964) латеритная

кора выветривания на базальтах и осадочных породах среднего и верхнего девона была установлена на юге Воронежской области. Верхнедевонский возраст коры выветривания здесь устанавливается перекрытием ее мамонской свитой, относимой к верхнему девону, а местами к нижнему карбону.

В вопросах о возрасте коры выветривания, развитой на докембрийском фундаменте КМА, и богатого оруденения, связанного с ней, существуют различные точки зрения. А. А. Дубянский (1934) относит ее к верхнему девону, И. А. Русинович (1956ф, 1959) — к нижнему палеозою (кембрий, силур), М. И. Калганов (1955) — к периоду с конца верхнего протерозоя до верхнего девона и только в Старо-Оскольском районе от среднего карбона до нижней юры, И. П. Калинин (1960) — к небольшому промежутку времени, охватывающему позднеживетское и раннефранское время, и Б. П. Епифанов (1955, 1959) — к протерозою.

Противоречивость суждений о времени образования богатых руд вызвана скудностью данных о палеогеографических условиях центральной части Русской платформы в нижнепалеозойское время (кембрий, ордовик, силур), поскольку отложения этих систем на площади Воронежского кристаллического массива, а также на смежных площадях не установлены. Некоторые данные о палеогеографических условиях в нижнем палеозое имеются по районам Прибалтики, Валдайской впадины, Московской синеклизы (в северной части платформы), Подолья, Причерноморья и Белорусского массива.

По данным Д. И. Наливкина (1962), Н. Е. Чернышева (1958), Е. П. Браунс (1958), Г. Н. Алиховой (1958), О. И. Никифоровой (1958), в районе южного склона Московской синеклизы и Валдая, а также в пределах Белорусского массива отложения кембрия представлены в основном красноцветной толщей песчано-глинистых пород с прослоями и линзами доломитов, гипса и ангидрита, являющихся по М. Н. Страхову (1962), фациями архидных климатических условий. Исходя из этих данных, Воронежский кристаллический массив вместе с большей частью Украинского щита в кембрийское время располагался в аридном климатическом поясе, не благоприятном для образования латеритной коры выветривания.

В ордовике в нижней половине силура в центральной части Русской платформы, по-видимому, господствовали гумидные климатические условия, на что указывает наличие в ордовикских и нижнесилурийских отложениях, развитых в Прибалтике и в северной части Московской синеклизы, горючих сланцев и железистых образований.

Судя по широкому развитию фауны с толстостенными раковинами, а также карбонатных пород в ордовикских и нижнесилурийских отложениях, гумидный климат в это время был теплым тропическим или субтропическим. Об этом свидетельствует наличие ряда горизонтов, пруроченных к межформационным перерывам, претерпевшим интенсивное химическое выветривание. Это дает основание полагать, что ордовик и нижняя половина силура в центральных районах Русской платформы, по-видимому, были эпохами, благоприятными для формирования латеритной коры выветривания на породах кристаллического фундамента. С конца среднего и начала верхнего силура на платформе отчетливо обозначается аридизация климата и окончательно аридные условия стабилизируются в течение нижнего и среднего девона вплоть до франского времени.

Аридный климат этих эпох на территории КМА убедительно доказывается развитием в девоне в области Московской синеклизы и Днепровско-Донецкой впадины галогенных отложений (каменной соли, гипса).

Наиболее благоприятной для рудообразования в районе КМА,

по-видимому, являлась эпоха, охватывающая верхний девон и нижний карбон, поскольку в это время район КМА находился в зоне тропического климата, являющегося благоприятным для формирования латеритной коры выветривания. Причем в эту эпоху Воронежский кристаллический массив занимал островное положение среди девонского и каменноугольного морей, покрывающих обширные пространства Русской платформы, и поэтому КМА в это время характеризовался приморско-островной разновидностью тропического климата, особенно благоприятного для латеритного выветривания. Существование в верхнедевонско-нижнекаменноугольную эпоху тропического климата доказывается широким развитием в верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложениях карбонатных пород, содержащих обильную теплолюбивую фауну (кораллы, брахиоподы, фораминиферы). Тропические климатические условия в верхнедевонско-нижнекаменноугольную эпоху подтверждаются также присутствием в отложениях соответствующих этим эпохам горизонтов, претерпевших интенсивное выветривание, сопровождаемое накоплением гидроокислов железа. Так, в северных районах КМА И. П. Калинин (1960) красноцветная кора выветривания отмечается на старооскольских слоях среднедевонских отложений. Мощность коры выветривания, развитой на старооскольских слоях, достигает 20 м. Отчетливые следы выветривания с обогащением продуктов выветривания гидроокислами железа и каолинитом установлены в районе с. Чернянка в песчано-глинистой толще (мамонские слои), значительная часть мощности которой, по Д. Н. Утехину (1962), отвечает фаменскому ярусу.

На связь образования богатых железных руд с верхнедевонской и нижнекаменноугольной эпохами указывает отчетливо фиксируемая коррелируемость мощности рудных залежей с возрастом пород, образующих кровлю в диапазоне от верхнедевонского до визейского времени (рис. 17).

Таким образом, на протяжении длительного континентального развития региона, охватывающего кембрий, ордовик, силур и большую часть девона, в пределах КМА намечаются две возможные эпохи, благоприятные для рудообразования: ордовикская и верхнедевонско-нижнекаменноугольная. Однако геологические данные с полной очевидностью свидетельствуют, что главная масса богатых руд образовалась в верхнедевонское и особенно в нижнекаменноугольное (турнейское) время. Основанием для такого вывода служит различие мощностей рудных тел под верхнедевонскими и нижнекаменноугольными отложениями. На Михайловском месторождении, где руды лежат под старооскольскими и воробьевскими слоями, мощность их залежей не превышает 15—20 м. На месторождениях Белгородского района (Яковлевское, Гостищевское и др.), где кровля рудных залежей образована разными горизонтами визейских отложений, средняя мощность рудных залежей резко увеличивается до 100 м и более.

Верхнедевонско-нижнекаменноугольный возраст коры выветривания в районе КМА достаточно хорошо увязывается с верхнедевонско-турнейским возрастом латеритной коры выветривания Северо-Онежского района.

Структурно-геоморфологические условия кристаллического фундамента в пределах территории КМА в верхнедевонское и нижнекаменноугольное время представляются в следующем виде.

Кристаллический фундамент региона к этому времени представлял собой пенепленизированную равнину, на которой железистые кварциты, как более стойкие по отношению к процессам химического выветривания породы, образовывали грядобразные холмы с относительной высотой 5—100 м, вытянутые в северо-западном направлении. Воронежский кристаллический массив на севере был ограничен Мо-

сковской синеклизой в виде пологого погружения его склона; на юге склон этого массива характеризовался крупными ступенчатыми разломами, проходившими к югу от г. Белгорода, по которым южный край Воронежско-Донецкой кристаллического массива был приподнят над Днепровско-Донецкой впадиной, покрытой верхнедевонскими и нижнекаменноугольным морями. Ввиду такого структурного положения

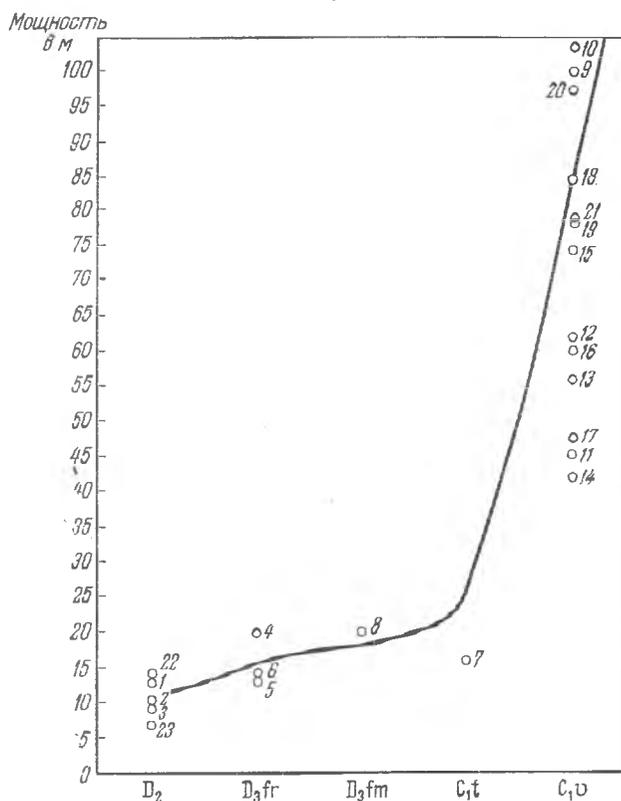


Рис. 17. График изменения мощности рудной залежи в зависимости от возраста пород кровли в стратиграфическом диапазоне верхний девон — нижний карбон

Месторождения: 1 — Михайловское; 2 — Курбакинское; 3 — Ново-Ялтинское; 4 — Лебединское; 5 — Стойленское; 6 — Коробковское; 7 — Погромцецкое; 8 — Чернянское; 9 — Яковлевское; его участки: 10 — Висловский; 11 — Смородинский; 12 — Гремучинский; 13 — Верхоненско-Ивнянский; 14 — Покровская залежь; 15 — Мелихово-Шебекинское; 16 — Тетеревино-Малиновское; 17 — Ольховатское; 18 — Гостищевское; его участки: 19 — Хохлово-Дальнеиугуменский; 20 — Лучкинский; 21 — Больше-Троицкое; 22 — Салтыково-Александровское; 23 — Огибнянское

поверхности кристаллического фундамента территория КМА в верхнедевонское — нижнекаменноугольное время в геоморфологическом отношении имела форму горста с равнинной поверхностью, наклоненной к северу. Этот уклон погребенной поверхности прослеживается в Белгородском районе и в настоящее время по характеру довизейской гидрографической сети, выявленной работами Л. С. Богуновой, С. Г. Вишнякова и Н. П. Хожайнова (1962).

По геоморфологическим условиям площадь КМА в среднем палеозое (верхний девон — нижний карбон) напоминала современный Крым (рис. 18).

Приподнятость кристаллического фундамента здесь обусловила развитие мощной зоны дренажа и истечения. Создались благоприят-

ные структурно-геоморфологические предпосылки для промывания vadозными водами кристаллических пород докембрия на большую глубину, что и привело к формированию мощной коры выветривания. Однако эти условия не были одинаковыми на всей территории КМА, так как продолжительность верхнедевонско-нижнекаменноугольного континентального этапа развития в разных районах была различной. Наиболее продолжительный континентальный режим был в юго-западной части территории КМА, где он существовал до визейского времени. В северных и центральных районах к концу среднего и в первой половине верхнедевонского времени кристаллический фундамент

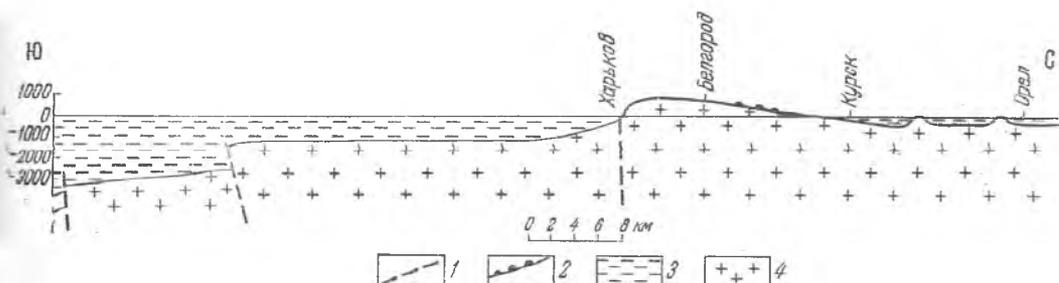


Рис. 18. Структурно-геоморфологический разрез Воронежского кристаллического массива в районе КМА в верхнедевонскую — нижнекаменноугольную эпоху

1 — разломы; 2 — доинжекаменноугольная поверхность выравнивания с грядобразными поднятиями, образованными железистыми кварцитами; 3 — морской бассейн верхнедевонской-нижнекаменноугольной эпох; 4 — кристаллический фундамент

был уже покрыт морем. Лишь в пределах локальных зон и участков (Михайловская гряда и Старо-Оскольское поднятие) благодаря их островному положению континентальный период на них сохранился до штигровского времени верхнего девона. К тому же районы северного склона Воронежского кристаллического массива имели форму равнины, полого погружающейся в сторону Московской синеклизы. Поэтому там не было необходимого гипсометрического превышения над прилегающей с севера местностью и не было благоприятных условий для возникновения мощных зон для дренажа и образования мощной коры выветривания. По этой причине кора выветривания в этих районах развита слабо, ее мощность обычно не превышает 30 м. На территории Белгородского и Ново-Оскольского железорудных районов континентальные условия существовали до турнейского (Ново-Оскольский район) и визейского (Белгородский район) времени. Лишь в северной части Ново-Оскольского района, в присводовой части антеклизы, кристаллический фундамент покрыт мамонской толщей верхнего девона. Таким образом, в южных районах благоприятные климатические условия для формирования латеритной коры выветривания были более продолжительными, чем в других районах КМА. Образованию здесь мощной коры выветривания благоприятствовало также положение в непосредственной близости к Днепровско-Донецкой впадине, где базис эрозии на протяжении длительного времени понижался, что способствовало увеличению зоны истечения и дренажа в смежной с ней части Воронежского кристаллического массива и благоприятствовало возникновению мощной коры выветривания. Благоприятное сочетание структурно-геоморфологического и палеогеографического факторов способствовало формированию здесь мощной коры выветривания. Следовательно, положением района в платформенной структуре определяются условия формирования руд и поэтому структурная позиция той или иной площади является региональным фоновым рудоконтролирующим фактором. Однако на фоне этого фактора развитие коры выветривания и связанных с ней залежей богатых руд

в значительной мере зависит от структурных и литологических особенностей пород самой железорудной формации, которые, как будет сказано ниже, либо способствовали усилению региональных условий факторов рудообразования, либо, наоборот, резко ослабляли их.

**Структурно-тектонические условия залегания свиты железистых кварцитов, как факторы, влияющие на образование и локализацию богатых железных руд.** Локализация богатых железных руд в существенной степени определяется структурной обстановкой размещения железистых кварцитов.

В литературе (Доброхотов, 1955; Гершойг, 1964) имеется указание о том, что образование руд аналогичного типа определяется в основном наличием синклинальных структур, предопределяющих артезианский характер циркуляции подземных вод. Не отрицая важной роли синклинальных структур в образовании руд данного типа, следует вместе с тем заметить, что имеющиеся данные по локализации богатых руд на месторождениях КМА показывают, что признанием за синклинальными структурами решающего структурного рудоконтролирующего фактора невозможно удовлетворительно объяснить все разнообразие форм локализации богатого оруденения. Имеется много синклинальных структур, сложенных железистыми кварцитами, в которых рудообразование проявлено в ограниченных масштабах, хотя эти структуры и расположены в одинаковых региональных структурно-геоморфологических условиях со структурами, характеризующимися развитием в них богатых руд большой мощности. Больше того, почти во всех синклинальных структурах района КМА установлено, что циркуляция вод в них не имела артезианского характера и ограничивалась самыми верхними, приповерхностными частями структур, о чем свидетельствует приуроченность выветрелых и окисленных пород к поверхностным частям этих структур. В глубинных частях синклинальных структур породы не претерпевают никаких гипергенных изменений, они свежие и не несут признаков выветривания, в то время как при артезианском характере циркуляции процессы окисления и выветривания пород должны распространяться на всю глубину структур.

Данные разведочных работ свидетельствуют о том, что более существенную роль в процессах рудообразования при прочих равных условиях имеют углы падения пород и наличие тектонически ослабленных зон, которые, как показывает распространение зон выветривания и окисления, определяли глубину циркуляции вадозных вод. Циркуляция подземных вод в кристаллическом массиве, в свете имеющихся данных, в большинстве своем имела трещинный характер и определялась проявлением трещинно-дизъюнктивных дислокаций.

В связи с определяющей ролью крутизны падения пластов в рудообразовании находит объяснение локализация наиболее мощных рудных залежей к структурам глубокого заложения, обладающих крутыми углами падения слагающих их пород (Яковлевское и Гостищевское месторождения).

Структуры с пологим залеганием пластов железистых кварцитов характеризуются, как правило, небольшой мощностью богатых руд; нередко в них имеет место почти полное затухание процессов рудообразования, причем это наблюдается как в антиклинальных, так и в синклинальных складках. Примером этому может служить южная часть Хохловско-Игуменского участка, приуроченного к антиклинальному сопряжению Яковлевской и Гостищевской синклиналей, и Соловьевский участок, расположенный в области южного замыкания Яковлевской синклинали.

В пределах указанных участков железистые кварциты характеризуются почти горизонтальным залеганием, и залежи богатых желез-

ных руд на обоих участках имеют малые мощности, а местами совершенно отсутствуют.

Отмечая большую роль трещинно-дизъюнктивных нарушений в рудообразовании, особенно для руд, уходящих на значительную глубину, надо подчеркнуть, что более благоприятными для развития богатых руд являются продольные тектонические зоны, совпадающие с общим простираем докембрийских пород, поскольку они приводят к образованию более протяженных рудных тел. К поперечным разломам, секущим складчатые структуры, сложенные железистыми кварцитами, под тем или иным углом приурочены более локальные зоны развития богатого оруденения, в пределах которых богатые руды имеют характер карманообразных углублений. Связь образования руд, уходящих на глубину, с разломами подчеркивается тем, что эти руды, имеют характер типичной тектонической брекчии. Развитию руд, уходящих на глубину, способствуют и зоны межпластовых подвижек, проявляющиеся обычно на контакте железистых кварцитов с верхней сланцевой свитой. Рудоконтролирующая роль этого контакта хорошо выражена на Яковлевском месторождении. Причиной развития в пределах этой зоны богатого оруденения, распространяющегося на большую глубину на Яковлевском месторождении, по-видимому, является послонная физико-механическая анизотропия этой части разреза. Зона контакта свиты железистых кварцитов с верхней сланцевой свитой часто представлена чередованием сланцевых и железисто-кварцитовых пластов, характеризующихся физико-механической контактностью, которая при тектонических деформациях ведет к раскрытию межслоевой отдельности и образованию ослабленных зон, выраженных интенсивным рассланцеванием и расслоением пород. Повышенная трещиноватость содействовала усилению циркуляции вадозных вод, результатами которой явилось формирование коры выветривания линейного типа, распространяющейся на большую глубину.

Влияние на локализацию богатых железных руд оказывают также резкие изгибы в простираии структур. Наиболее отчетливо это можно наблюдать на Больше-Троицком месторождении, на котором мощное оруденение приурочено к центральной части структуры, где резко меняется простираие полосы железистых кварцитов с северо-запада на юго-запад. Процесс рудообразования здесь, по-видимому, интенсифицируется образованием открытых трещин расслоения, способствующих усилению циркуляции вадозных вод.

Благоприятными для образования крупных концентраций богатых железных руд остаточного типа являются сложноскладчатые узлы. Положительная роль этих структур в локализации богатых руд состоит в том, что в пределах их железистые кварциты образуют обширные массивы, обладающие в эрозионном срезе значительными площадными размерами, что является одним из необходимых условий для образования крупных залежей богатых руд площадного типа. Именно поэтому к этому типу структур и приурочена большая часть промышленных месторождений КМА.

Рудоконтролирующие факторы, связанные с литолого-текстурно-структурными особенностями пород железорудной свиты. Локализация богатых железных руд в существенной степени контролируется текстурно-структурными особенностями и составом самих материнских пород. Имеющиеся данные показывают, что наиболее интенсивное рудообразование при прочих равных условиях приурочено к горизонтам железистых кварцитов, сложенных железнослюдковыми тонкополосчатыми разновидностями (джеспилитами) и к магнетито-хлоритовым породам, приуроченным к висячему боку толщи железистых кварцитов, за счет которых образуются мартито-гидрогематитовые руды. Благоприятными для образования богатых руд являются и щелочноамфибо-

ловые кварциты с сильно редуцированными кварцевыми прослоями. В магнетито-силикатных кварцитах (аналоги криворожских роговиков), характеризующихся грубо- и широкополосчатыми текстурами с шириной кварцевых прослоев до 2—3 мм и более и крупнозернистой структурой кварца, рудообразование выражено слабо.

Различная интенсивность процессов рудообразования в конечном счете обуславливает различную мощность богатых руд и крайне прихотливую нижнюю границу рудных залежей. Наибольшая мощность богатых руд обычно приурочивается к горизонтам тонкополосчатых железнослюдковых кварцитов и магнетито-хлоритовых пород, а наименьшая — к грубополосчатым кварцитам. Даже на площадях Белгородского района грубополосчатые кварциты очень часто образуют останцы, не подвергшиеся оруденению, выступающие среди богатых руд в виде разных размеров безрудных «окоп».

Особенностями структур и текстур железистых кварцитов часто обусловлен отчетливо выраженный линейнопластовый характер процессов рудообразования. Причем линейнопластовый тип оруденения, при котором богатые руды распространяются местами на большую глубину, обычно контролируется обогащенными железом тонкополосчатыми и микрополосчатыми мартиито-железнослюдковыми кварцитами.

Отчетливое проявление линейнопластового оруденения прослежено разведочными работами на Яковлевском месторождении. Здесь установлено, что рудные залежи, связанные с линейнопластовой корой выветривания (напоминающие руды криворожского типа), приурочены к горизонтам джеспилитовидных тонкополосчатых железистых кварцитов, в которых руды на отдельных участках распространяются на значительную глубину.

Развитие руд, уходящих на глубину, на контакте железистых кварцитов со сланцами верхней свиты, наряду со структурными особенностями этого контакта, по-видимому, в значительной мере контролируется и распространением магнетито-хлоритовых и железнослюдково-хлоритовых пород. Характерно, что распространение руд на глубину в области этого контакта установлено только на тех участках, где в разрезе имеются указанные породы. С выклиниванием этих пород по простиранию исчезают и руды, уходящие на глубину. Роль текстурно-литологического фактора достаточно отчетливо можно проследить также на Чернянском и Гостищевском месторождениях. В структурном отношении оба эти месторождения представляют собой синклиналильные складки открытого типа, сложенные железистыми кварцитами. Структурно-тектонические условия для образования богатых руд в пределах этих месторождений были весьма близкими. Однако локализация богатых руд в них резко различна. На Чернянском месторождении при общем плащеобразном характере залежи мощность богатых руд увеличивается к бортам месторождения, а в ядре синклинали она резко сокращается и местами отсутствует. На Гостищевском месторождении наблюдается совершенно иной характер локализации богатых руд; на нем рудная залежь имеет отчетливо выраженную мульдообразную форму. Различие в развитии богатых руд на указанных месторождениях объяснить структурными особенностями месторождений невозможно, но это различие удовлетворительно объясняется разными текстурно-петрографическими особенностями материнских пород.

Так, на Чернянском месторождении бортовые части его сложены богатыми щелочноамфиболо-магнетитовыми и железнослюдково-магнетитовыми железистыми кварцитами со средне- и тонкополосчатыми текстурами, а центральная часть месторождения сложена бедными грубополосчатыми куммингтонито-магнетитовыми кварцитами. По-

сколькx для образования руд более благоприятными являются тонкополосчатые железослюдково-магнетитовые и щелочноамфиболовые разновидности кварцитов, а в грубополосчатых разновидностях процессы рудообразования проявляются слабо, становится понятной и приуроченность более мощных залежей богатых руд к бортовым частям Чернянского месторождения. На Гостищевском месторождении бортовые части его сложены грубополосчатыми куммингтонито-магнетитовыми кварцитами, а центральная часть сложена железослюдково-магнетитовыми тонкополосчатыми разновидностями кварцитов, поэтому здесь мощное оруденение развито в центральной части месторождения.

Интенсивность процессов рудообразования зависит и от степени метаморфизма железистых кварцитов. Подмечено, что в железистых кварцитах мощность руд при прочих равных условиях, как правило, значительно меньше, чем в слабо метаморфизованных разновидностях. Так, на площадях Прохоровских и Корочанских аномалий, находящихся в геологической обстановке, аналогичной аномалиям Старо-Оскольского узла аномалий, но отличающихся более интенсивным метаморфизмом железистых кварцитов, мощность богатых руд обычно не превышает нескольких метров и лишь в отдельных случаях увеличивается до 8—10 м.

С учетом влияния на рудообразование приведенных структурно-текстурных особенностей материнских пород становится ясной закономерность пространственного распространения на территории КМА крупных залежей богатых руд в региональном плане. Состоит она в том, что все крупные месторождения сосредоточены в центральных частях основных структурных единиц региона. Так, в пределах Курско-Белгородской структурной зоны к осевой части ее тяготеют Михайловское и Ново-Ялтинское месторождения Курско-Орловского района и крупнейшие месторождения Белгородского района (Яковлевское, Гостищевское, Хохлово-Дальне-Игуменское и др.). В Старо-Оскольско-Щигровской структурной зоне все выявленные промышленные месторождения (Лебединское, Стойленское, Погромецкое, Чернянское) сосредоточены также в центральной ее части. В периферических частях этих структурных зон пока не найдено ни одного значительного месторождения. Такая пространственная локализация железорудных месторождений объясняется прежде всего строением железорудной свиты и ее фациальной зональностью в региональном плане.

Центральные части основных синклинирных зон КМА характеризуются наибольшей мощностью толщи железистых кварцитов, которые к тому же представлены преимущественно железослюдково-магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми разновидностями тонко- и среднеполосчатой текстуры, являющихся благоприятными для образования богатых руд.

В краевых частях основных структурных зон, где железорудная свита представлена кварцитовыми пачками небольшой мощности, сложными преимущественно грубо- и широкополосчатыми разновидностями кварцитов, неблагоприятными для рудообразования, залежи богатых руд характеризуются малой мощностью, большой вытянутостью и небольшой шириной. Сколькo-нибудь крупные залежи богатых руд в периферических частях районах КМА не обнаружены. Вместе с тем краевые зоны распространения железорудной свиты ввиду фациального замещения железистых кварцитов сланцами благоприятного состава для образования бокситов представляют существенный интерес в отношении возможности выявления бокситов.

Следовательно, на образование богатых руд оказывало влияние большое количество факторов и только совокупным действием их в сочетании с благоприятными палеогеографическими и геоморфологиче-

скими условиями возникли мощные залежи богатых руд. Действие одного из благоприятных факторов, по-видимому, не могло привести к образованию мощных залежей руд. Поэтому причину разнообразия мощностей руд и их морфологии на месторождениях КМА следует искать в совокупном действии описанных выше процессов. На основании этих факторов представилось возможным осуществить районирование территории КМА с выделением в ее пределах районов и подрайонов, различающихся по сочетанию рудоконтролирующих факторов и степени рудоносности.

По мнению Л. И. Мартыненко (1961), богатые руды КМА по условиям образования и залегания не отличаются от богатых руд Кривого Рога, где образование их он связывает с межформационным континентальным перерывом, предшествовавшим отложению верхней сланцевой свиты. В связи с этим он считает, что и богатые руды КМА представляют собой образования не палеозойской, а протерозойской коры выветривания, приуроченной к перерыву в осадконакоплении между железорудной и верхней сланцевой свитами. В качестве подтверждения своих предположений он считает, что на Яковлевском месторождении богатые железные руды вблизи границы железистых кварцитов с верхней сланцевой свитой нередко распространяются на значительную глубину.

Материалы разведки всех месторождений КМА, данные по эксплуатации Лебединского и Михайловского месторождений, а также результаты доразведки руд Яковлевского месторождения полностью опровергают эту точку зрения.

# ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ РАЙОНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

## БЕЛГОРОДСКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ РАЙОН

Белгородский железорудный район ограничен на юге широтой г. Шебекино, а на севере широтой г. Обояни. Западная граница его условно проводится по линии Белгород — Обоянь, а восточная — по линии с. Большая Троица — Короча — Ржава. Административно район входит в состав Белгородской области и только небольшая северная часть его принадлежит к Курской области. Площадь его составляет около 3800 км<sup>2</sup>. В пределах этого района расположены многочисленные магнитные аномалии южной части юго-западной полосы КМА. По величине залежей богатых руд и по запасам их Белгородский район является крупнейшим в железорудном бассейне КМА.

В орографическом отношении площадь района находится в бассейне верховья р. Северный Донец и его левых притоков рек Разумная, Корень, Нежеголь, пересекающих его центральную часть. В северной и северо-восточной частях площадь района дренируется верховьями рек Ворскла, Псёл и их притоков. Долины этих рек довольно широкие и глубокие. Долина р. Северный Донец на большей своей части широкая, с заболоченной поймой. Русла рек почти на всем протяжении узкие и неглубокие, извилистые, часто теряются в заболоченных поймах. Центральная часть района пересекается железнодорожной и автодорожной магистральями Москва — Харьков.

Западнее района проходит железная дорога Белгород — Готня. От ж.-д. ст. Томаровка этой дороги до Яковлевского месторождения в последние годы проведена железнодорожная ветка протяженностью 22 км.

На юг от Белгорода идет железнодорожная ветка с выходом на магистраль Харьков — Балашов — Челябинск. В этом районе расположены Яковлевское, Гостищевское, Больше-Троицкое, Ольховское, Тетеревино-Малиновское, Мелихово-Шебекинское месторождения богатых железных руд. Из них Яковлевское и Гостищевское тяготеют к г. Белгороду и находятся в 10—30 км к северу и востоку от него.

Первые сведения о наличии богатых железных руд в этом районе получены в 1953—1964 гг. в процессе буровых работ, проводившихся с целью изучения границ Большого угольного Донбасса. В этот период на площади между Обоянью, Яковлево, Белгородом и Прохоровкой пробурено около десятка скважин, вскрывших кристаллический фундамент и мощную (около 150 м) залежь богатых железных руд (у с. Яковлево).

Открытие этих руд явилось основанием для постановки широких поисково-разведочных работ в Белгородском районе в 1954—1959 гг. На площади около 3000 км<sup>2</sup> была проведена аэромагнитная съемка, а затем комплексная наземная геофизическая съемка (магнитная, гравиметрическая) в масштабе 1:50 000 и сейсмопрофилирование. Этими работами был выявлен характер магнитного и гравитационного полей, оконтурены границы распространения железистых кварцитов, вызывающих магнитные и гравитационные аномалии, а также составлена схематическая карта гипсометрии кристаллического фундамента.

На площади района было выявлено семь аномальных полос, вытянутых в северо-западном направлении: Яковлевская, Покровская, Лучкинско-Гостищевская, Тетеревинская, Ольховатско-Малиновская, Южно-Ольховатская (Щелковская) и Корочанско-Больше-Троицкая. Эти геофизические данные были положены в основу поисково-разведочных работ на железные руды, начатых в 1954 г. и продолжающихся по настоящее время Белгородской железорудной экспедицией.

Первыми же скважинами, пробуренными в районе с. Яковлево для оценки перспектив встреченного в 1953 г. оруденения, установлено наличие очень крупных залежей богатых руд Яковлевского месторождения.

В 1955 г. было принято специальное решение о форсировании в Белгородском районе поисковых и разведочных работ на богатые железные руды с целью получения в кратчайший срок промышленной оценки Яковлевского месторождения и перспективной оценки Белгородского железорудного района в целом.

В осуществление этого решения разведочные работы в районе были развернуты широким фронтом. Одновременно с детальной разведкой Яковлевского месторождения осуществлялись поисковые работы, охватившие многие площади гравитационно-магнитных аномалий. Следует отметить, что открытие Яковлевского месторождения, приуроченного к слабой магнитной аномалии, явилось поворотным пунктом в направлении и методике поисково-разведочных работ на богатые руды в районе.

С этого времени главное внимание при поисках концентрировалось на аномалиях слабой магнитной интенсивности. Для более уверенного картирования участков с мощной зоной окисления в железистых кварцитах, с которой связано богатое оруденение, магнитная съемка комплексовалась с гравиметрией и сейсморазведкой.

На основании анализа геофизических материалов для проведения поисковых работ были выделены участки, аналогичные Яковлевскому участку с мощным оруденением, которые характеризуются слабым напряжением магнитного поля (до 7—10 тыс. *гамм*) и сопровождаются повышенными гравитационными аномалиями с избыточной плотностью (0,5—0,8 *мг/см*). В отдельных местах в пределах этих участков отмечено интенсивное гашение сейсмических волн, указывавшее на наличие крупных залежей богатых железных руд.

Бурением на Лучкинском, Малиновском и Гостищевском аномальных участках вскрыты крупные залежи богатых руд мощностью от 100 до 200 м.

В 1957—1960 гг. поисковым бурением освещаются также и менее интересные в отношении развития богатых руд остаточного типа Мелиховская, Шебекинская, Корочанская и Ольховская площади аномалий. На всех указанных аномалиях было также установлено наличие богатых руд сравнительно небольшой мощности.

В 1960—1961 гг. поисковыми работами была выявлена мощная (до 200 м) залежь богатых руд на Больше-Троицкой аномалии.

Таким образом, в результате проведения широких поисковых работ за относительно короткое время в Белгородском районе были выявлены: Яковлевское, Гостищевское, Тетеревино-Малиновское, Ольховатское, Мелихово-Шебекинское и Больше-Троицкое месторождения, выдвинувшие этот район в число крупнейших железорудных районов страны. Из них первые два были разведаны детально.

В результате поисково-разведочных работ по району получен обильный фактический материал о составе и распространении богатых железных руд, по стратиграфии, петрографии и структуре докембрийского кристаллического фундамента.

Для правильных представлений о стратиграфии и структуре докембрия района принципиальное значение имело установление структуры и стратиграфического разреза докембрия в пределах Яковлевского (С. И. Чайкин) и Гостищевского (И. А. Русинович) месторождений. Установление структуры указанных месторождений облегчило дешифровку структуры докембрия района в целом.

В геолого-структурном отношении описываемый район располагается в области юго-западного склона Воронежского кристаллического массива. Кристаллический фундамент здесь залегает на значительной глубине, под более мощной толщей осадочных пород, чем в других районах. Мощность этой толщи постепенно увеличивается с северо-востока на юго-запад.

В северо-восточной части района на площадях Прохоровских и Ольховатских аномалий кристаллический фундамент залегает на глубине от 300 до 420 м, в южной и юго-западной частях района глубина возрастает до 660—700 м. На площадях детально разведанных месторождений мощность осадочной толщи в среднем равна 500—550 м; в южной части района на Мелихово-Шебекинском месторождении района она увеличивается до 600—650 м.

В геологическом строении района участвуют докембрийские кристаллические породы и отложения каменноугольной, юрской, меловой, третичной и четвертичной систем.

Наиболее древние образования, участвующие в строении докембрийского кристаллического фундамента в районе, принадлежат к архейской группе, представленной в основном парагнейсами обоянской серии, прорванными интрузиями гранитов, сопровождаемыми мигматизацией. Ограниченное распространение в этом комплексе имеют амфиболовые гнейсы, амфиболиты и серпентиниты, образующие среди обычных биотитовых двуслюдяных гнейсов небольшой мощности пачки. В этом же комплексе встречены кристаллические сланцы и амфиболо-магнетитовые кварциты, отличающиеся от аналогичных пород протерозойского комплекса более интенсивным метаморфизмом.

Породы архейского комплекса наиболее широко распространены в периферических частях района, где ими сложены обширные площади. В центральной части района они по сравнению с протерозойскими образованиями имеют ограниченное распространение, слагая межаномальные зоны, соответствующие антиклинальным структурам. Крупное поле, сложенное гнейсами, выделяется в северной части района, на площади между Яковлевско-Покровской и Ольховатской аномальными зонами.

На гранито-гнейсовом субстрате залегает протерозойский комплекс, представленный михайловской (метабазитовой) и курской сериями.

Михайловская серия (Mh), сложенная породами спилито-кератофировой формации, отвечает начальным этапам формирования протерозойской геосинклинали. Заложение геосинклинального протерозойского трога, по-видимому, сопровождалось возникновением обрамляющих его глубоких разломов, по которым шло проникновение основной магмы с образованием вулканогенного комплекса, слагающего михайловскую серию.

В подчиненных количествах в этом вулканогенном комплексе содержатся прослои и пачки сланцев и туфогенных пород. Местами среди пород этого комплекса встречены небольшой мощности пачки железистых кварцитов. Сланцевые прослои обычно приурочены к верхней части серии, где они перемежаются с кератофирами и их туфами. Среди пород метабазитовой серии района встречаются синорогенные интрузии гипербазитов, имеющих пластовый характер. Породы, слагающие спилитовые потоки и пластовые залежи гипербази-

тов, метаморфизованы с превращением в амфиболиты и серпентиниты. Вулканогенные образования михайловской серии в Белгородском районе имеют небольшое распространение и небольшую мощность, не превышающую 300—500 м.

Наиболее крупный выход пород михайловской серии известен в районе сел. Ивня и Верхопенье, где они обрамляют северное замыкание синклинальной структуры Яковлевского месторождения. Второй участок распространения этого комплекса установлен в восточном крыле Яковлевской синклинали в районе д. Береговое. В виде пачки небольшой мощности (85—100 м) и протяженности породы михайловской серии вскрыты в районе д. Смородино, в западном крыле Яковлевской синклинали, где они представлены зелеными амфиболо-хлоритовыми сланцами. Характер залегания их на архейском комплексе остается не установленным, так как полная мощность не вскрыта.

В восточной части района, вдоль восточного крыла Белгородского синклинория, имеющиеся данные свидетельствуют об отсутствии здесь пород метабазитового комплекса.

Более широкое распространение пород михайловской серии предполагается в южной части района. Здесь геофизическими съемками выявлен ряд гравитационных аномалий, сопровождаемых слабыми магнитными полями. Своим положением в региональной структуре эти аномалии отвечают предполагаемому развитию пород метабазитовой серии. В настоящее время в этой части района михайловская серия пока установлена лишь в ядре антиклинали между Больше-Троицкой и южным продолжением Ольховатской аномалий.

Из перечисленных участков распространения михайловской серии наиболее полным разрезом она представлена в районе д. Береговое, где в ее строении выделяются две толщи: нижняя — амфиболитовая и верхняя — эффузивно-осадочная.

Амфиболитовая толща представлена амфиболитами, содержащими прослой хлоритовых сланцев. Среди амфиболитов отмечаются основные породы типа порфиритов и диабазов, образующие силлообразные залежи. Эти породы отличаются микродиабазовой и микропорфировой структурами.

Осадочно-эффузивная толща сложена кератофирами, кварцевыми порфирами, их туфами и чередующимися с ними кварцево-биотито-хлоритовыми сланцами (типа филлитов). В составе этой толщи отмечены пачки железистых кварцитов. Собственно эффузивные образования слагают нижние горизонты толщи, в верхних горизонтах ее преобладающее развитие имеют сланцы и туффиты.

Курская метаморфическая серия (К) представлена слабо метаморфизованными терригенными и хемогенными осадочными образованиями. В полных разрезах протерозоя курская серия залегает на михайловской серии. Однако ввиду того что михайловская серия имеет в районе неповсеместное распространение, в ряде мест, в частности в районе Ольховатской аномалии и Яковлевского месторождения, курская серия лежит на гранито-гнейсовом субстрате архея. Характерно, что в этом случае под базальным горизонтом метапесчаников курской серии выделяется маломощный горизонт (до 10 м) осветленных кварцево-мусковитовых сланцев, представляющих собой, по-видимому, метаморфизованную допротерозойскую кору выветривания пород архея. В Белгородском районе она пока вскрыта одной скважиной на Яковлевском месторождении. В последнее время кварцево-мусковитовые породы аналогичного типа в большом количестве скважин установлены на Чернянском месторождении в Ново-Оскольском районе, где они развиты на мигматитах под метапесчаниковым горизонтом. Установление их в разных частях КМА свидетельствует о широком региональном распространении этих пород, что хорошо согласо-

ывається с указанной выше их генетической природой. Курская метаморфическая серия в районе представлена всеми тремя свитами: нижней — песчаниково-сланцевой ( $K_1$ ), средней — железорудной ( $K_2$ ) и верхней — сланцевой ( $K_3$ ).

Нижняя песчаниково-сланцевая свита ( $K_1$ ), сложенная аркозовыми песчаниками и филлитовыми сланцами, по имеющимся данным, залегает согласно без признаков углового несогласия на породах метабазитовой и гранито-гнейсовой серий. Аркозовые песчаники слагают нижнюю часть, выделяемую под названием песчаниковой подсвиты ( $K_1^1$ ), являющейся выдержанным базальным горизонтом курской серии. Мощность песчаниковой подсвиты изменяется от 50 до 200 м. Наибольшую мощность (200 м) песчаниковая подсвита имеет в районе Яковлевского и Гостищевского месторождений (в западной части района). В восточной части района (Ольховатские аномалии) мощность подсвиты значительно меньше, чем в западной части района, и обычно не превышает 20—30 м, при этом песчаники приобретают более крупнозернистый облик. Еще дальше к востоку, в пределах Прохоровских аномалий, расположенных в сводовой части Курско-Корочанского антиклинория, песчаниковая подсвита имеет мощность не более 10—15 м. По своему положению в разрезе песчаниковая подсвита хорошо коррелируется с аркозо-песчаниковым горизонтом криворожской серии.

Филлитовые сланцы слагают верхнюю часть свиты, выделяясь в виде подсвиты  $K_1^2$ . Сланцы массивного облика, местами с неясно выраженной полосчатостью темно-серого и пепельно-серого цвета, простого минерального состава. Они состоят из кварца и микрочешуйчатых агрегатов слюды. По соотношению кварца и слюды подсвита отчетливо подразделяется на два горизонта. Нижний представлен существенно кварцевыми филлитами, а верхний сложен бескварцевыми или с небольшим содержанием кварца филлитами. В восточной части района, вдоль Ольховатской аномальной полосы, породы этой подсвиты испытывают более высокий метаморфизм и слагающие ее сланцы приобретают более крупнораскристаллизованный характер, а в составе их получают развитие гранат и ставролит. Мощность филлитов сланцевой подсвиты подвержена резким колебаниям. В пределах Ольховатской аномалии мощность ее не превышает 50 м. В районе Яковлевского месторождения она в ряде мест достигает 400—500 м.

В общем наблюдается достаточно отчетливо выраженное выклинивание сланцевой подсвиты в восточном направлении в сторону Курско-Корочанского антиклинория.

Средняя железорудная свита ( $K_2$ ) залегает на сланцах  $K_1$  согласно, часто с нечетко выраженной границей. В самое последнее время на Яковлевском месторождении (профиль III, скв. 390) в базальном горизонте свиты железистых кварцитов ( $K_2^1$ ) отмечены конгломераты и ассоциирующие с ними песчаники. Наличие их свидетельствует о том, что местами железистые кварциты лежат на размытой поверхности подстилающих пород. Учитывая, однако, что конгломераты и песчаники в основании железорудной свиты имеют локальное распространение, размыв был неповсеместным.

В связи со сложноскладчатой структурой протерозойского комплекса железистые кварциты на площади Белгородского района образуют семь полос (Яковлевская, Покровская, Гостищевская, Тетереви́нская, Малиновская, Ольховатская и Корочанско-Больше-Троицкая), картируемых геофизическими методами в виде полосовых магнитных и гравитационных аномалий. Большая часть аномальных полос имеет значительную протяженность, достигающую 80—100 км.

В главной своей части железорудная свита сложена железистыми кварцитами. Им подчинены филлитовидные сланцы, представлен-

ные обычно прослоями небольшой мощности и линзами, не выдержанными по простиранию. Количество сланцевых пластов, содержащихся в этой свите, изменчиво; на Яковлевском месторождении их от 2 до 5 и они обычно ассоциируют с горизонтами гидрогематито-мартитовых (силикатно-магнетитовых ниже зоны окисления) кварцитов. В отдельных местах (южный фланг детально разведанного участка Яковлевского месторождения) за счет фациального изменения горизонтов  $K_2^5$  и  $K_2^7$  количество сланцевых прослоев увеличивается до 10—12. Истинная мощность сланцевых пластов обычно меньше 2 м, и лишь отдельные пласты достигают 5—10 м. В пределах Покровской и следующей к востоку Лучкинско-Гостищевской полос железистых кварцитов сланцы, входящие в состав железорудной свиты, достигают мощности 50—200 м.

Наиболее детально разрез железорудной свиты изучен на Яковлевской полосе железистых кварцитов. Здесь эта свита в нескольких профилях разбурена с получением перекрытого (сплошного) разреза. По данным указанных пересечений, свита железистых кварцитов в пределах этой полосы стратифицируется на 7 составляющих горизонтов ( $K_2^1, K_2^2, K_2^3, K_2^4, K_2^5, K_2^6, K_2^7$ ). В обобщенном виде стратиграфия железорудной свиты Яковлевской полосы представляется в виде чередования горизонта тонкополосчатых железослюдково-магнетитовых кварцитов типа джеспилитов ( $K_2^2, K_2^4, K_2^6$ ) и кварцитов грубо- и широкополосчатых, силикатно-магнетитового состава типа криворожских роговиков ( $K_2^1, K_2^3, K_2^5, K_2^7$ ). Весьма характерно, что начинается и завершается разрез железорудной свиты силикатно-магнетитовыми кварцитами. Силикатно-магнетитовые кварциты нижней и верхней частей свиты железистых кварцитов (горизонты  $K_2^2$  и  $K_2^6$ ) отличаются весьма грубой полосчатостью. При этом кварциты горизонта  $K_2^7$  на Яковлевском месторождении отличаются своеобразным текстурным обликом, нигде более не отмечавшимся.

Своеобразие кварцитов горизонта  $K_2^7$  состоит в том, что они содержат линзовидные и лепешковидные включения, сложенные безрудными кварцитами. В отдельных пластах эти включения сложены ржаво-бурыми гидроокислами железа, что дает основание предполагать первичный сидеритовый состав их. Этим образованиям нами дано наименование желваков, а кварциты, их содержащие, названы желваковистыми. Природа этих образований не совсем ясна. Одни исследователи эти образования рассматривают в качестве будинаж-структур, в которых кварцевые прослои разлинзованы с образованием будин и желваков. Более правдоподобной трактовкой природы желваков, на наш взгляд, является предположение о том, что они представляют собой конкреционные образования. Это в первую очередь относится к тем из них, которые первоначально имели сидеритовый состав. В тех слоях и пачках, где желваки имеют кремнистый состав, возможно, в своем образовании связаны с проявлением подводных течений в бассейне седиментации осадков, из которых они возникли. На это указывает то обстоятельство, что желваковистые кварциты местами ассоциируют с типичными конгломератами, состоящими из окатанных обломков железистых кварцитов. Конгломераты при этом образуют линзовидные тела небольшой мощности. Однако конгломератовидные и желваковистые разновидности железистых кварцитов в составе верхней пачки имеют сугубо подчиненную роль. Поэтому наличие их не дает основания рассматривать все кварциты верхнего горизонта в качестве кластогенных образований, последние здесь имеют ограниченное развитие.

В пределах следующих к востоку полос железистых кварцитов

(Покровской и Лучинско-Гостищевской) свита железистых кварцитов в своем составе и строении приобретает ряд новых черт. На Покровской полосе она представлена двумя пачками (подсвитами) железистых кварцитов и разделяющей их толщей филлитовых сланцев. Нижняя подсвита ( $K_2^I$ ) мощностью до 200 м сложена в подавляющей части широкополосчатыми силикатно-магнетитовыми кварцитами, возможно, с существенной примесью сидерита. Им подчинены железнослюдково-магнетитовые кварциты, локализующиеся в средней части пачки.

Верхняя подсвита ( $K_2^{II}$ ) мощностью 230—300 м сложена довольно однообразными по текстурному облику преимущественно среднеполосчатыми железнослюдково-магнетитовыми кварцитами, в составе которых в небольших количествах присутствуют силикаты типа талька и слюдистого минерала. Обособленные горизонты магнетито-силикатного состава здесь отсутствуют. Примечательно также, что в составе кварцитов Покровской полосы наряду с железной слюдкой в существенных количествах присутствуют магнетит, силикаты, сидерит и даже пирит.

На Лучинско-Гостищевской полосе свита железистых кварцитов имеет так же, как и на Покровской, трехпластовое строение. В ней выделяются нижняя кварцитовая подсвита ( $K_2^I$ ), средняя сланцевая подсвита ( $K_2^{II}$ ) и верхняя кварцитовая подсвита ( $K_2^{III}$ ).

Нижняя подсвита представлена, по А. И. Русиновичу, силикатно-магнетитовыми и магнетитовыми кварцитами средне- и широкополосчатых текстур. Мощность подсвиты 80—170 м.

Подсвита филлитовых сланцев сложена преимущественно кварцево-серицитовыми, иногда биотитовыми филлитами и слабородными силикатно-магнетитовыми кварцитами. Мощность сланцевой подсвиты колеблется от 12 до 86 м.

Верхняя кварцитовая подсвита сложена в преобладающей своей части магнетитовыми и железнослюдково-магнетитовыми кварцитами.

Еще более резкие отличия в составе и строении железорудной свиты наблюдаются в пределах Ольховатской аномальной зоны, где железорудная свита распадается на ряд пачек железистых кварцитов, переслаивающихся с филлитовыми сланцами. При этом в составе кварцитов доминирующее развитие получают магнетито-силикатные разновидности железистых кварцитов.

В районе Прохоровских аномалий железорудная свита представлена неполным разрезом вследствие размыва и поэтому трудно судить о характере фациальных изменений ее к востоку от Ольховатской аномалии. Однако сохранившаяся часть разреза железорудной свиты в пределах Прохоровских аномалий представлена нетипичными кварцитами, характеризующимися своеобразным песчаниковидным обликом с массивной и массивно-полосчатой текстурой и более высоким содержанием железа (в среднем 44—45%). Нигде к западу от Прохоровских аномалий эти разновидности кварцитов не встречались. Аналогичные кварциты в Ново-Оскольском районе встречаются в крайней восточной фациальной зоне средней свиты. Следовательно, для нижней части свиты железистых кварцитов в восточной части Белгородского района намечается такой же характер фациальных изменений, как и в восточной части Ново-Оскольского района, т. е. характеризуется тенденцией к выклиниванию и замещению нетипичными кварцитами. С таким предположением согласуется также установленное в районе Покровских аномалий выклинивание в их пределах или резкое сокращение по сравнению с более западными аномалиями разреза песчаниково-сланцевой свиты. Таким образом, свита железистых кварцитов на площади района в направлении от западных полос к восточ-

ным испытывает отчетливо выраженные фациальные изменения, проявляющиеся в последовательной смене железослюдковых кварцитов (Яковлевская полоса) существенно магнетитовыми (Покровская, Гостищевская полосы) и последних силикатно-магнетитовыми кварцитами, переслаивающимися со сланцами (Ольховатская полоса). На самом восточном конце фациального профиля (Прохоровские аномалии) появляются так называемые нетипичные магнетитовые кварциты<sup>1</sup>. Одновременно с изменением состава и строения свита железистых кварцитов в восточном направлении, в сторону Курско-Корочанского

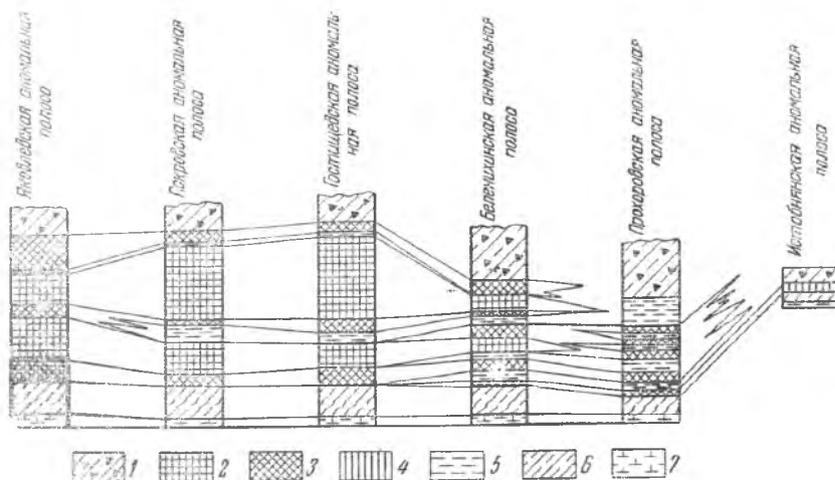


Рис. 19. Схема фациального изменения свиты железистых кварцитов Белгородского района КМА

1 — надрудная свита  $K_3$  — филлитовидные сланцы. Железородная свита  $K_2$ : 2 — магнетитовые и магнетито-железослюдковые ритмично тонкополосчатые кварциты (джеспилиты), с небольшим количеством силикатов; 3 — силикатно-магнетитовые неравномерно полосчатые кварциты, преобладают широко- и грубополосчатые варианты; 4 — массивно-песчаниковидные и массивно-микрополосчатые магнетитовые кварциты; 5 — межрудные кварцево-биотитовые филлитовые сланцы

Подрудная свита  $K_1$ : 6 — филлитовые сланцы ( $K_1^2$ ); 7 — кварцитовидные метапесчаники ( $K_1^1$ )

гранито-гнейсового массива, резко уменьшается в мощности. При средней мощности свиты железистых кварцитов в районе Яковлевского и Гостищевского месторождений 400—500 м мощность ее на Ольховатской аномалии не превышает 100—200 м (рис. 19).

Кроме отмеченных выше фациальных изменений, претерпеваемых свитой железистых кварцитов вкрест простирания, они наблюдаются и по простиранию. В пределах детально разведанного участка Яковлевской полосы фациальные изменения наиболее отчетливо проявляются в горизонтах  $K_2^1$ ,  $K_2^3$ ,  $K_2^5$  и  $K_2^7$ , где они выражаются в том, что будучи существенно силикатными в пределах центральной части участка к северу переходят в грубополосчатые железослюдковые кварциты. Особенно изменчив по простиранию горизонт  $K_2^7$ .

В последнее время весьма интересные данные по изменению строения железородной свиты по простиранию получены при разбуривании южного фланга Яковлевской и Покровской полос. В районе Петропавловского участка Яковлевской полосы железородная свита на протяжении около 5 км представлена рядом маломощных кварцитовых пачек, перемежающихся с пачками соизмеримой мощности филлитовых сланцев. Однако далее к югу железородная свита приобретает

<sup>1</sup> Стратиграфическое положение нетипичных кварцитов Прохоровских аномалий является дискуссионным, большинство геологов их относит к архею. — Прим. ред.

обычное, присущее ей строение. На следующей к востоку Гостищевской полосе толща железистых кварцитов не претерпевает никаких изменений. Причина указанного резкого изменения железорудной свиты по простираанию остается неясной.

Верхняя сланцевая свита ( $K_3$ ) представлена филлитами и металевролитами, имеющими в верхней части отчетливо выраженный флишеидный характер.

В нижней части свита сложена переслаиванием сланцев, алевролитов, метапесчаников и конгломератов, состоящих из галек железистых кварцитов, свидетельствующих о стратиграфическом несогласном залегании верхней свиты на железистых кварцитах. Однако конгломераты не имеют повсеместного распространения и местами сланцы верхней свиты залегают на железистых кварцитах без признаков размыва. Граница между верхней свитой и свитой железистых кварцитов является дискуссионной. Одни исследователи верхнюю часть свиты железистых кварцитов (горизонт грубополосчатых кварцитов) рассматривают как кластогенные образования и на этом основании относят ее к верхней свите, проводя границу между верхней и средней свитами в толще железистых кварцитов. Другие границу между железорудной и верхней (кроющей) сланцевой свитами проводят по литологическому контакту железистых кварцитов и сланцев, который местами подчеркивается наличием тонкого слоя конгломерата.

К более высоким стратиграфическим горизонтам верхней свиты в Белгородском районе предположительно относится известняково-сланцево-песчаниковая толща, вскрытая на площади между Ольховатской и Малиновской аномалиями, где она представлена переслаиванием филлитов и мраморизованных известняков и находящейся в непосредственном контакте с ними толщей кварцитовидных песчаников. При этом кварцитовидные песчаники (скв. 574, 575) рассматриваются как самые верхние горизонты этой свиты.

Следует иметь в виду, что отнесение указанных песчаников к верхним горизонтам верхней свиты требует уточнения. Дело в том, что рассматриваемые песчаники отнесены к самым молодым образованиям курской серии на том допущении, что площадь между Ольховатской и Малиновской аномалиями структурно соответствует синклинали. Вместе с тем имеющиеся данные позволяют структуру указанной площади рассматривать и в другом плане. В частности, Малиновская и Ольховатская полосы железистых кварцитов представляют собой не крылья открытой синклинали, как это принято в настоящее время, а ядра сжатых изоклинальных складок. В этом случае относимые к самым верхним горизонтам курской серии песчаники будут стратиграфическим аналогом горизонта аркозовых песчаников нижней аркозо-сланцевой свиты ( $K_1$ ), с которыми они весьма сходны по составу и текстурному облику.

Следует также заметить, что строение и состав верхней свиты в Белгородском районе существенно отличаются от строения и состава верхней свиты Старо-Оскольского и Курско-Орловского районов, принимаемых в настоящее время в качестве эталона для этой части разреза курской серии. По данным В. Д. Полищук (1963), верхняя свита на Михайловском месторождении (Курско-Орловский район) представлена мощной толщей (курбакинская свита) метаморфизованных кварцевых порфиров и связанных с ними туфогенных образований. В Старо-Оскольском районе, по Н. И. Голивкину (1963), в составе верхней свиты вулканогенные образования, представленные амфиболитами, амфиболовыми сланцами и миндалекаменными порфиритами, пользуются также достаточно широким развитием, где они выделяются в виде мощной самостоятельной тимской свиты. В Белгородском районе в составе верхней свиты вулканогенные образования не констати-

рованы. В чем причина указанных различий? Можно допустить, что в Белгородском районе не вскрыты верхние горизонты этой свиты. Однако сопоставление мощностей верхней свиты разных районов показывает, что вулканогенные образования верхней свиты в Курско-Орловском и Старо-Оскольском районах находятся в 100—470 м от кровли железорудной свиты.

В Белгородском районе вскрыты стратиграфические уровни, соответствующие не только 100—500 м от кровли железорудной свиты, но и значительно более высокие, однако вулканогенных образований на этих горизонтах не установлено. Указанное различие в составе верхней свиты свидетельствует либо о некоторой автономии и своеобразии геологической истории Белгородского района на завершающем этапе геосинклинального развития, либо выделяемые в Курско-Орловском и Старо-Оскольском районах вулканогенные толщи под названием курбакинской и тимской свит в действительности не существуют. Структурная позиция их допускает параллелизацию вулканогенных образований, относимых к курбакинской и тимской свитам, с вулканогенным комплексом михайловской метабазитовой свиты. Таким образом, имеющиеся данные допускают некоторую неопределенность в толковании объема и строения верхней свиты. Это требует более обстоятельного выяснения взаимоотношений и верхнего вулканогенного комплекса с вмещающими его породами.

К наиболее молодым породам протерозойского комплекса, известным в районе, относятся сиениты, образующие крупный массив, рвущий курскую метаморфическую серию в южной части района. К более молодым породам, чем курская метаморфическая серия, относятся также дайки диабазовых порфиритов.

В структурном отношении Белгородский район представляет сложноскладчатую зону, состоящую из ряда линейновытянутых в субмеридиональном направлении синклиналей, сложенных породами курской метаморфической серии, и антиклиналей. В ядрах антиклиналей на поверхность докембрия выходят породы гранито-гнейсового субстрата. В строении района выделяются следующие крупные структурные единицы.

В самой западной части района — Яковлевская синклиналь, к крыльям которой приурочены Яковлевская и Покровская полосы железистых кварцитов. Ядро складки выполнено породами верхней сланцевой свиты. Эта синклиналь характеризуется сравнительно небольшой (2—4 км) шириной и значительной протяженностью (около 80 км). Она прослеживается от Ивни на севере до широты д. Разумное на юге.

Восточная часть района занята Ольховатско-Мелиховской синклиналью, протягивающейся от Обояни на севере до Шебекино на юге. На участке от Обояни до Беленихино она неглубокого заложения и отличается небольшой шириной. Ширина ее по выходам железистых кварцитов здесь не превышает 2000 м. В южной части, на участке от ст. Беленихино Южной ж. д. до Шебекино, где она оконтуривается Гостищевской и Мелиховской полосами кварцитов на западе и Южно-Ольховатской аномалией на востоке, характеризуется большой шириной и сложной внутренней структурой. Ширина ее по выходам железистых кварцитов в средней части достигает 14—18 км. В центральной части, на участке от Беленихино до Гостищево, синклиналь осложнена рядом складок третьего порядка. Здесь выделяется Гостищевская синклиналь, сложенная железистыми кварцитами, к которой приурочено Гостищевское месторождение и расположенная к востоку от нее такого же порядка Гостищевско-Тетеревинская антиклиналь.

Расположенная к востоку следующая Малиновская полоса железистых кварцитов приурочена к антиклинальному перегибу, осложняю-

щему шарнир Ольховатско-Мелиховской синклинали. В районе Шебекино и Обояни Ольховатско-Мелиховская синклинали замыкается.

Выделенные выше Яковлевская и Ольховатско-Мелиховская синклинали структуры разобщены антиклинальной складкой (центральная антиклиналь), сложенной породами архейского комплекса и нижними горизонтами курской серии. Эта антиклиналь в северной части района характеризуется значительной шириной, достигающей 15—17 км. В южной части района на простирании от Гостищево до Шебекино она отличается небольшой шириной, обычно не превышающей 2—3 км. На участке Хохлово-Дальняя Игуменка, где вариометрия устанавливается обширный гравитационный максимум, свод антиклинальной складки образован железистыми кварцитами, в связи с чем железистые кварциты здесь образуют широкое поле. Протяженность этого поля около 10 км и ширина более 2 км. Крупные по площади массива железистых кварцитов этого участка обуславливают крупные масштабы приуроченной к нему залежи богатых руд.

Следует отметить, что если структура западной части района установлена достаточно надежно, то структура восточной части может толковаться неоднозначно. Так, если исходить из параллелизации встреченных между Ольховской свитой, а к песчаниками нижней песчаниково-сланцевой подсвиты курской серии ( $K_1$ ), то структура этой части района может быть представлена в следующем виде. Тетеревинская, Ольховатская, Мелиховская и Южно-Ольховатская полосы железистых кварцитов будут отвечать относительно неглубокого заложения синклиналим структурам, аналогичным по своему характеру структуре Гостищевской полосы кварцитов. Широкое пространство между Мелихово-Гостищевской и Южно-Ольховатской аномальными полосами в этом случае соответствует не синклиналим структурам, как это принимается сейчас геологами КМА, а антиклинальной.

На поверхности докембрийских пород имеет повсеместное развитие палеозойская кора выветривания латеритного типа. Ее мощность весьма непостоянная и колеблется от нескольких метров до 200—300 м и более.

Образования древней коры выветривания на алюмосиликатных породах представлены бесструктурными пестроцветными, реже светлоокрашенными каолиновыми глинами и бокситами в верхних и каолинито-гидролюдистыми структурными продуктами выветривания в нижних горизонтах коры выветривания. Продукты выветривания железистых кварцитов представлены богатыми железными рудами.

На коре выветривания почти горизонтально лежат нижнекаменноугольные, юрские, меловые, третичные и четвертичные отложения мощностью от 300 до 650 м.

Нижнекаменноугольные отложения имеют в районе почти повсеместное распространение и лежат на коре выветривания докембрийских кристаллических пород. Отсутствие их отмечается на отдельных участках полос железистых кварцитов. Такие участки в виде локальных пятен отмечены в северной части Покровской, Ольховатской, Гостищевско-Лучкинской и Корочанско-Больше-Троицкой полос. Глубина залегания нижнекаменноугольных отложений увеличивается в юго-западном направлении от 300—360 м в северо-восточной части и района у ст. Прохоровки до 650—670 м в юго-западной части у г. Белгорода. Мощность их при общем закономерном увеличении в юго-западном направлении изменяется от 10—20 до 150 м в зависимости от рельефа кристаллического фундамента. В пределах зон распространения железистых кварцитов она обычно значительно меньше, чем на прилегающих к ним долинных участках.

Представлены каменноугольные отложения в преобладающей своей части известняками, алевролитами, слабо сцементированными

песчаниками, углистыми сланцами и глинами. Среди углистых сланцев установлено несколько пластов бурого угля. Из них два имеют мощность более 1 м. В нижней части каменноугольных отложений отмечено также наличие сухарных глин. Следует отметить, что терригенные породы преимущественно слагают нижнюю часть разреза каменноугольных отложений. В составе средней и верхней частей их разреза преобладают известняки. Терригенные фации доминируют также в строении краевой северо-восточной зоны распространения каменноугольных отложений.

Каменноугольные отложения в основном относятся к образованиям визейского яруса. В южных частях района появляются отложения намюрского яруса. Визейские отложения расчленяются на горизонты, хорошо коррелируемые с бобриковским, тульским, алексинским, михайловским, веневским, тарусским и стешевским горизонтами подмосковного карбона. На грядах и холмах, сложенных кварцитами и рудами, каменноугольные отложения обычно представлены более молодыми горизонтами, чем на прилегающих к ним равнинах. Если в последних каменноугольные отложения начинаются бобриковским или тульским горизонтами, то в пределах железорудных гряд базальные слои их относятся к михайловскому, а нередко к веневскому и даже тарусскому горизонтам, что свидетельствует о существовании в этом районе на протяжении большей части визейского века островного ландшафта.

Юрские отложения в районе имеют повсеместное распространение, залегая в большинстве случаев на абрадированной поверхности каменноугольных отложений; лишь на отдельных участках, где среди последних в виде гряд выступают породы докембрия (железистые кварциты и богатые руды), они лежат на коре выветривания докембрийских образований. В пределах района на поверхность они нигде не выходят. Глубина залегания их колеблется от 170 до 300—350 м, а мощность от 150 до 180 м. Мощность и глубина увеличиваются в юго-западном и южном направлениях сообразно положому падению в эти же стороны.

Юрские отложения представлены преимущественно переслаиванием тонкозернистых глинистых песков, часто переходящих в алевриты и плотные однородные известняковые глины.

Вся толща стратифицируется на следующие ярусы: байосский, батский, келловейский, оксфордский, кимериджский и волжский.

Меловые отложения на территории района распространены почти повсеместно. Верхняя часть отложений сложена мощными толщами мергеля и мела туронского, коньякского, кампанского и маастрихтского ярусов, составляющих десятую часть их общей мощности. Представлены они песчано-глинистыми образованиями.

В отличие от северных районов КМА в Белгородском районе палеогеновые отложения имеют широкое распространение. Они слагают водораздельные пространства и представлены в основном континентальными глауконитовыми песками.

В рассматриваемом районе в разрезе палеогена выделяются следующие свиты: бучакская, киевская, харьковская и полтавская. Общая мощность палеогеновых отложений 20—50 м.

Четвертичные отложения пользуются в районе повсеместным распространением, покрывая сплошным плащом неравномерной мощности более древние отложения. Большую часть разреза четвертичных отложений водораздельных плато образуют покровные лёссовидные суглинки с несколькими гумусированными горизонтами (погребенные почвы). В пределах речных долин четвертичные отложения представлены преимущественно аллювиальными желтовато-бурыми и буровато-серыми мелкозернистыми песками, слагающими I и II надпойменные террасы. Современный отдел представлен почвами и аллювиально-делювиальными образованиями развитой в районе овражно-балочной системы.

К настоящему времени большая часть выявленных аномалий освещена бурением. Детальность освещения аномалий буровыми работами неодинакова. Наиболее детально разбурены центральные части Яковлевской, Покровской, Гостищевской и Ольховатской аномалий. Протяженность детально разбуренных участков составляет 7—10 км. Фланги перечисленных аномалий освещены по более редким профилям (через 2—5 км). Южный фланг Яковлевского месторождения остался не освещенным бурением. Слабо освещены бурением также Малиновско-Тетеревинский гравитационно-магнитный максимум и Корочанско-Больше-Троицкие аномалии. Они разбурены одним или несколькими профилями и, как правило, с редким расположением скважин в профилях. В связи с этим характер выявленных здесь залежей богатых руд остался неизученным, а участки с мощным оруденением неоконтурными. Еще слабее изучены Прохоровские и примыкающие к г. Белгороду (Белгородские) аномалии. Разбуривание последних начато в последнее время в связи с промышленной застройкой площадей их распространения. В целом достигнутая к настоящему времени изученность аномалий позволяет определить масштабы Яковлевского и Гостищевского месторождений и дать самую общую оценку рудоносности остальных аномалий, которая должна рассматриваться как прогнозная.

Разведанные в районе запасы богатых железных руд по состоянию на 1/VII 1965 г. составляют по категориям В+С<sub>1</sub> 4461,6 млн. т, по категории С<sub>2</sub> 19 372 млн. т.

Прогнозные запасы в районе определены в 8140 млн. т, в том числе на месторождениях: Яковлевском — 2005 млн. т, Ольховатском — 1135 млн. т, Тетеревино-Малиновском — 1100 млн. т, Больше-Троицком — 1600 млн. т, на Белгородских аномалиях — 1700 млн. т и на Корочанских аномалиях — 600 млн. т. Эти цифры о запасах по категориям показывают низкую степень разведанности Белгородского района, так как запасы промышленных категорий составляют только 14%.

Но несмотря на невысокую разведанность района, подготовленные к промышленному освоению запасы по Яковлевскому и Гостищевскому месторождениям по категориям В+С<sub>1</sub> достигают 4,5 млрд. т и являются крупной сырьевой базой для промышленности.

Руды Белгородского района по качеству превосходят руды других районов бассейна. В районе имеются исключительно благоприятные возможности для дальнейшего прироста запасов, и при необходимости разведанные запасы могут быть увеличены в несколько раз. Все это позволяет рассматривать месторождения Белгородского района как одну из крупнейших горнорудных баз черной металлургии.

В связи с изложенными выше данными об изученности района дальнейшими работами в Белгородском районе с целью более надежной оценки его перспектив должно быть предусмотрено:

1. Оконтуривание на севере Верхнепенско-Ивнянского участка с мощным оруденением, расположенного на северном фланге Яковлевского месторождения.

2. Оконтуривание по редким профилям Висловского участка с мощным оруденением, находящегося в центральной части Яковлевской полосы, с целью определения масштаба этого участка.

3. Разбуривание Соловьевского магнитного максимума, являющегося южным замыканием Яковлевской синклинали, где может быть выявлено богатое оруденение большой мощности.

4. Проверка отдельными профилями рудоносности Белгородских аномалий с целью получения необходимых данных для обоснованной оценки их перспектив. Сравнительно небольшая интенсивность магнитного поля в пределах этих аномалий, не превышающая 16—17 тыс. гамм, и значительные площадные размеры их указывают на возможность выявления в пределах этих аномалий крупных скоплений богатых руд.

5. Осуществление работ по оконтуриванию мощного оруденения на Больше-Троицкой аномалии и проверка ее рудоносности в южной части.

6. Прослеживание по простиранию зоны мощного оруденения в пределах Малиновской аномалии.

7. Освещение поисковыми работами коры выветривания вмещающих железные руды пород на всех перечисленных выше участках с целью изучения их бокситоносности.

Для получения данных о строении и характере изменения по простиранию и вкрест простирания свиты железистых кварцитов целесообразно разбурить ее с получением перекрытых разрезов в следующих пунктах: на южном фланге Яковлевской полосы, на Лучкинском участке Гостищевской полосы, на Малиновской полосе, на Южно-Ольховатской полосе и Прохоровско-Корочанских аномалиях.

### ЯКОВЛЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Яковлевское месторождение является одним из наиболее крупных по запасам богатых руд в Белгородском районе. Детально разведанный участок этого месторождения расположен в 35 км к северу от Белгорода у с. Яковлево Белгородской области. Южный фланг месторождения (участок Соловьевского гравитационного максимума) находится в 18—20 км к юго-востоку от Белгорода.

В орографическом отношении северная половина месторождения, начиная от северного фланга его до Смородинского участка, находится в области водораздела рек Псёл, Ворскла и Липовый Донец, расчлененной густой овражно-балочной сетью. Южная половина месторождения расположена большей своей частью в долине р. Северный Донец и его притоков (Липовый Донец и Разумная) и только небольшие участки месторождения находятся в пределах водоразделов этих рек.

Ближайшей железнодорожной станцией к детально разведанному участку месторождения является ст. Сажное Южной железной дороги, расположенная в 12 км от участка.

Месторождение открыто партией треста Курскгеология в 1953 г. при поисковом обследовании угленосности нижнекаменноугольных отложений. Начиная с 1954 и по 1958 г. на нем проводились поисковые и разведочные работы. За этот период пробурено 264 скважины глубиной от 600 до 1200 м общим метражом около 190 000 м, из них глубиной более 1000 м — 12 скважин.

После 1958 г. здесь проводились работы по разведке глубоких горизонтов месторождения, которые к 1966 г. в основном завершены.

Результаты поисковых и разведочных работ, выполненных на месторождении, отражены в геологических отчетах С. И. Чайкина, Н. И. Иванченко, А. Ф. Доброноженко, М. Н. Сахаровой, Е. С. Каргальцевой и др. (1957ф, 1958ф, 1961ф), В. Н. Клекая, М. Н. Сахаровой, Е. С. Каргальцевой и др. (1960ф).

В 1963—1964 гг. на месторождении выполнены значительные работы по оконтуриванию бокситов и железно-алюминиевых руд при разведке богатых железных руд.

### Геологическое строение

Кристаллический фундамент, с которым связаны богатые руды этого месторождения, лежит под покровом осадочных пород на глубинах от 490 до 550 м (рис. 20\*).

Древняя погребенная поверхность фундамента на площади месторождения представляет всхолмленную равнину, на фоне которой железно-

рудные зоны выделяются слабо очерченными грядообразными поднятиями, вытянутыми с северо-запада на юго-восток. Относительные превышения этих гряд над окружающей погребенной поверхностью колеблются от 10 до 50 м. Более приподнятой является гряда Покровской полосы, на которой превышение достигает 90 м.

В кристаллическом фундаменте месторождения выделяются два структурных яруса: нижний, сложенный породами архейской группы, и верхний, представленный протерозойским комплексом пород.

Архейские образования получили развитие к западу и северо-востоку от месторождения, где ими сложены большие площади, при этом в связи с положением месторождения в западной краевой части района наибольшее распространение они имеют к западу от месторождения. На востоке они имеют менее широкое развитие, локализуясь на площади, расположенной к северу-северо-востоку от с. Покровки. В составе архейской группы участвуют биотитовые плагиогнейсы (парагнейсы), роговообманково-биотитовые гнейсы (ортогнейсы), кварцево-слюдяные и гранато-кварцево-слюдяные кристаллические сланцы, серпентиниты и амфиболиты. Наиболее распространенными породами в составе архейского комплекса являются гнейсы, подвергавшиеся различной степени гранитизации. Остальные породы имеют ограниченное распространение, слагая локальные участки.

Отнесение серпентинитов и амфиболитов, встречающихся среди гнейсов, к архейским образованиям в значительной мере является условным. Не исключена возможность, что эти породы представляют собой более поздние образования. В западной части детально разведанного участка на площади распространения пород нижнего структурного яруса вскрыт крупный плутон плагиогранитов. По своему геологическому положению и петрографическому составу яковлевские плагиограниты сходны с саксаганскими гранитами Кривого Рога. Плагиограниты представляют собой серые преимущественно крупнозернистого облика породы с крупными выделениями порфиروبластов микроклина. Кроме порфиروبластов микроклин развит в виде ксеноморфных выделений между зернами плагиоклаза, частично замещая их. Темноцветный компонент представлен биотитом, в верхней части подвергшимся хлоритизации.

Плагиограниты сопровождаются ореолом мигматитовых пород, обладающих пятнистой и слоистой текстурой и интенсивным проявлением микроклинизации. Большой частью они катаклазированы и нередко сильно милонитизированы, приобретая характерную свилеватую текстуру. Возраст яковлевских плагиогранитов не совсем ясен и трактуется противоречиво. Судя по развитию на контакте с протерозойскими толщами своеобразных кварцево-серицитовых пород, отождествляемых предположительно с метаморфизованной корой выветривания, они, по-видимому, образовались до отложения пород курской серии.

В строении протерозойской группы в районе месторождения основная роль принадлежит метапесчаникам, филлитам и тесно связанным с ними железистым кварцитам, объединяемым в курскую серию. Метаморфизованные вулканогенные образования, выделенные в михайловскую серию, имеют ограниченное распространение. В районе месторождения породы этой серии распространены на восточном крыле и в области северного замыкания синклинальной структуры месторождения, где они на значительном протяжении обрамляют Яковлевскую синклинали (рис. 21\*).

Здесь мощность пород метабазитовой серии в отдельных местах достигает 500 м. В западном борту структуры месторождения породы этой серии отсутствуют, и здесь на плагиогранитах лежат метапесчаники курской серии.

В составе серии метабазитов выделяются две толщи: нижняя —

амфиболитовая и верхняя — эффузивно-осадочная, краткая характеристика которых приведена в очерке по геологии района.

Курская метаморфическая серия в пределах месторождения представлена всеми тремя частями: нижней — песчаниково-сланцевой свитой ( $K_1$ ), средней — железорудной свитой ( $K_2$ ) и верхней — сланцевой свитой ( $K_3$ ).

Нижняя песчаниково-сланцевая свита ( $K_1$ ) окаймляет с запада Яковлевскую и с востока Покровскую полосы железистых кварцитов (см. рис. 21). В ее составе участвуют аркозовые метапесчаники и черные филлитовые сланцы. В приведенной последовательности они образуют самостоятельные подсвиты.

Подсвита аркозовых песчаников ( $K_1^1$ ) образует достаточно выдержанный стратиграфический горизонт, имеющий на площади месторождения, по данным полного пересечения, мощность около 150 м. В западной части месторождения песчаниковый горизонт лежит на светлых кварцево-мусковитовых сланцах, рассматриваемых в качестве метаморфизованной коры выветривания архейских плагиогранитов. В восточном крыле структуры месторождения они подстилаются амфиболитами и амфиболо-хлоритовыми сланцами metabазитовой серии.

Песчаники представляют собой плотные, мелкозернистые, массивного сложения, местами со слабо выраженной слоистостью породы розовато-серого и буровато-серого цвета. Слоистость в них создается послойными скоплениями серицита и микроклина, а также послойным развитием гидроокислов железа.

Основная роль в составе породы принадлежит кварцу и алевритовой размерности, составляющим 70—85% от объема породы. Подчиненное значение имеют полевые шпаты (преимущественно микроклин) и серицит, количество которых варьирует от 5 до 20% каждого от общей массы породы. Цемент порового и базального типа сложен лепидобластическими агрегатами серицита.

Подсвита филлитовых сланцев (серицито-биотитовые микросланцы)  $K_1^2$  вскрыта большим количеством скважин к западу от Яковлевской и к востоку от Покровской полос железистых кварцитов. Породы этой подсвиты подстилают железорудную свиту, имеют довольно выдержанную мощность, изменяющуюся в пределах от 100 до 200 м. Большую мощность подсвиты имеет вдоль западного борта структуры месторождения. В восточном крыле она обычно несколько меньше 100—120 м.

По внешнему виду сланцы этой подсвиты довольно однообразны. Они аспидного облика, от темно-серого и зеленовато-серого до совершенно темного цвета. Текстура их неясно слоистая, часто переходящая в массивную. Местами они имеют массивнопелитоморфный облик. В тех случаях, когда в них проявляется слоистость, она имеет ленточный характер за счет переслаивания прослоев, в различной степени окрашенных углистым веществом, имеющим темную и светло-серую окраску. По наслоению в сланцах довольно широко развиты сингенетичные примазки и корки пирита, часто обладающие дендритовидными рисунками. В верхней своей части сланцы содержат прослой и линзы безрудного кварцита. В нижней части сланцы переслоены метаалевролитами и песчаниками. В зоне выветривания они превращаются в глиноподобные мягкие образования, иногда приобретающие характерный жирный тальковидный облик. Окраска их здесь обычно светло-серая с зеленоватым оттенком. У контакта с железорудной толщей они в той или иной степени окрашены. Часто продукты выветривания сланцев этой подсвиты имеют массивный облик и густую темно-зеленую окраску.

Микроскопически среди сланцев устанавливается наличие двух разновидностей (различающихся по составу и структуре) филлитовых

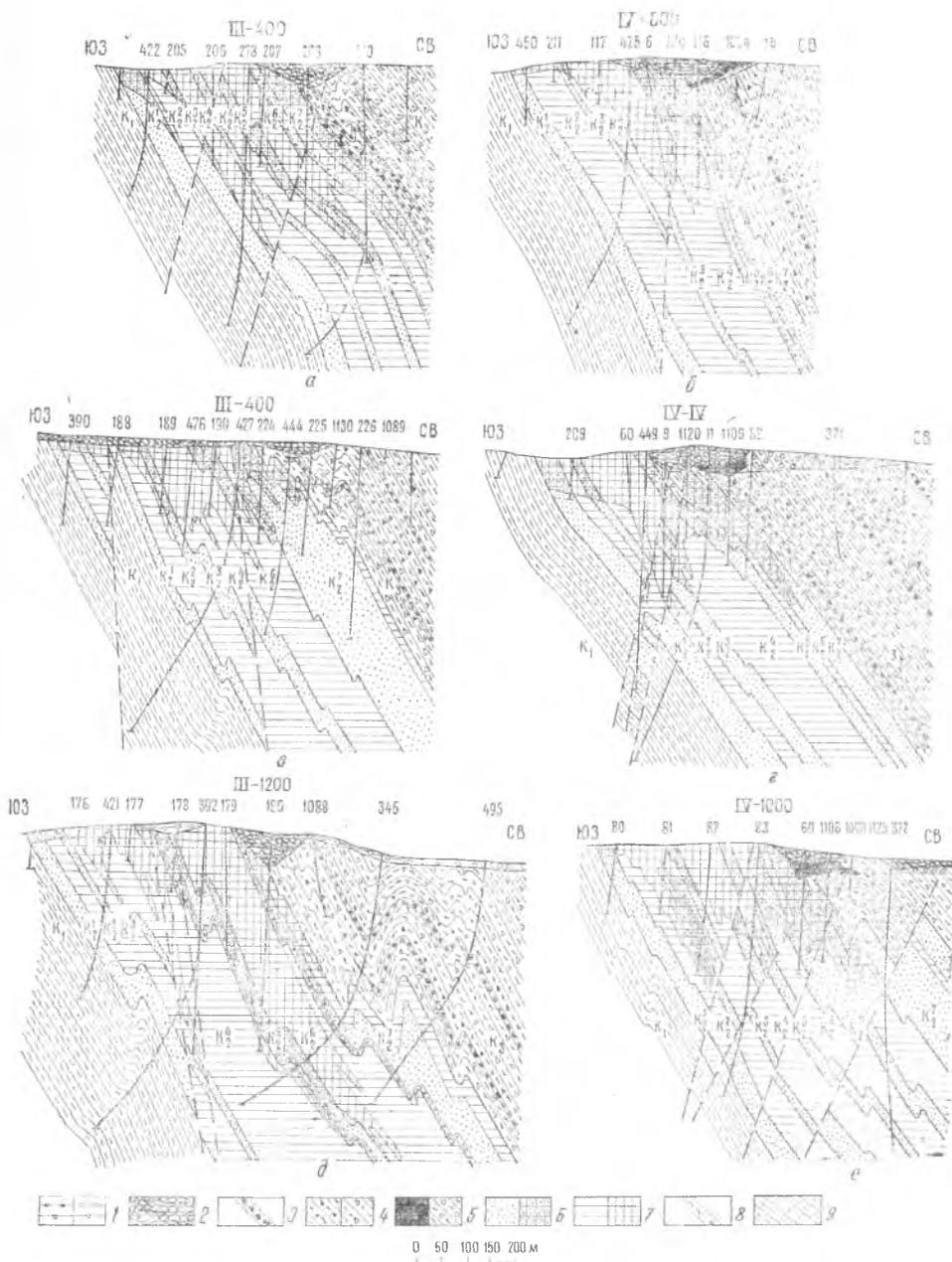


Рис. 22. Геологические разрезы рудной залежи Яковлевского месторождения (детально разведанный участок Яковлевской рудной полосы). Составил С. И. Чайкин. Карбон: 1 — перетолженные (осадочные) бокситы и бокситовые породы С<sub>1</sub>; 2 — перетолженные конгломерато-брекчиевидные богатые руды. Свита К<sub>3</sub>: 3 — конгломераты; 4 — кварцево-серпичитовые филлиты с обильной рудной вкрапленностью (мартит, железная слюдка) и углисто-глинистые пиритовые филлитовые сланцы; 5 — элювиальные бокситы и бокситоподобные породы (аллиты и Ферриаллиты). Свита К<sub>2</sub>: 6 — магнетито-силикатные и силикатно-магнетитовые грубополосчатые кварциты (К<sub>2</sub><sup>1</sup>, К<sub>2</sub><sup>2</sup>, К<sub>2</sub><sup>3</sup>, К<sub>2</sub><sup>4</sup>); 7 — магнетито-железнослюдковые ритмично-тонкополосчатые кварциты (К<sub>2</sub><sup>2</sup>, К<sub>2</sub><sup>4</sup>, К<sub>2</sub><sup>6</sup>), в коре выветривания превращенные в богатые мартито-железнослюдковые, железнослюдковые и железнослюдково-мартитовые руды; 8 — межрудные гидрогематито-хлоритовые сланцы; 9 — нижняя песчаниково-сланцевая свита (К<sub>1</sub>) — аркозовые метапесчаники, филлитовые ритмично-слоистые сланцы

сланцев, существенно слюдястых, обладающих микролепидобластовой структурой, слагающих верхнюю часть подсвиты, и сланцев кварцево-слюдистого состава с бластоалевритовой структурой, местами переходящих в метаалевролиты, приуроченные в своем развитии к нижней части подсвиты. В связи с этим подрудную сланцевую свиту следует подразделить на два горизонта: нижний — существенно алевролитистых филлитов и верхний — собственно филлитовый.

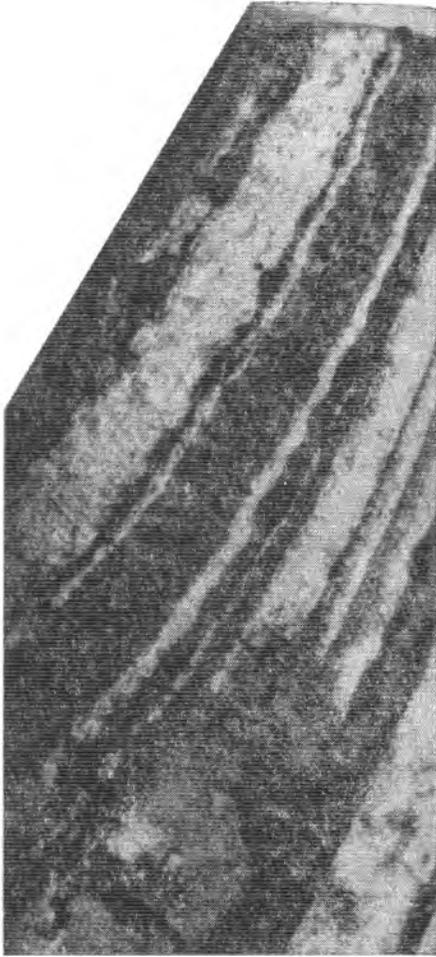


Рис. 23. Гидрогематито-мартитовый краснополосчатый кварцит горизонта  $K_2^1$

Полосчатость широких ритмов с шириной рудных и безрудных прослоев, варьирующих от 0,5 до 1—1,5 см. Темные прослои — мартитовые, гидрогематизированные. Светлые прослои — кварцевые; тонкие темные прослойки в них гидрогематитовые. Скв. 425, глуб. 856 м. Штуф. Нат. вел.

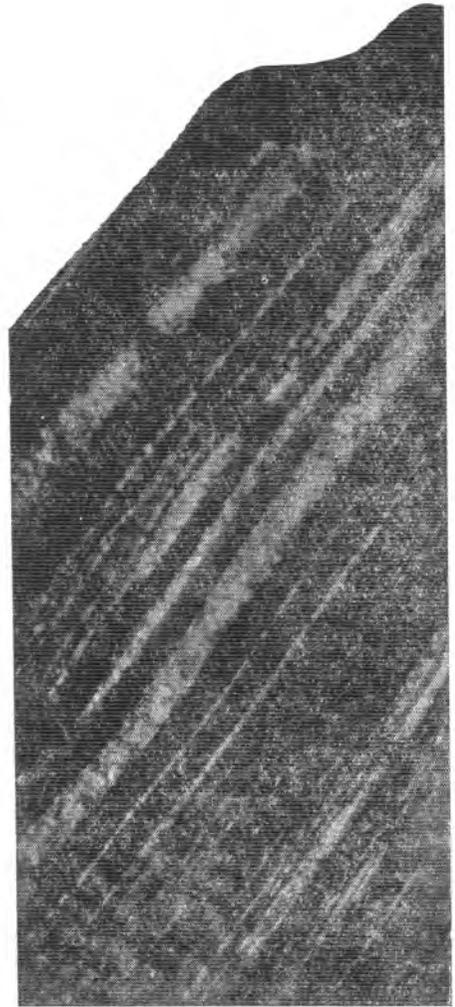


Рис. 24. Мартито-железнослюжковый синеполосчатый кварцит горизонта  $K$

Светлые прослои — кварцевые. Темные — мартито-железнослюжковые. Кварцевые прослои переполнены тонкодисперсным мартитом. Скв. 476, глуб. 772 м. Штуф. Нат. вел.

По химическому составу верхний сланцевый горизонт по сравнению с нижним отличается несколько более высоким содержанием глинозема (17% против 12%) и меньшим содержанием железа (2,5% против 10%) и магния (2% против 3,14%), что подчеркивает различие минерального состава этих горизонтов, а именно преобладание в сланцах верхнего горизонта гидрослюд, а в сланцах нижнего — хлорита и

биотита. Существенно слюдястый состав сланцев верхней пачки и отсутствие или небольшое содержание в них кварца обуславливает развитие в ряде мест (Лучкинский участок) по ним в коре выветривания бокситов.

Средняя железорудная свита ( $K_2$ ), или свита железистых кварцитов, на площади месторождения залегает на филлитовых сланцах  $K_1$ , причем лежит она на них большей частью согласно. В самое последнее время на месторождении в базальном горизонте свиты железистых кварцитов ( $K_2^1$ ) отмечены конгломераты и ассоциирующие с ними песчаники, что свидетельствует, по-видимому, о залегании железистых кварцитов местами на размытой поверхности подстилающих пород.

В соответствии с синклинальной структурой месторождения железистые кварциты образуют два выхода под осадочные породы в виде двух полос — Яковлевской и Покровской.

На Яковлевской полосе разбурено 8 профилей скважин, а на Покровской — 3 профиля, по которым по свите железистых кварцитов получены сплошные пересечения. Разрезы средней железорудной свиты Покровской и Яковлевской полос отличаются между собой по строению и составу.

В пределах детально разведанного участка Яковлевской полосы она имеет многопластовое строение. Здесь она достаточно отчетливо стратифицируется на 7 горизонтах:  $K_2^1$ ,  $K_2^2$ ,  $K_2^3$ ,  $K_2^4$ ,  $K_2^5$ ,  $K_2^6$  и  $K_2^7$ , отличающихся минеральным составом и текстурными особенностями (рис. 22).

Горизонт  $K_2^1$  сложен грубополосчатыми гидрогематито-мартитовыми кварцитами (рис. 23). В приподошвенной его части кварциты часто слаборудные, песчаниковидные, местами содержатся конгломераты типа гравелитов. Мощность горизонта колеблется от 15 до 70 м.

Полосчатость горизонта широких и грубых ритмов, в которых перемежающиеся между собой рудные (мартитовые, в той или иной степени гидрогематизированные) прослойки имеют ширину 0,5—1 см и безрудные — от 0,5 до 3 см.

Для состава кварцитов кроме мартита, являющегося важной рудной составляющей, характерно широкое развитие красных (дисперсный гематит и гидрогематит) и охристо-желтых (гётит, гидрогётит) гидроокислов железа, образовавшихся, по-видимому, за счет разложения куммингтонита, щелочных амфиболов и биотита. Гидроокисные прослойки обычно развиты на границе рудных и безрудных прослоек мощностью от нескольких миллиметров до 0,5 см. Тонкие (менее 1 мм) гидроокисные прослойки часто отмечаются и в широких кварцевых прослоях, обуславливая тонкую внутреннюю полосчатость последних. В нижней части горизонта местами встречаются тонкие (1—10 см) прослойки окраскованных сланцев.

В средней части горизонта местами обособляется пачка грубополосчатых железослюдковых кварцитов. В северном направлении горизонт обнаруживает фациальные изменения, которые выражены замещением силикатов и магнетита железной слюдкой, а на северном фланге детально разведанного участка горизонт полностью слагается грубополосчатыми железослюдковыми кварцитами. Ниже зоны окисления этот горизонт не подсечен. В связи с грубой полосчатостью кварцитов и большей шириной безрудных прослоев по сравнению с рудными кварцитами этого горизонта отличаются невысоким (27—29%) содержанием железа.

Горизонт  $K_2^2$  представлен мартито-железослюдковыми тонкополосчатыми джеспилитовидными кварцитами (рис. 24, 25). В его почве и кровле в составе кварцитов преобладает мартит. В средней части горизонта доминирует железная слюдка. Кварциты этого горизонта синеполосчатые, полосчатость тонкая с шириной их составляющих рудных

и безрудных прослоев, варьирующей от 1—2 мм до 0,5—0,6 см. В приконтактных частях с горизонтами  $K_2^1$  и  $K_2^3$  кварциты приобретают широкополосчатое сложение с шириной прослоев 1—1,5 см. Мощность горизонта колеблется от 20 до 80 м.

Горизонт  $K_2^3$  образован гидрогематитом-мартиновыми краснополосчатыми кварцитами. Полосчатость кварцитов этого горизонта неравномерная, характеризуется преимущественно средними и широкими ритмами (рис. 26).

Безрудные (роговиковые) прослои в этих кварцитах имеют значительно большую мощность, чем рудные. Мощность безрудных прослоев большей частью колеблется от 0,5 до 1—2 см. Кое-где безрудные прослои достигают 3—4 см. Ширина рудных прослоев колеблется от долей миллиметра до 2—3 мм, реже достигает 8—10 мм.

Гидроокислы железа (красные и охристо-желтые), присутствующие в составе кварцитов в небольших количествах, образуют тонкие (1—3 мм) прослойки, приуроченные обычно к контакту мартиновых и кварцевых прослоев. Развиваются они по силикатам железа, характер которых пока не установлен, так как кварциты этого горизонта ниже зоны окисления не подсечены. Местами кварциты переслоены тонкими прослоями гидрогематитовых сланцев. Мощность горизонта 10—15 м, реже увеличивается до 25—30 м.

Горизонт  $K_2^4$ , охватывающий среднюю часть свиты железистых кварцитов, сложен наиболее

Рис. 25. Железнослюdkово-мартиновый кварцит горизонта  $K_2^3$  полосчатоплощчатой текстуры. Полосчатость неравномерная и грубая. Скв. 421, глуб. 582 м. Штуф. Нат. вел.

богатыми железом (среднее по горизонту 36—38%) железнослюdkовыми синеполосчатыми кварцитами (джеспилитами). На контакте с горизонтами  $K_2^3$  и  $K_2^5$  кварциты имеют смешанный железнослюdkово-мартиновый состав (рис. 27, 28, 29). Полосчатость кварцитов преимущественно

тонкая, ритмичная (см. рис. 27), рудные и безрудные прослои в них большей частью имеют мощность от 1 до 3—4 мм и лишь некоторые прослойки достигают 0,5—1 см. Отдельные пачки кварцитов характеризуются еще более тонкой полосчатостью (типа микрослоистости), в которых ширина прослоек измеряется долями миллиметра (рис. 28). На контакте с горизонтами  $K_2^3$  и  $K_2^5$ , а также в отдельных местах внутри горизонта  $K_2^4$  кварциты имеют более грубополосчатое сложение, при этом по составу они являются существенно мартитовыми. Характерным для этого горизонта яв-

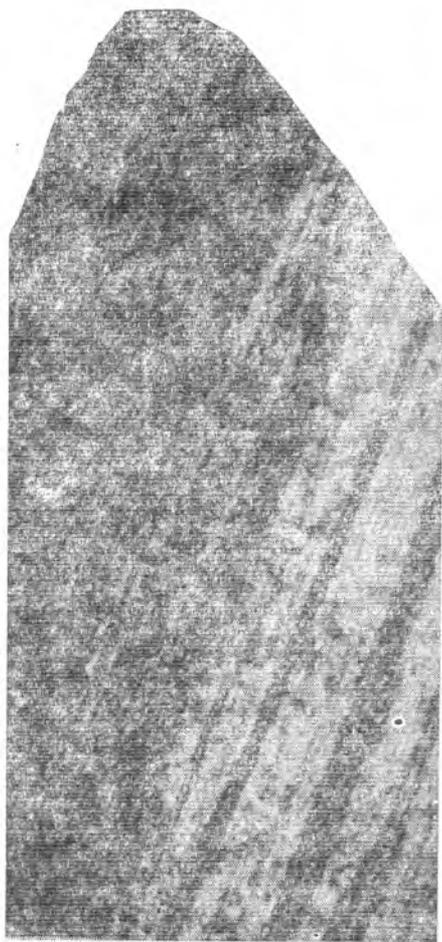


Рис. 26. Гидрогематито-мартитовый краснополосчатый кварцит горизонта  $K_2^3$

Серое — кварцевые прослои. Темное — рудные прослои мартитового состава. Скв. 425, глуб. 719 м. Штуф. Нат. вел.

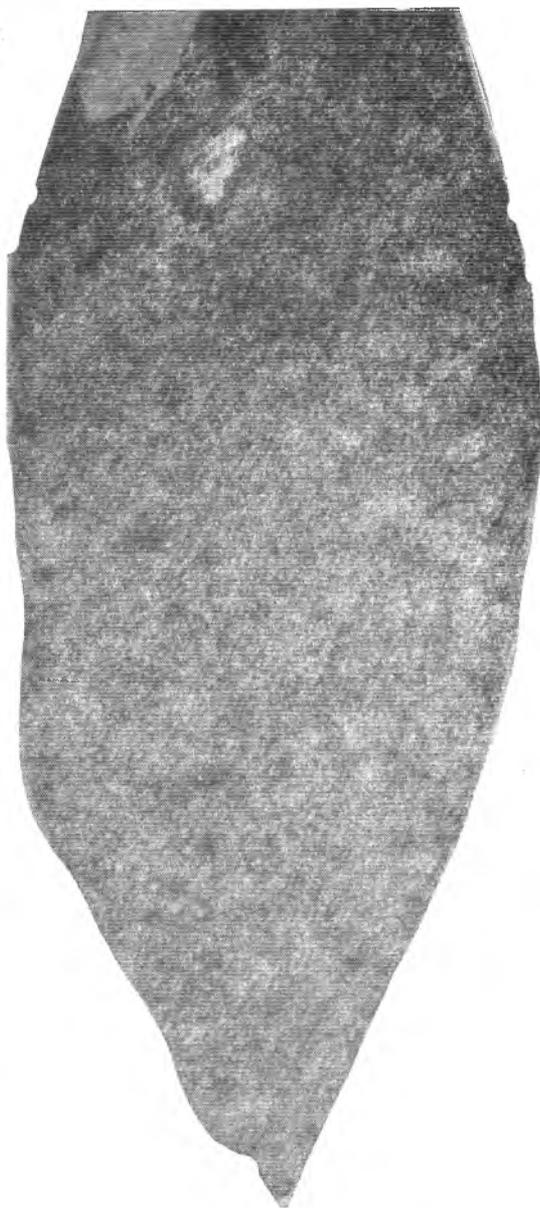


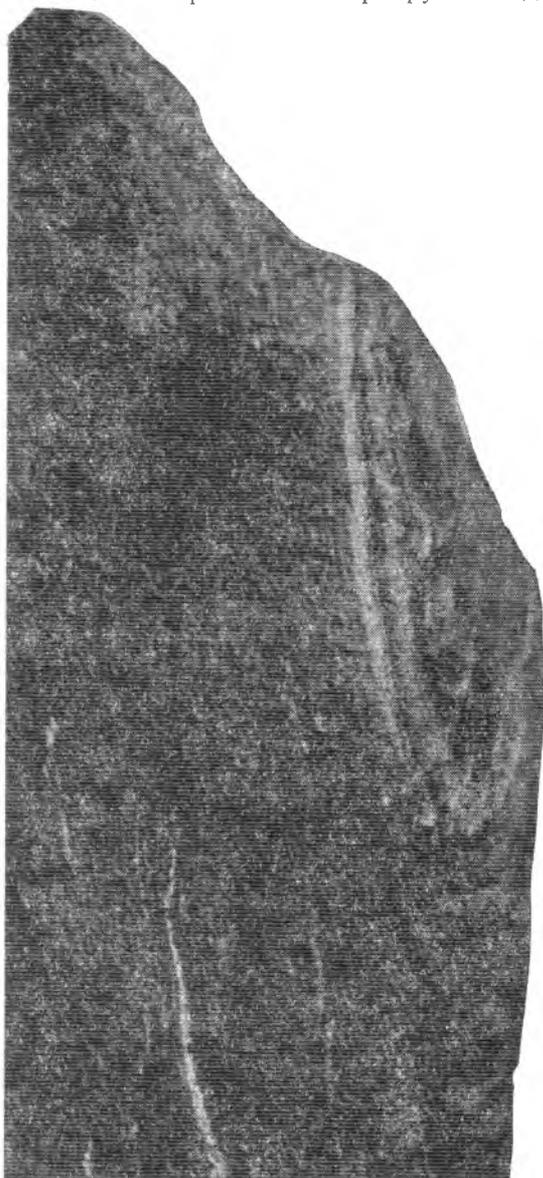
Рис. 27. Мартито-железнослюдковый тонкополосчатый кварцит горизонта  $K_2^4$

Скв. 425, глуб. 697 м. Штуф. Нат. вел.

ляется и то, что безрудные прослои часто имеют яшмовидный облик. Мощность горизонта изменяется от 80 до 180 м, в среднем равна 115 м.

Горизонт  $K_2^5$  сложен мартито-гидрогематитовыми грубополосчатыми кварцитами с прослоями гидрогематитовых сланцев (рис. 30). Местами

горизонт отделен от подстилающих его кварцитов пластом гидрогематитовых сланцев мощностью до 1—1,5 м. Кварциты горизонта буровато-красные, грубополосчатые. Ширина полос, составляющих их рудные и кварцевые прослойки, варьирует от долей миллиметра до 2—3 см,



при этом кварцевые прослойки более широкие, чем рудные. Ширина последних обычно не превышает 0,8—1 см, лишь изредка они достигают 2—3 см. Кварцевые прослойки от 1 до 3—5 см. Отдельные кварцевые прослойки достигают 7—8 см.

В составе кварцитов кроме прослоев мартита и кварца принимают участие прослойки гидроокислов железа (красные и охристо-желтые) и железистых силикатов. Гидроокисные и силикатные прослойки в своем развитии обычно приурочиваются к границе рудных и кварцевых прослоев. Но нередко гидроокислы в виде тончайших прослоев переслаивают рудные и кварцевые слои, особенно часты они в последних, обуславливая тонкую внутреннюю полосчатость их. Отдельные прослойки силикатов достигают 1—3 см. Силикатные прослойки представлены железистым хлоритом и куммингтонитом. Там, где силикаты сохранились в существенных количествах, кварциты имеют зеленовато-серую окраску. Часто в составе горизонта присутствуют сланцевые прослойки мощностью до 10 см, первичный состав которых биотита-хлоритовый с вкрапленностью мартита. В коре выветривания они приобретают гидрослюдисто-глинисто-гидрогематитовый состав. В зависимости от степени

Рис. 28. Мартито-железнослюдковый, обогащенный железом, массивного облика кварцит горизонта  $K_2^4$ . Скв. 175, глуб. 852 м. Штуф. Нат. вел.

разложения они имеют изменчивую окраску (от темно-зеленой и бурой до шоколадно-коричневой и ярко-красной). По падению горизонт испытывает фациальные изменения. В профиле Ш — 1200 (скв. 345) он, например, представлен несколькими пластами гидрогематитовых сланцев и железно-слюдково-магнетитовыми рудами. Мощность горизонта небольшая и составляет обычно 15—20 м, в отдельных местах она увеличивается до 30 м.

Горизонт  $K_2^6$  слагается железнослюдково-мартитовыми кварцитами.

Кварциты этого горизонта в отличие от кварцитов горизонтов  $K_2^2$  и  $K_2^4$  характеризуются неравномернополосчатым обликом (рис. 31, 32). В нижней части горизонта кварциты преимущественно тонкополосчатые, в верхней — грубополосчатые, причем полосчатость здесь утрачивает правильную ленточность, приобретая часто линзовиднослоистый характер. Местами для текстурного облика кварцитов характерно наличие многочисленных овоидов. Горизонт характеризуется большой изменчивостью мощности; наибольшая мощность его (70—80 м) установлена в северной части детально разведанного участка, а наименьшая (4—12 м) — в центральной части. Далее к югу она снова увеличивается до 50—60 м. Столь резкие изменения мощности, возможно, следует связывать с внутриформационным размывом.

Горизонт  $K_2^7$  слагает верхнюю часть железорудной свиты и характеризуется значительной изменчивостью состава, строения и мощности по простиранию (рис. 33). В центральной части детально разведанного участка, где к горизонту приурочены мартито-гидрогематитовые и гётитовые руды, уходящие на значительную глубину, состав пород остался не установленным, так как ниже коры выветривания горизонт не подсечен. Судя по составу руд, в которых преобладают красные и охристо-желтые гидроокислы железа, в составе первичных пород, слагающих этот горизонт на данном участке, существенной составляющей

были силикаты железа (амфиболы, биотит и куммингтонит). Кварцевые и магнетитовые прослои в них имеют в количественном отношении подчиненное значение. Лишь местами имеет место довольно частая перемежаемость силикатных и магнетитовых прослоев. Кроме указанных компонентов в составе пород участвуют, по-видимому, и карбонаты железа. Таким образом, на данном участке горизонт был представлен своеобразными сложного состава магнетито-силикатными (роговообманково-биотито-куммингтонитовыми) породами, имеющими локальное распространение в этом горизонте. В районе профиля III—1600 горизонт  $K_2^7$  выпадает из разреза, по-видимому, в связи с глубоким размывом его. Здесь на железослюдковых рудах горизонта  $K_2^6$  лежат конгломераты с прослоями хлоритовых сланцев, обогащенных мартитом и железной слюдой. К северу от профиля III—1600

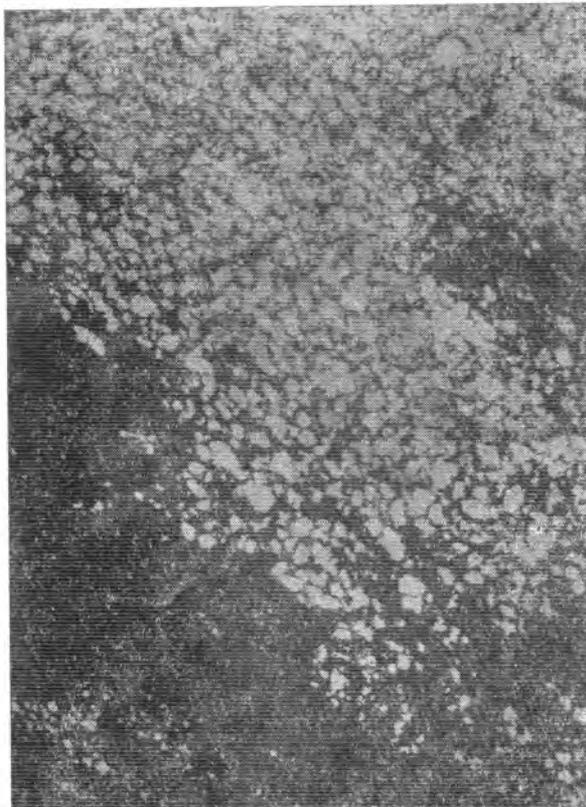


Рис. 29. Железослюдково-магнетитовый окисленный кварцит горизонта  $K_2^4$ .

Роговиковый прослой, в различной степени обогащенный хлоритом. Гранобластовая структура прослоя сменяется псевдопсаммитовой. Скв. 83, глуб. 701,2 м. Проходящий свет. Ув. 20.

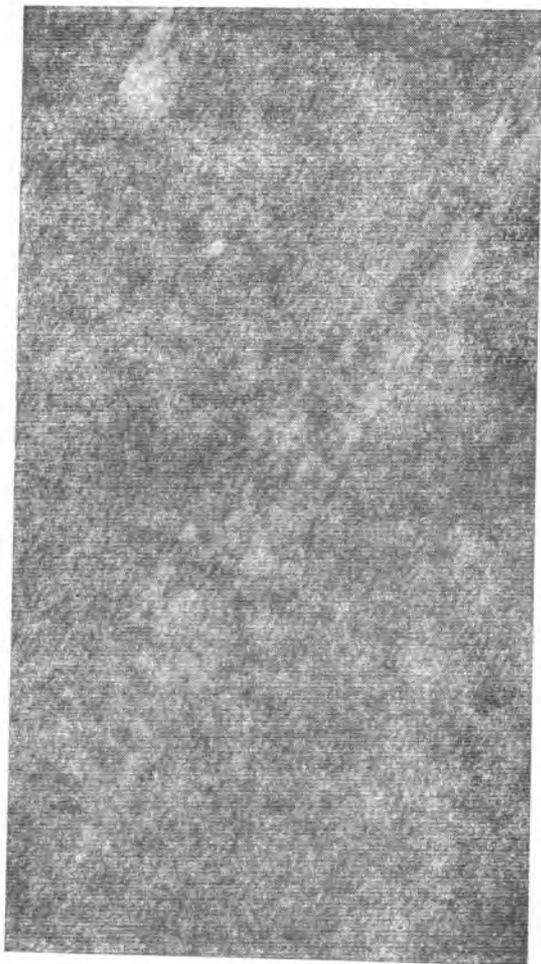


Рис. 30. Мартито-гидрогематитовый краснополосчатый кварцит горизонта  $K_2^5$ . Гидрогематитовые прослои (темные) часто содержат тонкие кварцевые (светлые) прослои и линзы. Скв. 332, глуб. 716,2 м. Штуф. Нат. вел.



Рис. 31. Мартито-железнослюдковый неравномернополосчатый кварцит горизонта  $K_2^6$  (средняя часть). Чередуются широкие (0,5—0,8 см) рудные (темные) и более тонкие безрудные (светлые) прослои. Скв. 210, глуб. 849 м. Штуф. Нат. вел.

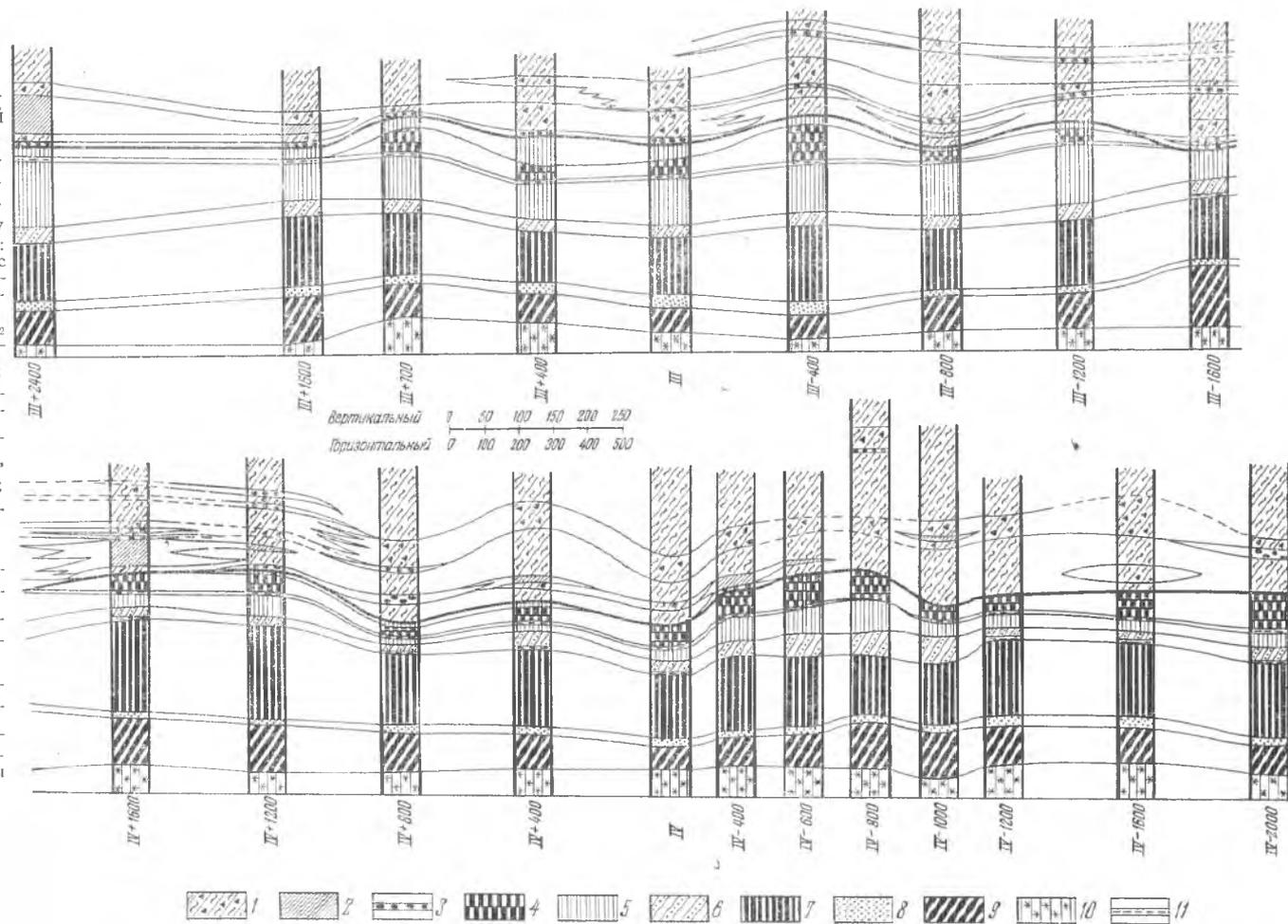
горизонт  $K_2^7$  появляется снова, сначала небольшой мощности, а начиная с профиля III, он постепенно увеличивается и на северном фланге детально разведанного участка достигает значительной мощности (60—70 м), при этом по мере движения к северу он обнаруживает отчетливые фациальные изменения. Сразу после перерыва он представлен в основной своей части мартито-гидрогематитовыми грубополосчатыми и желваковистыми кварцитами. Лишь в самой верхней части горизонта в виде маломощной пачки, постепенно увеличивающейся в мощности в северном направлении, встречены кварциты железослюдковые отличающиеся также грубополосчатым сложением. В выветрелом состоянии мартито-гидрогематитовые кварциты (ниже зоны выветривания не подсечены) краснополосчатые. Полосчатость их весьма широких ритмов (рис. 34). Ширина кварцевых прослоев в них варьирует от 1 до 3—5 см, а отдельные прослои достигают 10 см. Ширина рудных (мартитовых) прослоев обычно значительно меньше (0,5 см). Максимальная ширина эпизодически встречающихся рудных прослоев не превышает 2—3 см. В связи с указанным строением кварцитов они отличаются более низким содержанием железа, чем железистые кварциты других горизонтов. По химическому составу они очень близки к железистым кварцитам горизонтов  $K_2^1$  и  $K_2^5$ . Следует также отметить, что полосчатость часто имеет отчетливо выраженный разлинзованный характер, причем линзованию подвергнуты главным образом кварцевые прослои. Характерной текстурной особенностью кварцитов этого горизонта является развитие в них конкреционных образований неправильной лепешковидной и дискообразной формы (рис. 35). Размер этих образований от 1—3 до 10 см в поперечнике. Состав последних преимущественно кварцитовый. Местами отмечены желваки гётита, по-видимому указывающего на первичносидеритовый состав их. На крайнем северном фланге рассматриваемого участка (профили Ш+1600, Ш+2400) горизонт представлен широко- и грубополосчатыми железослюдковыми кварцитами, часто с резко выраженной разлинзованностью. Примерно в средней части горизонта здесь встречены небольшой мощности конгломераты. Возможно, что кварциты, залегающие выше этих конгломератов, следует относить уже к верхней свите. На южном фланге детально разведанного участка горизонт сложен более тонкополосчатыми, чем на севере, мартито-гидрогематитовыми кварцитами.

В пределах Покровской полосы, на участке, сопряженном с детально разведанным участком Яковлевской полосы, железорудная свита представлена двумя подсвитами железистых кварцитов: нижней ( $K_2^1$ )



Рис. 32. Мартито-железослюдковый широкополосчатый кварцит горизонта  $K_2^7$ . Темные прослои — рудные. Светлые — роговиковые. Порода сечется кварцем и рудными прожилками. Скв. 210, глуб. 832,8 м. Штуф. Нат. вел.

Рис. 33. Схема соотношения железорудной ( $K_2$ ) и верхней сланцевой ( $K_3$ ) свит на Центральном участке Яковлевского месторождения. По С. И. Чайкину Верхняя сланцевая свита  $K_3$ : 1 — филлитовые сланцы с рудной вкрапленностью; 2 — железистые кварциты, магнетито-железослюдковые; 3 — конгломерат. Свита  $K_2$  (железистые кварциты): 4 — магнетито-силикатные ( $K_2^7$ ); 5 — железослюдково-магнетитовые неравномернопосчатые ( $K_2^6$ ); 6 — магнетито-силикатные грубопосчатые, с прослоями сланцев ( $K_2^5$ ); 7 — железослюдковые и магнетито-железослюдковые, ритмично-тонкопосчатые ( $K_2^4$ ); 8 — силикатно-магнетитовые, средне- и широкопосчатые ( $K_2^3$ ); 9 — магнетито-железослюдковые ритмично-тонкопосчатые (джеспилиты) ( $K_2^2$ ); 10 — силикатно-магнетитовые широко- и грубопосчатые ( $K_2^1$ ); 11 — межрудные гидрогематизированные филлитовые сланцы



и верхней ( $K_2^{III}$ ) и разделяющей их подсвитой филлитовых сланцев ( $K_2^{II}$ ). Общая мощность железорудной свиты на Покровской полосе достигает 500 м.

Нижняя, кварцитовая, подсвита ( $K_2^I$ ) преимущественно сложена широкополосчатыми гидрогематито-мартитовыми кварцитами. Первичный состав кварцитов не установлен ввиду того, что ниже зоны окисления они нигде не подсечены. На большинстве профилей мощность этой подсвиты 150—200 м, а в южном направлении она уменьшается до 50 м.

Средняя, сланцевая, подсвита ( $K_2^{II}$ ) представлена филлитовидными, преимущественно темными сланцами биотито-хлоритового состава. Разности, подвергшиеся начальным стадиям выветривания, приобретают зеленовато-серую окраску. Местами в средней части подсвиты встречаются пачки карбонатных пород. В верхней части среди сланцев встречаются пласты железистых кварцитов. В коре выветривания этих сланцев наблюдаются латериты и латеритоподобные продукты выветривания, что связано с существенно алюмосиликатным составом их и количественно небольшой ролью в них кластогенного кварца. Мощность сланцевой подсвиты подвержена колебаниям и в отдельных профилях она изменяется от 150 до 300 м.

Верхняя, кварцитовая, подсвита ( $K_2^{III}$ ) более выдержанная, чем нижняя, мощность ее в среднем равна 230—300 м. Она отличается довольно однообразным составом и строением (рис. 36). В составе подсвиты преобладают магнетито-железнослюдковые средне- и тонкополосчатые кварциты с постоянной примесью в небольших количествах слюдистых минералов, хлорита и талька.

В нижней части подсвиты выделяются горизонты силикатно-магнетитовых кварцитов ( $K_2^{III_1}$ ). Кварциты серополосчатого облика. В составе их перемежаются рудные (магнетитовые), кварцевые (серые и темно-серые) и хлорито-слюдистые (зеленые) прослои. Мощность прослоев от нескольких миллиметров до 1—2 см. Полосчатость неравномерная с преобладанием широких ритмов.

Средняя часть подсвиты сложена железнослюдково-магнетитовыми кварцитами ( $K_2^{III_2}$ ). Кварциты синеполосчатые. Полосчатость тонкая, но не обладает той ленточной правильностью, какая обычно характерна для железистых кварцитов данного типа Яковлевской полосы. Полосчатость железистых кварцитов средней части верхней подсвиты Покровской полосы более грубая, большей частью волнистая, местами косая. Характерным для кварцитов данного горизонта является и то, что кварцевые прослои в большинстве своем имеют красновато-бурую и розовую окраску. В составе кварцитов, хотя и в небольших количествах, по-



Рис. 34. Мартито-гидрогематито-гётитовый краснополосчатый кварцит горизонта  $K_2^{III_1}$ . Скв. 444. Штуф. Нат. вел.

стоянно присутствуют темно-зеленый хлорит и тальк, образующие тонкие включения в рудных прослоях, а также тончайшие прослойки.

Завершается разрез верхней подсвиты горизонтом ( $K_2^{11b}$ ) яшмовидных магнетито-железнослюдковых кварцитов. Кварциты этого горизонта сходны с кварцитами ниже-



Рис. 35. Мартино-гидрогематито-гётитовый пестроцветный желваковистый кварцит горизонта  $K_2^7$ . Темное — пропитанные гидроокислами железа силикатные прослойки, серое — кремнистые овоиды и прослойки. Скв. 444, глуб. 662—668 м. Штуф. Нат. вел.

лежащего горизонта, но отличаются более неравномерной полосчатостью, с преобладанием широких ритмов, а также более широким распространением яшмовидных кварцевых прослоев, что придает кварцитам яшмовидный облик. Для текстурного облика кварцитов характерна разлизованность прослоев, подчеркиваемая часто дисгармоничным характером плейчатости и микроскладчатости. Среди рудных прослоев часто встречаются включения и тончайшие прослойки карбонатов, представленных сидеритом. Сравнение состава и строения железорудной свиты в пределах Яковлевской и Покровской полос показывает, что свита железистых кварцитов претерпевает фациальные изменения в направлении с запада на восток (т. е. от Яковлевской полосы к Покровской). Эти изменения сводятся к следующему (рис. 36).

1. На участке увеличения мощности железорудной свиты в сторону Покровской полосы, где она достигает 500 м, и появления внутри ее мощной сланцевой пачки (150—300 м) железорудная свита на Покровской полосе распадается на две кварцитовые пачки (нижнюю и верхнюю). В этом же направлении к Покровской полосе идет нивелирование текстурного облика и состава железистых кварцитов. Как видно из приведенных разрезов Яковлевской и Покровской полос, свита железистых кварцитов на первой из них в общем виде характеризуется крупноритмичным строением, выраженным перемежаемостью силикатно-магнетитовых ( $K_2^1, K_2^3, K_2^5$  и  $K_2^7$ ) и железнослюдково-магнетитовых ( $K_2^2, K_2^4, K_2^6$ ) горизонтов. В пределах Покровской полосы квар-

цитовые пачки не обладают отчетливо выраженной внутренней стратифицированностью. Нижняя кварцитовая пачка сложена преимущест-

венно силикатно-магнетитовыми, а верхняя — довольно монотонными по текстурному облику и однообразными по составу магнетито-желез-послюдковыми кварцитами. Весьма характерным для кварцитов Покровской полосы (верхней пачки) является полное отсутствие грубопо-лосчатых текстур, характерных для нечетных горизонтов свиты желе-зистых кварцитов Яковлевской полосы. С другой стороны, в кварцитах Покровской полосы отсутствуют тонко- и микрослоистые текстуры, характерные для горизонтов  $K_2^2$  и  $K_2^4$  Яковлевской полосы.

2. Встречающиеся в железорудной свите Яковлевской полосы про-слои гидрогематитовых (в невыветрелом состоянии, по-видимому, био-

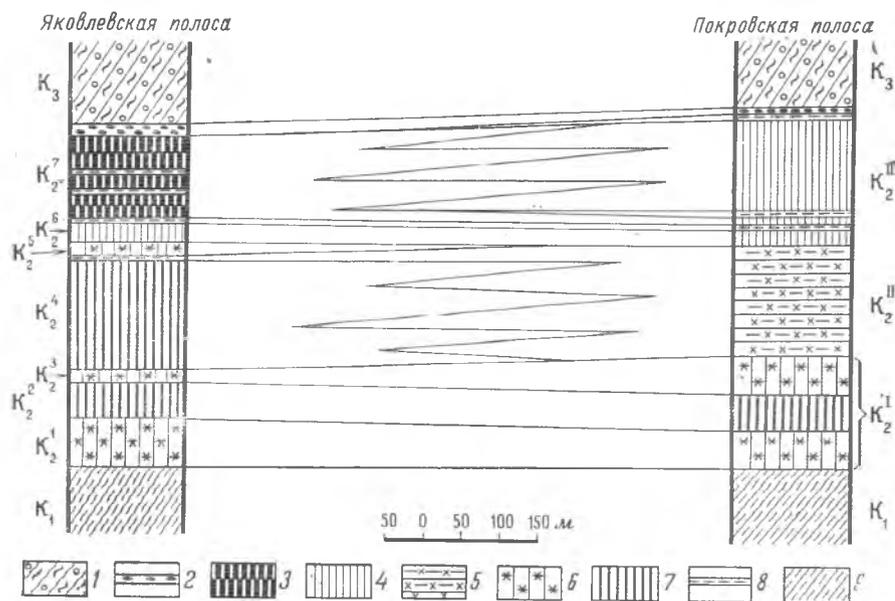


Рис. 36. Схема фациального изменения разреза железорудной свиты на Яковлевском месторождении в направлении от Яковлевской полосы к Покровской полосе. По С. И. Чайкину  
Надрудная свита  $K_3$ : 1 — филлиты углисто-глинистые с рудной вкрапленностью; 2 — конгломераты

Железорудная свита  $K_2$ : 3 — магнетито-силикатные кварциты ( $K_2^7$ ); 4 — железнослудково-магнетитовые неравномернопосчатые кварциты ( $K_2^6$ ); 5 — филлитовидные сланцы под-свиты  $K_2^{II}$ ; 6 — силикатно-магнетитовые средне- и грубополосчатые кварциты ( $K_2^2$ ,  $K_2^3$ ,  $K_2^5$ ); 7 — магнетито-железнослудковые ритмично-тонкополосчатые кварциты ( $K_2^2$ ,  $K_2^4$ ); 8 — межрудные хлоритовые филлиты. Подрудная свита  $K_1$ : 9 — филлиты

тито-хлоритового состава) сланцев, обычно приуроченные к базальным частям горизонтов  $K_2^5$  и  $K_2^7$ , выклиниваются к востоку и в пределах верхней кварцевой пачки Покровской полосы развития не имеют.

3. В направлении к Покровской полосе наблюдается более тесное смещение минеральных фаз, характеризующихся различной степенью окисления железа. Если в Яковлевской полосе окисные и закисные минералы довольно дифференцированы в разрезе (где они образуют обособленные пласты), то в кварцитах Покровской полосы наблюдается парагенезис минералов железа, отличающихся разной валентностью железа (гематит, магнетит, хлорит, биотит, карбонаты железа).

Верхняя сланцевая свита ( $K_3$ ) в пределах Яковлевского месторождения заполняет ядро синклинальной структуры. Контакт и взаимоотношение ее с железорудной свитой, хотя и вскрыты значительным количеством скважин, остаются неясными. Несомненно одно, что в пре-

делах детально разведанного участка сланцы залегают на свите железистых кварцитов, в большинстве случаев с отчетливо выраженным размывом и стратиграфическим несогласием (см. рис. 33\*). Размыв и несогласие местами фиксируются наличием в нижней части сланцевой свиты горизонта базальных конгломератов, а также большой изменчивостью мощности верхнего горизонта свиты железистых кварцитов ( $K_2^1$ ). Местами наблюдается резкое сокращение мощности железистых кварцитов. Так, на Гремученском участке, расположенном в 3 км к северу от центральной части детально разведанного участка, мощность железорудной свиты составляет лишь около 200 м при мощности ее в пределах детально разведанного участка 400 м. Следует заметить, что конгломерат, залегающий непосредственно на железистых кварцитах, имеет локальное распространение. Он не выдержан ни по простиранию, ни по падению. Местами конгломерат располагается несколько выше контакта железистых кварцитов примерно на 50—70 м, отделяясь от него соответствующей мощности сланцевой пачкой. В пределах Покровской полосы мощность сланцевой пачки, отделяющей конгломерат от верхнего контакта железистых кварцитов, сокращается до нескольких метров. Мощность конгломератового горизонта изменяется от нескольких сантиметров до 10—20 м.

Несмотря на очевидность несогласного залегания кроющей сланцевой свиты ( $K_3$ ) на железистых кварцитах, однозначности в проведении границы между свитами  $K_2$  и  $K_3$  не достигнуто; это обусловлено тем, что конгломерат на контакте между этими свитами не имеет повсеместного распространения, нет уверенности в принадлежности конгломератов, развитых в кровле железистых кварцитов и на некотором расстоянии от последней, к одному горизонту. Скорее всего они представляют собой несинхронные образования. Кроме того, конгломераты местами имеются и в верхней пачке кварцитов, т. е. стратиграфически несколько ниже контакта кварцитов и сланцев. Это обстоятельство и вносит осложнения в определение границы между свитами  $K_2$  и  $K_3$  и побуждает нас границу между свитами  $K_2$  и  $K_3$  проводить условно по литологическому контакту сланцев с кварцитами. Более надежно этот вопрос, по-видимому, представится возможным решить по наблюдениям в эксплуатационных горных выработках.

Говоря о несогласном залегании верхней свиты на железистых кварцитах, вместе с тем следует еще раз подчеркнуть, что указанное имеет стратиграфический характер. Сколько-нибудь убедительных признаков, указывающих на угловое несогласие в залегании между верхней и средней свитами, по данным проведенного бурения не установлено.

Строение верхней сланцевой свиты изучено еще недостаточно, так как непрерывным пересечением она освещена в нижней своей части мощностью около 400 м. Общая же мощность ее в пределах месторождения составляет, по-видимому, не менее 1000—1200 м. Верхняя часть разреза этой свиты пока вскрыта одиночными скважинами. В разрезе верхней свиты месторождения по данным макро- и микроскопического изучения ее представляется возможным выделить следующие три подсвиты (снизу вверх).

1. Подсвита филлитов с рудной (маритовой и железослюдковой) вкрапленностью с прослоями конгломератов, метаалевритов и метапесчаников ( $K_3^1$ ).

2. Подсвита углисто-глинистых филлитовых сланцев ( $K_3^2$ ).

3. Подсвита метаалевролитов с прослоями и пачками филлитовых сланцев ( $K_3^3$ ).

Поскольку с корой выветривания сланцев верхней свиты на месторождении связано развитие бокситов, для уяснения потенциальной бокситоносности разных частей ее представляется целесообразным

ниже остановиться на краткой характеристике выделенных подсвит и составляющих их пород. Отличительной чертой пород подсвиты филлитов с рудной вкрапленностью ( $K_3^1$ ) является наличие в них рассеянной вкрапленности, представленной железной слюдкой и магнетитом (мартитом). В отдельных пачках филлиты обогащены рудным материалом, что придает им характерный стально-серый облик. Характерно, что филлиты, обогащенные рудным материалом, тесно ассоциируют с конгломератами. Конгломераты встречаются не повсеместно в базальной части подсвиты. Иногда они устанавливаются также и среди сланцев в 50—150 м стратиграфически выше контакта с железорудной свитой. Подсвита неодинакова по составу и по петрографическим особенностям, она подразделяется на две пачки. Нижняя из них, залегающая непосредственно на железистых кварцитах, местами отделяясь от последних конгломератом, представлена филлитами существенно гидрослюдистого (биотито-серицитового) и хлоритового состава, в которых полностью отсутствует кластогенный кварц или отмечается в ничтожных количествах. Причем в своем развитии он приурочивается к нижним частям разреза подсвиты. Именно с этой сланцевой пачкой и связано образование на месторождении бокситов. Мощность этой пачки вдоль Яковлевской полосы колеблется от 30 до 150 м. В пределах детально разведанного участка месторождения наибольшая мощность ее наблюдается в центральной части и на южном фланге участка (между профилями IV+1600 и V). К северу эта пачка уменьшается в мощности и, кроме того, заметно обогащается рудным материалом (железной слюдкой и мартитом), местами наблюдается переход гидрослюдисто-хлоритовых сланцев в существенно рудные (железнослюдково-мартитовые) филлиты. В направлении к Покровской полосе эта пачка обнаруживает заметное уменьшение мощности и в пределах последней мощность ее не превышает нескольких метров. С выклиниванием в направлении к Покровской полосе сланцевой пачки, вероятно, связано отсутствие бокситов в висячем боку рудной залежи этой полосы.

Верхняя половина подсвиты  $K_3^1$  (50—80 м) преимущественно сложена также мартино-железнослюдковосодержащими филлитами. Однако филлиты этой пачки отличаются содержанием большого количества кластогенного кварца. Местами кластогенный кварц алевритовой размерности приобретает характер существенной составляющей, и сланцы здесь приобретают характер алевролитовых филлитов. В составе этой подсвиты часты прослой и пласты метаалевролитов и метапесчаников. Отмечаются также конгломераты и тесно ассоциирующие с ними, обогащенные мартитом, железной слюдкой, филлиты, представляющие собой бедные осадочно-метаморфогенные руды. Строение верхней пачки изменчиво по простиранию ввиду фациальных изменений, участвующих в ее составе пород. Рудные филлиты (железнослюдково-мартито-хлоритовые породы) и конгломераты обычно имеют линзовидный характер. Ниже приводится краткая характеристика наиболее характерных пород нижней подсвиты.

В составе конгломератов принимают участие обломки железистых кварцитов. Обломки окатанные, обладают округлой и продолговатой формой, обнаруживают ориентировку в направлении слоистости. Местами наблюдается отчетливо выраженная послышная дифференциация по размеру обломков, что находит отражение в перемежаемости крупногалечниковых конгломератов с гравелитами. Размер обломков варьирует от нескольких миллиметров до 1—5 см.

Цемент в конгломератах контактовый, чаще поровый, представленный кварцем и глинисто-железистым материалом. Размер кварцевых зерен в цементе значительно меньше, чем в обломках, и в главной массе составляет 0,01—0,08 мм. Иногда в цементе отмечается присутствие хлорита.

Метаалевролиты и алевролит-песчаники представлены прослоями и пачками различной мощности и постепенными переходами связаны с филлитами. Они содержат в тех или иных количествах рудный материал, представленный вкрапленностью мартита и железной слюдки. Внешне они зеленовато-серого или зеленовато-бурого цвета, массивного или неяснокристаллического сложения.

Рудные филлиты — внешне это сланцы полосчатой текстуры, зеленовато-серого и стально-серого цвета. Существенно алевролитовые разновидности имеют массивный облик. Отличительной особенностью сланцев данной подсвиты является присутствие в них мартита и железного блеска, придающих сланцам своеобразный внешний облик, в частности стально-серую окраску с характерным лиловым оттенком, благодаря которому они хорошо отличаются от сланцев подрудной толщи. Отдельные пачки сланцев насыщены рудной вкрапленностью настолько обильно, что содержание в них железа достигает 30—40%. В основной своей части сланцы слагаются микрослюдистым (серицит-мусковитом) агрегатом, в котором мартит и железная слюдка образуют различной густоты вкрапленность. В обогащенных рудными минералами разновидностях сланцев микрослюдистая составляющая сходит до роли цемента в породе. Весьма характерно, что существенно обогащенные рудным материалом сланцы в разрезе ассоциируют с конгломератами, залегаая в почве или кровле последних, а часто замещая их по простиранию. В существенных количествах в сланцах присутствует кварц, представленный зернами алевритовой размерности. Местами отмечается биотит. Аксессуары представлены турмалином, цирконом, титаномагнетитом. Из вторичных новообразований присутствуют хлорит и коричневатобурые гидроокислы железа, развивающиеся по биотиту.

Ввиду того что рудным минералам (мартиту и железной слюдке), принимающим участие в составе пород этой подсвиты, ошибочно приписывается кластогенный характер, остановимся несколько подробнее на особенностях форм выделения их.

Мартит в сланцах распространен неравномерно, обычно он присутствует в виде порфиробластов, встречающихся спорадически или образующих довольно густую вкрапленность, хорошо видимую макроскопически. Местами наблюдается ритмичное чередование прослоев, содержащих редкую вкрапленность мартита, с прослоями, насыщенными им. Размер зерен мартита колеблется от 0,05 до 0,3—0,5 мм, преобладают зерна размером 0,2—0,3 мм. Зерна мартита в большинстве случаев имеют правильную форму октаэдров. Наблюдаются зерна с квадратными, ромбическими и многоугольными сечениями. Идиоморфный характер зерен мартита с полной очевидностью доказывает несостоятельность отнесения их к кластогенным образованиям.

Железный блеск развит совместно с магнетитом (в коре выветривания превращенным в мартит) в виде пластинчатых выделений, часто образующих линейно вытянутые самостоятельные скопления. Размер пластинчатых выделений железного блеска колеблется от 0,1 до 0,3—0,4 мм.

Химический состав сланцев нижней подсвиты верхней сланцевой свиты ( $K_3$ ) характеризуется приведенным ниже анализом образца этих пород, взятым из скв. 47 (глубина 616,0—616,6 м):  $SiO_2$  — 59,72%;  $TiO_2$  — 0,40%;  $Al_2O_3$  — 12,07%;  $Fe_2O_3$  — 12,21%;  $FeO$  — 4,17%;  $MnO$  — 0,11%;  $MgO$  — 2,12%;  $CaO$  — 2,4%;  $Na_2O$  — 0,77%;  $K_2O$  — 3,00%;  $H_2O$  — 0,39%; п. п. п. — 4,07%. Сумма 101,44%.

Как видно из приведенного анализа, сланцы данной подсвиты характеризуются относительно невысоким содержанием кремнезема и повышенным содержанием железа, что хорошо увязывается с особенностями ее минерального состава, в частности с наличием в них обильной рудной вкрапленности и нахождением кремнезема в форме

силикатов и алюмосиликатов. Это обстоятельство предопределяет превращение их в коре выветривания в бокситы и бокситовидные породы, которые на месторождении в главной своей части приурочиваются к этой подсвите.

Подсвита углистых, пиритоносных, ленточно-полосчатых филлитовых сланцев ( $K_3$ ) является весьма характерной и выдержанной в разрезе верхней сланцевой свиты. С подстилающей и кроющей ее подсвитами она связана постепенными переходами.

По внешнему облику сланцы этой подсвиты темно-серого, почти черного цвета, местами приобретают зеленовато-серую окраску, обладают отчетливо выраженной тонкополосчатой текстурой. Полосчатость ритмичная, ленточная, выражена перемежаемостью тонких (от долей миллиметра до 1—2 мм) сланцевых и более широких (до 3—4 мм) алевролитовых прослоев. По сланцеватости в них развиты марказит, пирит, халькопирит в виде налетов и корочек дендритовидных рисунков, в выветрелых разновидностях превращенных в ржаво-охристые гидрокислы железа. Для сланцев характерна аспидная отдельность. Под микроскопом рассматриваемые сланцы имеют лепидобластовую, бластопелитовую и бластоалевролитовую структуру. Состоят они в основном из микрочешуйчатых агрегатов серицита, гидрослюды, пелитового вещества, обломочного кварца алевролитовой размерности и углистого пигмента, находящегося в тонкодисперсном состоянии и окрашивающего породу в темный цвет. В виде примесей в непостоянных количествах (обычно в небольших) присутствуют биотит и хлорит. Местами хлорит отмечается в ощутимых количествах, в связи с чем породы приобретают зеленую окраску. Хлорит также образует самостоятельные прослойки. Аксессуары представлены турмалином, сфеном, рутилом, цирконом, лейкоксеном; кроме того, отмечаются пирит и халькопирит.

В заключение следует заметить, что по внешнему облику сланцы этой подсвиты очень сходны со сланцами подрудной свиты. Сходство этих сланцев со сланцами подрудной свиты, по-видимому, и породило существование до самого последнего времени представления о полной идентичности подрудных и надрудных сланцев и невозможности их различения.

Приводимый ниже химический анализ образцов, взятых из скв. 124 (интервал 770,8—770,9 м), дает представление о химическом составе сланцев данной подсвиты:  $SiO_2$ —54,40%;  $TiO_2$ —0,72%;  $Al_2O_3$ —16,09%;  $Fe_2O_3$ —3,37%;  $FeO$ —5,69%;  $CaO$ —3,68%;  $MgO$ —4,02%;  $MnO$ —0,35%;  $K_2O$ —4,60%;  $Na_2O$ —0,5%;  $H_2O$ —0,22%; п. п. п.—7,22%. Сумма 100,57%.

Из всех разновидностей сланцев  $K_3$  сланцы данной подсвиты отличаются наиболее низким содержанием кремнезема при относительно высоком содержании глинозема. Обращает на себя внимание также высокое содержание в сланцах рассматриваемой подсвиты кальция, магния и щелочей. Ввиду относительно небольшого количества в сланцах данной подсвиты кремнезема, связанного с кластогенным кварцем, и сравнительно высокого содержания в них глинозема они являются так же, как и сланцы нижележащей подсвиты, благоприятным субстратом для образования при латеритном выветривании по ним латеритных бокситов.

Подсвитой метаалевролитов с прослоями филлитовых сланцев ( $K_3$ ) на месторождении венчается разрез верхней сланцевой свиты. С подстилающей толщей она связана постепенным переходом. По внешнему облику сланцы этой толщи представляют собой зеленовато-серую и темно-серую линзовидно-грубослоистую породу, в составе которой перемежаются широкие (до 1—1,5 см) линзовидные алевролитовые и тонкие (1—2 мм) более выдержанные сланцевые прослои. Под микроскопом они характеризуются бластоалевролитовой и микрелепидограно-

бластовой структурой, состоят из кластогенного кварца алевритовой размерности (от 0,04 до 0,08 мм), гидрослюды и серицита.

В подчиненных кварцу и гидрослюде количествах присутствуют хлорит, пелитовый материал и углистое вещество. Последние в виде тонкой пыли развиты в гидрослюдистых прослойках, местами они образуют самостоятельные послойные скопления.

В виде аксессуаров отмечены турмалин, циркон, лейкоксен. В зоне выветривания в составе пород широким распространением пользуются хлорит, каолинит, гидроокислы железа и алюминия.

Прослоями мощностью от 1—2 до 10—20 см в верхней части этой подсвиты отмечаются мраморизованные известняки розового цвета, тонкозернистые, полосчатой текстуры, обусловленной наличием тонких прослоек сланца. Главной составной частью известняков является кальцит, содержащийся в количестве 80—85%. В виде примеси присутствуют кластогенные зерна кварца, плагиоклаза и светлой слюды. Последняя часто обособляется в тонкие самостоятельные прослойки.

Приводимые ниже результаты анализа штучной пробы (скв. 49, глубина 787—787,2 м) дают представление об общем химическом составе сланцев верхней подсвиты (в невыветрелом их состоянии):  $\text{SiO}_2$  — 66,16%;  $\text{TiO}_2$  — 0,54%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 16,12%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 1,84%;  $\text{FeO}$  — 4,10%;  $\text{CaO}$  — 1,2%;  $\text{MgO}$  — 1,46%;  $\text{MnO}$  — 0,03%;  $\text{K}_2\text{O}$  — 3,60%;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 1,55%;  $\text{H}_2\text{O}$  — 0,20%; п. п. п. — 3,29%. Сумма 100,09%. Породы этой подсвиты характеризуются высоким содержанием кремнезема, обусловленным развитием в них в качестве существенной составной части кластогенного кварца.

### Структура месторождения

Как уже отмечалось выше, Яковлевское месторождение включает в себя две полосы железистых кварцитов — собственно Яковлевскую и Покровскую, протягивающиеся с северо-запада на юго-восток, на расстоянии от 800 до 4500 м друг от друга.

В структурном отношении месторождение представляет собой синклинальную складку, получившую название Яковлевской синклинали (см. рис. 20\*). К крыльям этой синклинали приурочены указанные выше Яковлевская и Покровская полосы железистых кварцитов. Ядро ее заполнено породами верхней сланцевой свиты.

Яковлевская синклиналь характеризуется значительной глубиной. Глубина замыкания ее по железистым кварцитам, судя по углам падения пород в ней, по-видимому, не менее 2 км.

Падение пород в обоих крыльях синклинали северо-восточное, моноклинальное (см. рис. 20\*, 22). В подавляющем большинстве случаев угол падения пород в пределах рудного поля колеблется от 60 до 70°, реже бывает более пологое или более крутое. Более пологие падения пород наблюдаются в северной части месторождения в районе с. Верхопенье (профиль I), вблизи выхода северного замка синклинали. Здесь углы падения не превышают 50°.

Крутые углы падения установлены в центральной части месторождения, особенно в восточном крыле (Покровская полоса), где падение почти вертикальное. В южной части структуры в пределах Покровской полосы (Хохлово-Дальнеингуменский участок) породы приобретают обратное падение.

Общая протяженность Яковлевской синклинали, с учетом имеющихся геофизических данных, превышает 70 км. Ширина синклинали в северной части месторождения по выходам железистых кварцитов колеблется в пределах от 800 м до 2 км, в южном направлении она увеличивается и на крайнем южном фланге достигает 4500 м.

В пределах детально разведанного участка ширина складки по

выходам железистых кварцитов колеблется от 1200 до 1600 м. Общее простирание основной структуры месторождения СЗ 320°. На фоне общего северо-западного простирания основной структуры отмечаются местные изгибы небольшой амплитуды. Крылья синклинали осложнены пликативными дислокациями более высоких порядков.

На детально разведанном участке произведенными работами установлено, что наиболее интенсивная дополнительная складчатость локализуется в области контакта железистых кварцитов с надрудной сланцевой свитой (К<sub>3</sub>), благодаря чему в висячем боку железорудная свита часто пересекается скважинами на более высоких гипсометрических уровнях, чем это должно иметь место при строго моноклинальном залегании крыла синклинали.

Наряду с пликативными дислокациями на месторождении широко распространены разрывные нарушения. Наличие дизъюнктивов устанавливается по многочисленным зонам дробления и интенсивной трещиноватости пород, а также проявлением тектонических брекчий.

Тектонические брекчии были отмечены в скважинах 10, 11, 21, 75, 171 и многих других. Однако дизъюнктивы, связанные с выявленными зонами дробления, в большинстве своем имеют небольшую амплитуду смещения.

Своеобразным тектоническим элементом в структуре месторождения являются межпластовые подвижки на границе железорудной и надрудной свит, интенсивно проявившиеся в пределах Яковлевской полосы кварцитов, на участке между профилями III и IV—1200. Здесь они фиксируются наличием отчетливо выраженных зеркал скольжения, а местами дроблением и брекчированием пород.

Широко проявлены на месторождении дизъюнктивные нарушения типа микросбросов. Нарушения этой категории наиболее часто развиты в породах железорудной свиты. Амплитуда смещений в них варьирует от долей миллиметра до нескольких сантиметров. Роль их в орудении, по-видимому, ничтожна, ввиду того, что трещины этого типа почти всегда залечены. Следует отметить широкое развитие на месторождении микроскладчатости и трещиноватости пород.

Микроскладчатость наиболее интенсивно и широко проявлена в железорудной свите (кварцитах), однако развита она здесь чрезвычайно неравномерно. Наиболее интенсивно она проявилась в тонкополосчатых (джеспилитовидных) разностях. Размеры мелких складок по ширине варьируют от 2—3 мм до 5—10 см. Форма складок крайне разнообразна, определяется текстурными и петрографическими особенностями кварцитов.

В тонкослоистых железнослюдково-магнетитовых кварцитах складки обычно изоклинального характера с осевыми плоскостями, ориентированными параллельно наслоению, характеризуются очень мелкими размерами, часто типа микроплойчатости. Складки эти сильно сплюснуты, нередко с острыми килевидными замками.

В грубополосчатых кварцитах складки этой категории, как правило, отличаются чрезвычайно сложной формой с отчетливо выраженной дисгармоничностью деформируемых слоев. Кварцевые прослои в них часто различиваны с образованием линз и овоидов.

Микроскладчатость в этих кварцитах нередко сопровождается микроразрывами с амплитудой от долей сантиметра до нескольких сантиметров.

Необходимо подчеркнуть, что микроскладчатость проявлена весьма неравномерно. В большинстве случаев отмечается резко подчеркнутая локальность развития ее. Наблюдения показывают, что в кварцитах в одних местах микроскладчатость проявлена интенсивно, в других — породы сохраняют плоскопараллельное, совершенно не затронутое микроскладчатостью, сложение.

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		минимальная	максимальная	средняя
Q	1. Современные почвы, аллювиально-делювиальные отложения . . . . .	—	5	—
Pq — N	2. Древнечетвертичные — покровные лёссовидные суглинки с ископаемыми почвами на водораздельных участках и аллювиальные мелкозернистые пески (I и надпойменные террасы) . . . . .	—	15	—
Cr <sub>2</sub> cp + mst	Пестроцветные и зеленовато-серые кварцевые и кварцево-глауконитовые тонко- и мелкозернистые глинистые пески, местами слб) сцементированные в песчаники, местами среди песков встречаются пласты и прослой песчаных глин . . . . .	—	40,0—50,0	25
Cr <sub>2</sub> st + cp	Мел белый, писчий, трещиноватый, местами закарстованный . . . . .	14,0	65,0	30,0
Cr <sub>2</sub> t + cn	Мергель от светло-серого до темно-серого цвета, плотный, с толстопластовой отдельностью . . . . .	82,0	133,0	126,0
Cr al + cm	Белый писчий мел, однородный, плотный, участками окремнелый. В подошве (4—5 м) песчаный, содержит желваки фосфорита . . . . .	59,0	79,0	70,0
Cr <sub>1</sub> nc + ap	Пески светло-серые и зеленовато-серые кварцевые, в верхней части тонко- и мелкозернистые, в нижней части крупнозернистые, местами гравелистые . . . . .	14,0	37,0	30,0
J <sub>3</sub> V	Глины пестроцветные, слоистые, плотные, в подошве песчаные, встречаются прослой и линзы песка . . . . .	5,0	28,0	10,0
J <sub>3</sub> ox + km	Песчаники от серого до темно-серого цвета, кварцевые, на известковистом цементе, переслаиваются глинами, песками. Местами песчаники переходят в песчанистый детритусовый известняк . . . . .	28,0	61,0	53,0
J <sub>3</sub> Cl	Глины серые, известковистые, плотные, аргиллитовидные, с прослоями мергеля, песка и детритусовых известняков . . . . .	32	49	39,0
J <sub>2</sub> bt	Пески серые и зеленовато-серые преимущественно тонкозернистые, глинистые. Встречаются прослой глин и песчаников	27,0	45,0	32,0
J <sub>2</sub> bj + bt	Переслаивание тонкозернистых глинистых песков и песчаных глин. Встречаются линзы и прослой тонкозернистого песчаника . . . . .	5,0	22,0	15,0
C <sub>1</sub> V	Глины от серого до темно-серого цвета, плотные, аргиллитовидные, внизу песчаные. В нижней части прослой песков . . . . .	27,0	56,0	30,0
Pt <sub>1</sub>	В нижней части разреза представлены переслаиванием известняков, сланцевых углистых глин, реже песчаников. Местами отмечаются прослой бурого угля мощностью 1—1,5 м. В пределах рудных зон в основании каменноугольных отложений развиты сухарные глины мощностью до 1—1,5 м. Верхняя часть каменноугольных отложений представлена преимущественно плотными, участками окремнелыми известняками. Верхние горизонты известняков интенсивно трещиноваты, часто закарстованы . . . . .	9,0	76,0	50,0
	6. Кора выветривания на породах кристаллического фундамента . . . . .	—	—	—

Весьма характерно, что во вмещающих железистые кварциты сланцевых толщах микроскладчатость хотя и проявлена, но выражена значительно слабее, чем в железистых кварцитах.

Трещиноватость в горных породах месторождения пользуется широким распространением. Интенсивно трещиноватые зоны довольно отчетливо фиксируются низким выходом керна.

Рудные залежи на месторождении залегают на значительной глубине под осадочными отложениями. В пределах детально разведанного участка месторождения их мощность в зависимости от рельефа современной поверхности и рельефа кристаллического фундамента изменяется от 480 до 550 м. Закономерное увеличение мощности (до 670 м) осадочной толщи происходит в южном направлении.

В состав осадочного комплекса в районе месторождения входят каменноугольные, юрские, меловые, палеоген-неогеновые и четвертичные отложения. Из них наиболее мощными и устойчивыми по составу и строению являются меловые и юрские отложения, имеющие повсеместное распространение. Палеоген-неогеновые отложения распространены только на водораздельных пространствах. Каменноугольные отложения имеют почти повсеместное распространение (отсутствие их установлено на ограниченном участке Покровской залежи) и характеризуются отчетливо выраженной зависимостью фациального состава и мощности от форм рельефа кристаллического фундамента. Вышележащие отложения такой зависимости от рельефа докембрия не обнаруживают.

Литологический состав и стратиграфическое расчленение осадочного чехла (средний разрез) приведены в табл. 22.

#### *Форма и строение рудных залежей*

Богатые железные руды представлены двумя обособленными лентообразно вытянутыми рудными залежами: Яковлевской и Покровской. В пределах этих залежей руды лежат под осадочной толщей на Яковлевской полосе на глубине 484—590 м, на Покровской — 461—509 м. Залежь Покровской полосы лежит гипсометрически выше, чем залежь Яковлевской полосы, местами превышения ее на Яковлевской достигают 90 м.

Ниже дается краткая характеристика рудных залежей для каждой полосы в отдельности.

**Яковлевская рудная залежь.** Богатые руды в пределах Яковлевской полосы железистых кварцитов установлены на протяжении от с. Ивня (на севере) до хут. Соловьева, расположенного в 8 км к юго-востоку от г. Белгорода. Буровыми скважинами эта залежь прослежена на протяжении 50 км, причем ни к северу, ни к югу она еще не оконтурена. По геофизическим данным, северная граница ее проходит примерно в 5—6 км к югу от с. Ивня (см. рис. 21\*) или в 25 км к северу от детально разведанного участка этого месторождения, где предполагается выклинивание рудоносной полосы в области замыкания синклинальной структуры.

В южном направлении залежь, по геофизическим данным, прослеживается до с. Пенцево (в 21 км к юго-востоку от г. Белгорода), где она в связи с выходом здесь южного замка Яковлевской синклинали, по-видимому, соединяется с Покровской залежью, образуя в районе с. Пенцево и хут. Соловьева широкое поле, выделяющееся под названием Соловьевского магнитного максимума (см. рис. 21\*). Таким образом, с учетом возможного продолжения залежи к северу и югу от освещенной бурением части протяженность залежи, по-видимому, составляет около 70 км.

На участке у с. Яковлево залежь разведана детально скважинами,

расположенными на линиях профилей через 100 м при расстоянии между профилями в центре участка через 400 м и на флангах — 800 м. Дальние фланги залежи освещены скважинами на профилях, рассредоточенных на 5—8 км. Участок протяженностью 5 км, непосредственно примыкающий с юга к детально разведанному участку, разбурен тремя профилями через 1000—1800 м.

Поисковыми и разведочными скважинами установлено, что основная масса богатых руд приурочена к выходам железистых кварцитов на эрозионную поверхность докембрия, она образует плащеобразную по форме залежь, которая в виде «шляпы» венчает головы крутопадающих железистых кварцитов. В связи с избирательным пластовым характером оруденения нижняя граница залежи весьма изменчива. Она осложнена выступами железистых кварцитов различных размеров, входящих в руды, и карманообразными углублениями богатых руд в железистые кварциты. Непосредственно под осадочные породы железистые кварциты выходят лишь в отдельных местах в виде небольших по размерам «окоп». Таким образом, на всем большом протяжении полосы железистых кварцитов (70 км) богатые руды образуют почти непрерывную лентовидно вытянутую залежь, ширина которой в зависимости от мощности полосы железистых кварцитов изменяется от 200 до 400 м. Мощность рудной залежи подвержена значительным колебаниям (от 20 до 160 м).

Изменение мощности рудной залежи по простиранию Яковлевской рудной полосы характеризуется следующими данными (табл. 23).

Таблица 23

№ п/п	Участок	Протяженность участка, м	Ширина залежи, м	Мощность рудной залежи, м			Глубина залегания, м		
				средняя	минимальная	Максимальная	средняя	минимальная	Максимальная
1	Верхопенско-Ивнянский (между профилями I и I+12000) . . . . .	8500	400	63	23	151	507	497	521
2	Гремучинский (между профилями I и III+2400) . . . . .	8500	315	58	21	140	545	504	580
3	Центральный (между профилями III+2400 и V) . . . . .	10100	380	102	54	135	520	481	569
4	Сморodinский (между профилями V и VII+4000) . . . . .	9350	255	56	19	83	532	500	557
5	Висловский (между профилями VII+4000 и VIII+2800) . . . . .	7400	480	125	133	160	563	540	587
6	Южный (между профилями VIII+2800 и геофизическим выклиниванием) . . . . .	12000	335	58	17	105	578	511	622
7	Соловьевский магнитный максимум . . . . .	12000	2400	32,5	1,5	49	630	606	667

Как видно из табл. 23, средняя мощность рудной залежи на большей части Яковлевской полосы колеблется в пределах 30—60 м. На двух участках: Яковлевском, тяготеющем к с. Яковлево, и Висловском (в районе с. Вислое, в 15—18 км к северу от г. Белгорода) средняя мощность рудной залежи возрастает и соответственно составляет 100 и 150 м. Протяженность каждого из этих участков с мощным оруденением 7—8 км. При общей изменчивости мощности рудной залежи наблюдается закономерное увеличение ее к висячему боку.

Вблизи лежащего бока полосы железистых кварцитов мощность залежи богатых руд обычно колеблется в пределах 20—30 м. В средней части и в висячем боку рудоносной полосы мощность богатых руд, как

правило, возрастает до 100—200 м. Такое закономерное изменение мощности рудной залежи вкрест простирания обусловлено главным образом особенностями строения железорудной свиты. В нижней своей части железорудная свита, как это видно из приведенного выше разреза, сложена грубополосчатыми, относительно бедными железом, железистыми кварцитами, малоблагоприятными для образования богатых железных руд. Средняя и верхняя части железорудной свиты в основном слагаются тонкополосчатыми богатыми железом железослюдковыми кварцитами ( $K_2^4$  и  $K_2^6$ ) и магнетито-биотито-куммингтонитовыми сланцами ( $K_2^7$ ), которые за счет существенного редуцирования кварцевых прослоев являются весьма благоприятными для образования богатых руд. Характерно, что там, где в горизонте  $K_2^7$  в силу упоминавшихся фациальных изменений появляются грубополосчатые кварциты, интенсивность оруденения резко падает и развитие руд висячем боку рудной толщи ограничивается небольшими глубинами, приобретая типичный плащеобразный характер. В связи с этим рудная залежь на таких участках в поперечном сечении приобретает корытообразный характер. Рудная залежь со стороны висячего бока сопровождается латеритными бокситами, представленными цепочковидно вытянутыми мелкими залежами, приуроченными в своем развитии к горизонту сланцев висячего бока небольшой мощности. Более подробная характеристика бокситов дается в разделе о бокситоносности.

Внутреннее строение рудной залежи наиболее детально изучено на Яковлевском участке. Разведочными работами, выполненными на этом участке, установлено, что при преобладающем развитии руд, залегающих шляпообразно, здесь развиты также и руды, уходящие на глубину до 300—500 м от поверхности докембрия, генетически связанные с линейной корой выветривания. Этот морфологический тип руд является аналогом руд Саксаганского района Криворожского бассейна. Эти руды образуют клиновидно-пластообразные рудные тела, отвечающие от плащеобразной залежи (см. рис. 22, а, д). Местами они уходят на значительную глубину. Характерным для развития руд этого типа является их локальность.

Наиболее крупное скопление руд, связанных с линейной корой выветривания, наблюдается вблизи контакта железистых кварцитов с верхней сланцевой свитой, где они прослежены по простиранию на протяжении более 5 км. В пределах этой зоны богатые руды распространяются на глубину до 500 м от поверхности рудокристаллического фундамента (см. рис. 22, а, б). В отдельных местах руды вдоль этого контакта уходят на глубину более 500 м от поверхности кристаллического фундамента, причем полное выкликивание их не прослежено.

Приуроченность богатого оруденения, уходящего на глубину, к контактовой зоне железистых кварцитов и верхней сланцевой свиты контролируется развитием здесь, в верхних горизонтах свиты железистых кварцитов, благоприятных для рудообразования существенно силикатных кварцитов, по-видимому, куммингтонито-амфиболо-биотитового состава, отличающихся количественно подчиненно ролью кварцевой составляющей. Развитие здесь мощного оруденения, по-видимому, содействовали также широко проявленные межпластовые подвижки.

Проведенное разбуривание контакта железистых кварцитов с верхней сланцевой свитой ( $K_3$ ) показывает, что распространение руд на большую глубину, приуроченных к этой зоне, в пределах разведанного участка не имеет повсеместного распространения. Они локализируются в центральной части участка, где получили развитие отмеченные выше благоприятные для рудообразования породы. На флангах этого участка руды данного типа отсутствуют в связи с фациальным изменением состава верхнего горизонта железистых кварцитов ( $K_2^7$ ), представлен-

ного здесь слаборудными разновидностями. Следует заметить, что в некоторых местах (вдоль висячего бока рудной залежи) часть руд, уходящих на глубину, представляющих гидротерматито-лимонитовым типом, возможно, образовалась за счет пород, принадлежащих не к железорудной, а к верхней сланцевой свите.

Руды, уходящие на глубину, отмечены также и среди железистых кварцитов, где они связаны с пластовым выветриванием и приурочены в своем развитии к горизонту тонко- и микрополосчатых железнослудковых кварцитов, отличающихся малой мощностью кварцевых прослоек и в связи с этим первичной обогащенностью железом (см. рис. 22, *д*, *е*). Особенно благоприятны для рудообразования участки этих горизонтов, которые подверглись разрывным дислокациям, на что указывает частое развитие в рудах тектонических брекчий. Однако, судя по тому, что рудные тела, уходящие на глубину, имеют согласное с железистыми кварцитами залегание, рудоконтролирующими являются межпластовые тектонические подвижки. Руды, связанные с линейной корой выветривания и залегающие среди железистых кварцитов, в пределах разведанного участка образуют три зоны, согласно вытянутые с общим простиранием месторождения.

Первая из них располагается в пределах горизонта  $K_2^9$ . Оруденение этой зоны вскрыто в северной и южной частях детально разведанного участка месторождения. Рудные тела, вскрытые здесь, местами имеют значительную мощность (до 60 м). Однако по падению они прослеживаются сравнительно на небольшую глубину (до 200—300 м от поверхности кристаллического фундамента).

Вторая зона развития богатых руд, связанных с линейной корой выветривания, приурочена к горизонту железистых кварцитов  $K_2^4$ . Наиболее отчетливо эта зона проявлена в южной части месторождения. В этом горизонте отдельные рудные тела разведаны по падению до 500 м, при этом до полного выклинивания не прослежены.

Третья зона руд, уходящих на глубину, приурочена к горизонту  $K_2^6$ . Ввиду изменчивости мощности и текстурного облика кварцитов этого горизонта богатое оруденение, приуроченное к нему, отличается изменчивостью распространения на глубину. В отдельных местах богатые руды в этом горизонте достигают наибольшего на месторождении распространения в глубину. Весьма характерно, что глубина распространения руд, связанных с линейной корой выветривания, возрастает от горизонта  $K_4^2$  к  $K_2^6$ , т. е. в направлении к висячему боку рудной толщи. Так, если в горизонте  $K_2^2$  отдельные рудные «языки» распространяются на глубину до 200—250 м от поверхности докембрия, то в горизонте  $K_2^6$  и  $K_2^7$  — до 500—600 м, причем до полного выклинивания не прослежены. Можно ожидать, что здесь руды будут распространяться на глубину до 1000 м.

В целом, по имеющимся данным, рудные тела, связанные с линейной корой выветривания, на месторождении характеризуются небольшими размерами. Форма их в большинстве случаев линзовидно-клиновидная. Более крупные рудные тела приближаются по форме к пластообразной.

Наиболее крупное рудное тело, вскрытое в центральной части детально разведанного участка, имеет протяженность по простиранию около 800 м и по падению до 500 м.

За пределами детально разведанного участка руды, уходящие на глубину, остались неизученными, так как скважины по железистым кварцитам здесь не углублялись. Однако наличие их на этих участках вполне возможно. С учетом данных по детально разведанному участку, развитие руд, уходящих на глубину, следует ожидать в горизонтах  $K_2^2$

$K_2^4$ ,  $K_2^6$ , а также в области висячего бока толщи железистых кварцитов.

Рудная залежь детально разведанного участка характеризуется довольно сложным внутренним строением, что определяется следующими факторами:

1) стратифицированным строением рудной толщи, выраженным чередованием в ней горизонтов, имеющих неодинаковый минеральный состав, и наличием прослоев филлитовых сланцев в пределах рудных зон, превращенных в глинисто-гидрогематитовые продукты (см. рис. 22). В строении рудной залежи принимает участие чередование горизонтов мартито-железнослюдковых руд ( $K_2^2$ ,  $K_2^4$ ,  $K_2^6$ ), обычно более мощных, с горизонтами мартито-гидрогематитовых руд ( $K_2^1$ ,  $K_2^3$ ,  $K_2^5$  и  $K_2^7$ ). Кроме того, в строении залежи участвуют прослои филлитовых сланцев, количество которых не выдержано по простиранию залежи. В центральной и южной частях детально разведанного участка в рудной залежи содержится от 2 до 10 прослоев. Наиболее устойчивый характер имеют сланцевые прослои, приуроченные к основанию горизонтов  $K_2^5$  и  $K_2^7$ ;

2) наличием в залежи следующей вертикальной зональности, обусловленной проявлением эпигенетической минерализации в рудах, представленной процессами карбонатизации и сопряженной с ней хлоритизации:

а) зона карбонатизированных руд; б) зона в той или иной степени хлоритизированных руд; в) зона, лишенная вторичных новообразований или с ограниченным проявлением их; г) зона кремнеземистых руд, местами карбонатизированных и хлоритизированных.

Мощность зоны карбонатизации весьма изменчива и колеблется от нескольких метров до 60 м. Местами она отсутствует.

На большинстве разрезов наблюдается тенденция к увеличению мощности карбонатизированных плотных руд к висячему боку рудной залежи.

В связи с тем, что железорудная свита в пределах Покровской полосы состоит из двух кварцитовых пачек, разделенных сланцами, богатые железные руды образуют две лентообразно вытянутые залежи. Ширина рудной залежи восточного (нижнего) пласта железистых кварцитов колеблется от 50 до 200 м, а западного (верхнего) от 250 до 400 м.

Рудная залежь западного пласта прослеживается параллельно Яковлевской залежи в 1—1,5 км к востоку от нее. В южной части месторождения расстояние между Яковлевской и Покровской рудными залежами увеличивается до 3—4 км. Бурением западная залежь на большей части своего простирания освещена редкими поисковыми профилями, обычно являющимися восточным продолжением профилей, которыми разбурена залежь Яковлевской полосы. Участок залежи, противлежащий детально разведанному участку Яковлевской полосы, освещен бурением более детально, чем остальная часть полосы. Он разбурен профилями, расположенными вкрест простирания через 800 м. Протяженность этого участка около 11 км. Богатые железные руды, образующие непрерывную плащеобразную залежь, прослежены на протяжении около 50 км. Отличительной особенностью залежи Покровской полосы является более высокое гипсометрическое положение ее над залежью Яковлевской полосы. На участке, сопряженном с детально разведанным участком Яковлевской полосы, почва рудной залежи располагается гипсометрически выше кровли залежи Яковлевской полосы. Ввиду высокого гипсометрического положения рудной залежи кровлей ее на этом участке служат среднеюрские отложения, представленные преимущественно глинами. Каменноугольные отложения здесь отсутствуют.

Основные данные о характере рудной залежи и глубине залегания приведены в табл. 24.

Таблица 24

№ п/п	Участок	Протяженность участка, м	Ширина залежи, м	Мощность рудной залежи, м			Глубина залегания, м		
				средняя	минимальная	максимальная	средняя	минимальная	максимальная
1	Верхопеско-Ивнянский (между профилями I и I+12000) . . . . .	8250	395	30	3,6	98	515	461	552
2	Гремучинский (между профилями I и III+2400) . . . . .	7750	300	27	3,6	53	535	507	552
3	Центральный детально разведанный (между профилями III+2400 и V) . . . . .	10100	260	51,6	2,0	151	520	480	560
4	Сморodinский (между профилями V и VII+4000) . . . . .	10000	375	46	14	146	476	450	513
5	Висловский (между профилями VII+4000 и VIII+2800)	7500	290	48	35	61	469	462	476

Как видно из табл. 24, на простирании от северного фланга до Хохловского участка на юге (профиль VIII+2800), на протяжении более 40 км Покровская залежь характеризуется в общем небольшой (в среднем 27—50 м) мощностью богатого оруденения. Характерно при этом, что мощность залежи закономерно увеличивается с востока на запад (от лежачего к висячему боку). В пределах лежачего бока полосы железистых кварцитов мощность богатых руд обычно небольшая (от нескольких метров до 20 м), а у контакта со сланцами надрудной толщи она местами достигает 150 м (скв. 315).

Следует, однако, отметить, что богатые руды вдоль этого контакта распространяются на значительно меньшую глубину, чем на Яковлевской полосе. В пределах собственно железорудной толщи этой полосы руды, уходящие на глубину, не обнаружены.

В южной части полосы, до ее сопряжения с Яковлевской, мощность залежи богатых руд возрастает от 70 до 300 м.

Рудная залежь восточного пласта Покровской полосы, выявленная в самое последнее время в связи с поисками бокситов, располагается в 200 м к востоку от рудной залежи западного пласта. Геофизическими съемками ранее она не картировалась. В настоящее время она прослежена на участке от с. Покровка до с. Лучки. Прослеженная бурением протяженность залежи 11 км. Ширина ее изменяется от 50 до 240 м. Мощность рудной залежи в пределах этой полосы колеблется от 15 до 75 м.

Сведения о глубине залегания рудной залежи, мощности ее и других параметрах приведены в табл. 25.

Залежь сложена преимущественно гидрогематито-мартиновыми рудами, почти на всю мощность карбонатизированными. В связи с этим руды характеризуются плотным массивным сложением.

На Яковлевском месторождении, как и на других месторождениях КМА, выделяются два генетических типа руд: остаточные (коренные) и осадочные (переотложенные). Первые из них являются главнейшими и определяющими экономическую ценность месторождений.

В главной своей части остаточные руды представлены рыхлыми, тонкопористыми разностями железослюдкового и железослюдково-мартиновом состава, на долю которых приходится более 50% от общих запасов месторождений.

Т а б л и ц а 25

№ п/п	Участок	Протя- жен- ность участ- ка, м	Шири- на за- лежи, м	Мощность рудной залежи, м			Глубина залегания, м		
				сред- няя	мини- маль- ная	макси- маль- ная	сред- няя	мини- маль- ная	макси- маль- ная
1	Гремучинский (между про- филем II—2050 и север- ным выклиниванием)	380	218	41,1	13	72	590	569	629
2	Центральный (между про- филями III+2400 и V)	10 100	167	40,8	32	73	555	532	589
3	Сморodinский (между про- филями V и VII+4000)	10 000	200	43,9	31	56	532	511	568
4	Висловский (между про- филями VII+4000 и VIII+2800)	7 500	200	42	42	42,5	582	569	595

Среди остаточных руд по минеральному составу выделены следующие минералогические типы:

1. Железнослюдковые и железнослюдково-мартитовые руды. Резко доминирующей разновидностью в этом типе являются железнослюдковые руды. Железнослюдково-мартитовые руды имеют подчиненное развитие, причем в своем распространении они тесно связаны постепенным переходом с чистыми железнослюдковыми разновидностями, поэтому в отдельный тип не выделены.

2. Мартито-гидрогематитовые руды.

3. Гидрогематито-гидрогётитовые руды.

4. Карбонатизированные (сидерито-железнослюдковые, сидерито-железнослюдково-мартитовые, сидерито-гидрогематито-гидрогётитовые) руды.

5. Хлоритизированные (железнослюдковые, железнослюдково-мартитовые и др.) руды.

Железнослюдковые и мартито-гидрогематитовые руды приурочены к горизонтам тонкополосчатых магнетитовых и железнослюдковых кварцитов типа джеспилитов ( $K_2^2$ ,  $K_2^4$ ,  $K_2^6$ ).

Гидрогематито-мартитовые и гидрогётито-гидрогематитовые руды развиваются в силикатно-магнетитовых горизонтах  $K_2^1$ ,  $K_2^3$ ,  $K_2^5$  и  $K_2^7$ . При этом гидрогематито-гидрогётитовые руды возникают за счет существенно силикатных разновидностей кварцитов и железисто-силикатных сланцев, которые в своем развитии сосредоточены в горизонте  $K_2^7$  и местами в горизонте  $K_2^5$ .

В соответствии со строением толщи железистых кварцитов в Яковлевской залежи гидрогематито-мартитовые и существенно гётитовые руды локализируются в краевых частях рудной залежи, а также образуют относительно небольшой мощности горизонты внутри рудной залежи. Внутренняя часть залежи образована мартито-железнослюдковыми рудами.

Карбонатизированные руды, представляющие собой эпигенетические образования, в своем развитии приурочены главным образом к приповерхностным частям рудных залежей. Возникновение их связано с инфильтрационными процессами, наложившимися на первоначальные рыхлые руды.

Сообразно приуроченности богатых железных руд к определенному по составу типу исходных пород, в которые они переходят по падению, руды обнаруживают еще одну особенность, подчеркивающую эту связь, а именно — унаследование текстур исходных пород. Так, железнослюдковые и мартито-железнослюдковые руды обычно характеризуются тем

же тонкополосчатым сложением, что и соответствующие разности кварцитов, где мощность составляющих прослоев колеблется от долей миллиметра до 1—2 мм.

Гидрогематито-мартитовые руды отличаются более грубополосчатым сложением с мощностью рудных прослоев от 1—2 мм до 2—3 см. Существенно гидрогематитовые и гётитовые руды часто обладают сланцеватой текстурой.

Ниже приводится характеристика минерального состава, структур и текстур богатых руд.

Железнослюдковые и железнослюдково-мартитовые руды наиболее богаты по содержанию железа и наиболее распространены на месторождении. Преимущественное развитие они получили в пределах Яковлевской залежи. Мартитовые руды здесь имеют ограниченное распространение. В Покровской залежи, наоборот, мартитовые руды становятся доминирующим типом.

Железнослюдковые и существенно мартитовые руды часто развиты совместно, образуя перемежающиеся между собой пачки, обладающие очень близким текстурным обликом, поэтому они объединены в один тип.

Внешне эти руды обладают характерным синеватым оттенком, в связи с чем и получили наименование «синьки». Хлоритизированные разности их приобретают зеленоватые тона. В физическом отношении в kernовом материале эти руды в преобладающей массе рыхлые, порошокватые, пористые, местами уплотненные со слабой структурной связью, при ударе легко рассыпающиеся в порошокватую массу. Там, где руды местами подвергаются хлоритизации, они становятся комковатыми. Комковатые, уплотненные разновидности руд встречаются среди основной массы рыхлых руд отдельными пачками и гнездами. Мягкие непрочные разности руд нередко имеют железнометанковый облик, представляя собой стально-серую с синеватым оттенком порошокватую массу, жирную на ощупь, состоящую из блестящих чешуек железного блеска. В рудах с сохранившейся структурной связью хорошо выражена тонкая полосчатость, унаследованная от железистых кварцитов. Полосчатость в рудах выражена чередованием рыхлых порошокватых и плотных прослоек. Мощность рыхлых прослоек обычно 2—3 мм, реже 5—6 мм. Плотные прослойки, как правило, более тонкие и не превышают 1—2 мм. Границы между этими прослойками довольно резкие. Часто в рудах наблюдается мелкая, весьма сложная плейчатость.

Следует заметить, что в действительности руды с сохранившейся структурной связью, по-видимому, имеют более широкое распространение, чем это представляется по kernу, так как в процессе бурения они легко разрушаются с образованием бесструктурной массы. Структура руд определяется минеральным составом. Существенно железнослюдковые руды наиболее распространены в горизонте  $K_2^4$ , где количество железной слюдки достигает 75—80%. Они обладают лепидобластическими структурами, в которых гематит в модификации железной слюдки группируется в тонкие прослойки мощностью 1—2 мм, характеризующиеся параллельным и субпараллельным расположением. Размер чешуек по длинному измерению колеблется от 0,2 до 0,5 мм. В прослоях, содержащих порфиридные вкрапленники мартита, лепидобластические агрегаты железной слюдки вокруг последних образуют завихренные рисунки. Нередко железная слюдка обнаруживает двойниковое строение.

Мартитовым рудам, приуроченным к горизонтам  $K_2^3$  и  $K_2^6$ , где они концентрируются преимущественно в приконтактных зонах с горизонтами  $K_2^1$ ,  $K_2^3$  и  $K_2^5$ , а также в пределах залежи Покровской полосы, присущи сростковые структуры, в которых идиоморфные зерна разме-

рами от 0,01 до 0,05 мм образуют полиэдрические агрегатные сростки, слагающие тонкие прослойки мощностью до 2—3 мм. Сростковые структуры варьируют от пористо-сростковых до сростково-сплошных. В последних сростки мартита сливаются в сплошные массы, почти не содержащие пустых промежутков, в которых иногда не видны контуры отдельных зерен и под микроскопом.

Такое различие в структуре рудных прослоев объясняется неоднородностью состава их в железистых кварцитах. Прослойки пористо-сростковой структуры образовались за счет рудных прослоев, содержащих примесь кварца, который в процессе рудообразования был полностью выщелочен и за счет этого образовались пустоты, придающие структуре их пористый характер. Слитно-сростковая (сростково-сплошная) структура присуща мономинеральным рудным прослоям, практически не содержащим безрудных включений. Зерна мартита в сростковых структурах выделяются в большинстве случаев полиэдрической формой сечений (в виде треугольников, четырехугольников и т. д.).

В приповерхностных частях залежи зерна мартита с поверхности часто гидратизированы с образованием гидроокислов железа. При этом зерна приобретают округлую форму, по которым некоторые исследователи ошибочно приписывают им кластогенный характер. Часто развитие гидроокислов железа по мартиту сопровождается сильной коррозией их, в результате чего кристаллы мартита нередко распадаются на мелкие неправильной формы обломки, с сильно изъеденными и извилистыми контурами.

Мартит и железная слюдка часто развиты совместно, как это наблюдается в горизонтах  $K_2^2$  и  $K_2^6$  Яковлевской залежи и в рудах Покровской залежи. В последней железная слюдка и мартит присутствуют примерно в равных количествах (от 25 до 40% каждого). При совместном развитии они образуют обычно прослойки смешанного состава, но нередко концентрируются в мономинеральные прослойки. В прослоях смешанного состава железная слюдка выполняет промежутки в агрегатах, образованных мартитом. Отдельные пластинки железной слюдки в этих случаях располагаются параллельно граням мартита, плотно прилегая к нему, в других случаях железная слюдка образует вокруг зерен мартита «ежиковые» структуры, в которых чешуйки железной слюдки расположены перпендикулярно граням мартита.

Присутствующий в рудах в небольших количествах магнетит представлен двумя генерациями: реликтовой (метаморфогенной) и в виде гипергенных новообразований. Реликтовый магнетит обычно представлен небольшими пятнышками, слагающими в большинстве случаев центральные части зерен мартита, увеличивающимися в количестве и размерах книзу рудных залежей.

Гипергенный магнетит в рудах месторождения имеет небольшое распространение, при этом он в большинстве своем развит в виде регенерационных каемок вокруг зерен мартита. На гипергенный характер магнетитовых каемок указывает парагенетическая связь их с сидеритом и хлоритом. Они отмечаются лишь там, где руды подверглись сидеритизации и хлоритизации.

В верхних горизонтах рудных залежей в совершенно незначительных количествах присутствует гидрогематит. Он развит в виде тонких каемок вокруг зерен мартита и реже развивается по периферии чешуек железной слюдки. Развиваясь по мартиту, он корродирует последний, проникая по тончайшим волосовидным трещинкам во внутреннюю часть зерен, в связи с чем зерна мартита приобретают скелетный характер. В местах интенсивной гидратации сростки мартита и отдельные его зерна распадаются на мелкие обломки. Наиболее широко гидрогематит развит по мартиту в приповерхностных частях рудных залежей. Здесь мартит местами почти нацело превращается в землистые красные

окислы железа, с образованием красных мартито-гидрогематитовых руд. В очень небольших количествах в рудах присутствуют реликты кварца, содержащегося в виде отдельных включений, представляющих собой фрагменты неп полностью выщелоченных роговиковых прослоев исходных пород. Эти кварцевые включения имеют сохранившуюся роговиковую структуру. Чаще кварц встречается в виде маршаллита, образующего тонкие пылеватые налеты.

Кроме того, в рудах отмечается жильный гипогенный кварц, отличающийся крупнокристаллической и друзовой структурой. Часто с этим кварцем ассоциирует гидротермальная крупночешуйчатая железная слюдка. Из сульфидов в жильном кварце иногда отмечается галенит.

Вторичный кварц (халцедон) отмечается в крупных пустотах, где он образует тонковолокнистые агрегаты, выстилающие стенки пустот.

Сидерит и хлорит в мартито-железнослюдковых рудах присутствуют в очень небольших количествах. Развиваются они в интерстициях рудных минералов и по наслоению, образуя тонкие прослойки. В этом случае руды приобретают массивное и массивно-полосчатое сложение.

В качестве дополнения к общей минеральной характеристике мартито-железнослюдковых руд ниже приводятся результаты полного анализа наиболее типичной пробы, характеризующей эту разновидность руд следующим средним содержанием компонентов (по пробам) из скв. 5 (интервал 581—595 м): Fe—67,57%; SiO<sub>2</sub>—0,92%; TiO<sub>2</sub>—0,08%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—0,55%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—95,17%; FeO—1,22%; MnO—следы; CaO—0,45%; MgO—0,10%; P—0,02%; S—0,03%; CO<sub>2</sub>—0,16%; H<sub>2</sub>O—0,11%; п. п. п.—0,40%. Сумма—99,21%.

Приведенные данные о химическом составе руд указывают на преобладающую роль в их составе окислов железа и о ничтожных примесях в них нерудных компонентов.

Мартито-гидрогематитовые руды («синько-краски»). Эти руды довольно широко распространены в Яковлевской рудной залежи, где составляют свыше 20% от общих запасов руд. В своем развитии они приурочены главным образом к висячему боку залежи, а также слагают рудные горизонты K<sub>2</sub><sup>1</sup>, K<sub>2</sub><sup>3</sup> и K<sub>2</sub><sup>5</sup>, из которых K<sub>2</sub><sup>1</sup> приурочен к лежащему боку рудной залежи, а горизонты K<sub>2</sub><sup>3</sup> и K<sub>2</sub><sup>5</sup>—к внутренней части залежи.

В рудной залежи Покровской полосы этот тип руд имеет небольшое распространение, составляя лишь около 5% от общих запасов, причем в пределах данной залежи мартито-гидрогематитовые руды локализируются в приповерхностных частях рудной залежи, где они образуются за счет интенсивной гидратации мартита. Стратифицированных пачек и горизонтов, сложенных этим типом руд, в пределах залежи Покровской полосы они не образуют. Отсутствуют они здесь и в лежащем и висячем боках рудной залежи, что обусловлено фациальным изменением строения толщи железистых кварцитов. Существенное развитие этот тип руд имеет в пределах залежи восточной Покровской полосы, являющейся нижней пачкой свиты железистых кварцитов, обнаруженной поисковыми работами в самое последнее время.

Макроскопически мартито-гидрогематитовые руды довольно пестры и разнообразны. Они имеют темно-красную, красновато-бурую, кирпично-красную и буровато-фиолетовую окраску. Цвет порошка темно-красный, с вишневым оттенком, красно-бурый, реже красновато-оранжевый. Текстура руд полосчатая. В отличие от мартито-железнослюдковых руд полосчатость руд данного типа неравномерная и вызвана чередованием прослоев мощностью от 1—2 мм до 1—2 см. Тонкополосчатые разновидности текстур здесь имеют подчиненное распространение. Полосчатость в этих рудах создается перемежаемостью, с одной стороны, мартитовых прослоев с гидроокисными («красковыми»), с дру-

гой, — послойным изменением расцветки гидроокисных полос. Мартитовые прослои плотные, выделяются металлическим блеском, часто с характерным красноватым и буровато-красным оттенком, проявляющимся благодаря развитию по мартиту гидроокислов железа. Ширина мартитовых прослоев колеблется от нескольких миллиметров до 1—2 см, местами мартитовые прослои содержат обильные включения хлорита, где они выполняют межзерновые промежутки в агрегатах мартита.

Гидроокисные («красковые») прослои обычно землистого сложения обладают разнообразными оттенками красного цвета. Цвет порошка их от вишнево-красного до оранжево-красного. В них часто наблюдается вкрапленность мартита, подчас весьма обильная; нередко мартит обнаруживает послойное распространение с образованием шнуrowидно вытянутых скоплений.

В красковых прослоях часто содержится гидрогётит, образующий тонкие включения и отдельные землистые прослойки, выделяющиеся на общем красно-буром фоне желто-бурой и охренно-желтой окраской. Местами они образуют тонкое переслаивание с красными гидрогематитовыми прослоями шириной от долей миллиметра до 1—2 мм. Местами в красковых прослоях обильны включения хлорита, придающие им зеленоватые оттенки. Часто руды обладают брекчиевыми текстурами, в которых обломки разных размеров мартитового состава цементируются хлорито-гидрогематитовой и глинисто-гидрогематитовой связующей массой.

Под микроскопом в составе руд устанавливаются в качестве основных рудообразующих минералов мартит и гидрогематит. В виде примесей присутствуют гидрогётит, глинистое вещество, карбонат, хлорит, кварц. В отдельных шлифах из горизонта  $K_2^7$  в небольших количествах содержатся слабо раскристаллизованные бокситовые минералы. Количественные соотношения между мартитом и гидроокислами железа колеблются в широких пределах. В рудах, слагающих горизонты  $K_2^1$ ,  $K_2^2$  и  $K_2^5$ , количественно преобладает мартит. Руды здесь имеют существенно мартитовый состав. В наиболее распространенных рудах содержание его колеблется от 40 до 60%. В рудах горизонта  $K_2$ , наоборот, гидроокислы железа в большинстве случаев доминируют над мартитом и составляют 70—80% от общей рудной массы. Лишь в отдельных пачках руды имеют существенно мартитовый состав.

Под микроскопом выявляется весьма неоднородная структура руд, меняющаяся в пределах небольших участков. В существенно мартитовых рудах широким распространением пользуются гранобластовые структуры и структуры замещения. Этой же структурой характеризуются мартитовые прослои в существенно гидрогематитовых рудах. Собственно гидрогематитовые руды обладают более разнообразными структурами. Среди них можно наблюдать петельчато-волоконистые, свилеватые и порфиробластовые структуры. Последние две наблюдаются в рудах, содержащих в различных количествах мартит. Петельчатые структуры присущи рудам, обогащенным мартитом (30—40%), в которых гидрогематит образует сложную сеть петель, обтекающих зерна мартита. В существенно «красковых» рудах, где гидрогематит образует основную ткань, руды часто обнаруживают волокнистое строение, обусловленное псевдоморфным развитием по железистому силикату, по-видимому, по сильножелезистой разновидности куммингтонита (близкой к грюнериту) или роговой обманке. Местами в гидрогематитовых массах просвечивает сланцеватое строение, связанное с развитием гидрогематита за счет разложения биотита, от которого рудная масса наследует сланцеватость и спайность.

В прозрачных шлифах гидрогематит просвечивает ярко-красным и темно-красным цветом. В косом свете обладает темно-красными внут-

ренными рефlekсами. Ввиду сильной изменчивости твердости при полировании дает неровную, ямчатую поверхность.

Данные химических анализов красных землистых гидроокисных масс показывают наличие в них конституционной воды ( $H_2O^+$ ) в количестве от 0,01 до 0,35%. В отдельных образцах содержание ее достигает 1,9%. Содержание адсорбционной воды ( $H_2O^-$ ) варьирует от 0,45 до 3%, в отдельных образцах оно достигает 5%.

В мартито-гидрогематитовых рудах горизонта  $K_2^7$  в заметных количествах присутствует гидрогётит, содержание которого по мере приближения к контакту рудной толщи со сланцами висячего бока увеличивается. Представлен он в виде мелких включений, прослоек и неопределенной формы масс, выделяющихся охренно-желтым цветом. Развивается он, как видно, под микроскопом, по-видимому, по куммингтониту, о чем свидетельствует волокнистая структура гидрогётитовых псевдоморфоз. Возможно, что часть гидрогётита образуется за счет разложения осадочно-метаморфогенного сидерита, обычно присутствующего в небольших количествах в составе силикатно-магнетитовых кварцитов.

Кварц содержится в незначительных количествах, обычно в виде мелких включений, реже он образует тонкие прослойки, подвергшиеся в различной степени метасоматическому замещению гидроокислами железа.

Химический состав этих руд характеризуется следующими данными анализа типичной пробы (скв. 48-г): Fe рудное — 59,89%;  $SiO_2$  — 6,20%;  $TiO_2$  — 0,15%;  $Al_2O_3$  — 4,37%;  $Fe_2O_3$  — 79,01%; FeO — 5,83%; MgO — 0,54%; CaO — 0,61%; P — 0,05%; S — 0,05%; п. п. п. — 2,47%;  $H_2O$  — 0,40%. Сумма — 99,68%.

Как видно из приведенных анализов, руды сложены в основном окислами железа, на долю которых приходится до 89%. Повышенное количество глинозема свидетельствует о присутствии в рудах силикатов.

Гидрогётито-гидрогематитовые руды («краски»). В своем развитии эти руды тесно связаны с мартито-гидрогематитовыми рудами, образуя среди них не выдержанные по мощности и протяженности прослойки и пачки. При этом наиболее широкое распространение они получили в горизонте  $K_2^7$ , где обычно тяготеют к верхней половине горизонта. В пределах залежи Покровской полосы этот тип руд отсутствует, так как горизонт, в котором они концентрируются, из разреза рудной толщи здесь выпадает. Руды от желто-бурого и охро-желтого до буровато-коричневого и красновато-бурого цвета, часто с характерной лиловой побежалостью, во влажном состоянии глиноподобные, пластичные, в сухом — каменистые и землисто-порошковатые. Окраска руд послойно-пятнистая, что создает пятнисто-полосчатую текстуру руд. В них наблюдается чередование прослоев, имеющих красновато-бурые, шоколадно-красноватые, кирпично-красные, желтовато-бурые и охристо-желтые оттенки. Местами она подчеркивается наличием в охристо-желтой или красновато-бурой основной рудной массе тонких (1—2 мм) и тончайших, едва видимых невооруженным глазом, зеленовато-серых хлористых прослоек. Полосчатость весьма неравномерная, варьирующая от тонкой (от долей миллиметра до 1—2 мм) до грубой (3—5 см).

Эпизодически в рудах встречаются мартитовые прослойки мощностью от 0,5—1 до 3—5 см, реже 10—20 см. Последние в свою очередь обладают внутренней полосчатостью, обусловленной переслоенностью их тонкими гидрогематитовыми и гётитовыми прослойками. В отдельных пачках руды обладают листовато-сланцевым текстурным обликом, типичным для сланцев. Основная рудная масса сложена землистым дисперсным гематитом и порошковатыми гидроокислами железа, представленными гётитом и гидрогематитом.

Лабораторным обогащением установлено, что на долю дисперсного гематита и гидроокислов железа в этих рудах приходится до 75—80%. Мартит обычно присутствует в количестве, не превышающем 15—25%. Хлорит и глинистое вещество присутствуют в количестве от долей процента до 3%. Кварцит содержится в количествах не более 1,5—2%.

Дисперсный гематит и охристо-желтые гидроокислы железа (гётит, гидрогётит) образуют перемежающиеся между собой неправильной формы участки и различной ширины прослои. В мартитовых прослойках они выполняют интерстиции в сростковых агрегатах мартита. По трещинам, а также в виде неопределенной формы выделений и сгустков среди тонкодисперсных гидроокислов железа наблюдается развитие плотных масс гематита, являющегося продуктом дегидратации дисперсных масс гидроокислов железа. Они выделяются сталью-серым цветом и крипстокристаллической внутренней структурой, придающими рудам характерный пятнистый облик. Нередко пятна приобретают правильную округлую и эллипсоидную форму, придавая рудам псевдоконгломератовидный облик.

В охристо-гидрогематитовых рудах очень часто наблюдаются псевдоморфозы лимонита по волокнистому железистому силикату типа куммингтонита. В отдельных пачках они отмечаются в больших количествах, где слагают участки и прослойки в руде, причем по мере приближения к контакту рудной толщи со сланцами всякого бока количество их увеличивается. Местами (скв. 190, глубина 566 м) в гидрогематито-гётитовых рудах встречаются прослои, обладающие пизолитовым сложением. В них охристо-желтые пизолиты размером от 2—3 мм до 0,5 см скреплены гётито-хлоритовым цементом. Пизолитовые стяжения обнаруживают ритмически концентрическое строение.

Мартит, присутствующий в этом типе руд в небольших количествах (от 10 до 30%), представлен такими же формами выделений, как и в вышеописанных мартито-гидрогематитовых рудах. Преимущественно он образует рассеянную вкрапленность, то редкую, то обильную, часто группирующуюся в шнуровидно вытянутые скопления. Характерно, что размеры зерен мартита в этих рудах значительно крупнее, чем в мономинеральных мартитовых рудах. Мартит в этих рудах претерпевает довольно интенсивную корродированность и замещение дисперсными гидроокислами. Реже мартит образует прослои мощностью от нескольких миллиметров до 3—5 см.

Отдельные прослои достигают 5—10 см. Местами мартит наблюдается в виде неправильной формы скоплений и прожилков.

Присутствующие в рудах каолинит, кварц и хлорит характеризуются следующими формами выделений. Карбонат наблюдается в виде тонких примазок, хлорит образует тончайшие прослойки и мелкие включения в рудной массе, выделяющиеся зеленоватой окраской. Кварц содержится обычно в виде реликтовых зерен.

Химический состав руд, по данным анализа групповой пробы из скв. 110 (интервал 581,20—602,30 м), характеризуется следующим содержанием компонентов: Fe растворимое — 57,48%; SiO<sub>2</sub> — 8,01%; TiO<sub>2</sub> — 0,30%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 7,79%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 68,53%; FeO — 9,30%; MgO — 0,84%; CaO — 0,97%; P — 0,02%; S — 0,05%; H<sub>2</sub>O — 0,22%; п. п. п. — 4,21%. Сумма — 100,24%.

Приведенные данные показывают, что эти руды в основном состоят из окислов железа с повышенным содержанием глинозема.

Карбонатизированные руды сосредоточены преимущественно в верхней части рудных залежей, где они образуют зону крайне изменчивой мощности, варьирующей от долей метра до 35 м. На долю карбонатизированных руд приходится 20,6% для Яковлевской залежи и 34,7% для Покровской залежи. С глубиной количество карбонатов обычно резко уменьшается и средние горизонты рудной залежи по вертикали

становятся почти бескарбонатными. В средней части залежи карбонатизированные руды встречаются в виде гнезд и пачек небольшой мощности, отходящих от зоны карбонатизированных руд, которые в своем распространении приурочены к зонам интенсивной трещиноватости. В небольших количествах карбонатизированные руды отмечаются в подошве рудных залежей, где мощность их обычно не превышает 0,5—1,5 м.

Согласно иммерсионным исследованиям, карбонаты в рудах представлены в подавляющем большинстве случаев сидеритом. Принадлежность карбоната к сидериту доказана химическими анализами (содержание Fe — 48%) и оптическими свойствами. Показатели преломления его по данным многочисленных измерений следующие:  $N_o = 1,767$  и  $N_e = 1,638$ . Кальцит ( $N_o = 1,658$  и  $N_e = 1,486$ ) имеет подчиненное распространение.

Карбонатизации подвергаются все разновидности рыхлых руд, поэтому среди них можно выделить сидерито-мартито-железнослюдковые и сидерито-гидрогематито-гётитовые руды. Однако наиболее интенсивной и полной карбонатизации подвергнуты мартитовые и железнослюдковые руды. Гидрогематито-гётитовые руды карбонатизируются весьма неравномерно и в значительно меньшей степени, что, очевидно, предопределялось физическими свойствами руд. Гидрогематито-гётитовые руды ввиду глинистоподобного характера были, по-видимому, менее проницаемыми. Карбонатизированные руды существенно отличаются от выделенных выше рыхлых разновидностей. По физическому состоянию они плотные, крепкие, буровато-серого цвета с характерным красноватым и буровато-лиловым оттенком для сидерито-железнослюдковых (мартитовых) руд и кирпично-красного и желтовато-бурого цвета для сидерито-гётито-гидрогематитовых руд.

Руды имеют массивно-полосчатое мелкозернистое, местами крупнозернистое сложение. Местами полосчатость выражена весьма слабо. В сидерито-гидрогематито-гётитовых рудах нередко наблюдаются кавернозные текстуры.

Под микроскопом устанавливается, что количество сидерита в рудах варьирует в значительных пределах. В отдельных местах сидерит составляет 60—70% от объема рудной массы. Сидерит образует изменчивой ширины кристаллически-зернистые прослойки, а также выполняет интерстиции между сростками мартита и железной слюдки в рудных прослоях, придавая рудам цементационную структуру. Нередко сидерит встречается в виде прослоев шириной 25—30 см, обладающих массивным крупнозернистым сложением. Местами сидерит концентрируется в виде гнезд разных размеров и формы.

Выделения сидерита представлены обычно мелкозернистыми агрегатами, характеризующимися гипидiomорфнозернистыми структурами. Нередко сидерит образует крупнозернистые агрегаты с хорошо выраженными идиоморфными кристаллами. В агрегатах сидерита часто наблюдаются пойкилитовые включения гидроокислов железа, окрашивающих сидерит в тот или иной цвет.

В верхней зоне карбонатизации для руд характерна раскрошенная структура замещения. В зоне карбонатизации в составе руд местами отмечается гипергенный магнетит, представленный тонкими регенерационными каемками, окаймляющими зерна мартита.

В горизонтах карбонатизированных руд наблюдается более позднее окисление сидерита, сопровождающееся замещением его гидроокислами железа, за счет чего сидерит приобретает желтовато-бурую окраску.

Лимонитизация сидерита идет по спайности и граням зерен. Местами отмечается полное замещение зерен сидерита гидроокислами же-

леза, в этом случае рыхлые гидроокислы железа обладают характерной для сидерита формой выделений.

Лимонитизация сидерита местами сопровождалась процессами выщелачивания, в результате которых в рудах развивается кавернозность, при этом на стенках пустот часто развиты щетки более позднего сидерита и кальцита. Мелкие пустоты обычно заполнены рыхлыми массами землистого, криптокристаллического хлорита. В отдельных шлифах наблюдается присутствие в руде сидерита и хлорита более поздних генераций. Карбонат этой генерации образует более крупнозернистые агрегаты. Хлорит поздней генерации образует прожилки и гнезда, местами развиваясь по трещинам спайности более раннего сидерита.

В карбонатизированных рудах часто встречаются скопления пирита и марказита в виде гнезд и конкреций.

Химический состав сидерито-мартитовых и железнослюдковых руд, по данным анализа пробы, взятой из наиболее типичной разновидности их (скв. 29, интервал 521—524 м), характеризуется следующим содержанием:  $\text{SiO}_2$ —0,94%;  $\text{TiO}_2$ —0,05%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —0,77%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —58,67%;  $\text{FeO}$ —22,24%;  $\text{MgO}$ —1,83%;  $\text{CaO}$ —1,66%; P—0,02%; S—0,03%; н. п. п.—14,78%. Сумма—100,99%.

Хлоритизированные мартито-железнослюдковые руды. Хлоритизация интенсивно проявилась в мартито-железнослюдковых рудах. В существенно гетито-гидрогематитовых рудах этот процесс выражен слабее. Хлоритизация наблюдается обычно ниже зоны карбонатизированных руд, где за счет ее образуются в той или иной степени хлоритизированные руды. Мощность зоны хлоритизации руд подвержена большим колебаниям, изменяясь от нескольких метров до 100—120 м. Местами (в районе профиля III Яковлевской залежи) процессы хлоритизации интенсивно проявлены в верхних горизонтах, причем хлорит здесь представлен плотной темно-зеленой разновидностью.

По физическим свойствам хлоритизированные руды представляют собой легко разрыхляющуюся порошокато-комковатую массу. При преобладающем развитии плотной разновидности хлорита руды приобретают каменистый облик. Текстура их тонкополосчатая. Сложены они чередованием рудных (железнослюдковых или мартитовых) и серовато-зеленых прослоев хлоритового состава. Мощность собственно рудных и хлоритовых прослоев обычно колеблется от долей миллиметра до 1—2 мм. Реже они достигают 3—4 мм. Иногда в рудах отмечается более грубая полосчатость с шириной прослоев 5—8 мм. Местами хлорит образует и более широкие прослои (2—3 см). Рудные прослои более плотные, крепкие. Хлоритовые — землистые, мягкие, содержат тонкую вкрапленность, местами хорошо заметную невооруженным глазом. Кроме самостоятельных прослоев, хлорит развит и в собственно рудных прослоях, где он выполняет интерстиции между рудными зернами. Часто руды характеризуются причудливыми разнообразными видами пльчатых текстур. Нередко в рудах наблюдаются брекчиевидные текстуры с наличием в них многочисленных зеркал скольжения. В этих текстурных разновидностях рудные обломки цементируются хлоритом, очень часто в тесном парагенезе с карбонатом. Брекчиевые текстуры имеют локальное развитие, приурочиваясь к тектоническим зонам, имеющим секущее положение по отношению к наблюдаемой слоистости в рудах. Под микроскопом руды обладают ориентированно гранобластовыми и лепидобластовыми, цементовидными структурами. Гранобластово-цементационные структуры присущи хлорито-мартитовым разновидностям.

Лепидобластово-цементовидные структуры характерны для суще-

ственно железнослюдковых руд. Минеральный состав руд такой же, как и чистых разновидностей мартито-железнослюдковых руд, с той лишь разницей, что здесь в существенных количествах развит вторичный хлорит и генетически связанный с ним гипергенный сидерит, с которыми иногда ассоциирует регенерационный супергенный магнетит. Спорадическое распространение в рудах имеет также пирит. Мартит преобладающее значение над железной слюдкой имеет в составе руд горизонтов  $K_2^2$  и  $K_2^6$ . В рудах горизонта  $K_2^4$  резко доминирует железная слюдка.

Хлориты в рудах представлены двумя модификациями: рыхлой землистой и плотной афанитовой. Землистая разновидность серовато-зеленого, афанитовая — обычно темно-зеленого, реже голубовато-зеленого цвета. Обе разновидности хлоритов характеризуются одинаковыми формами выделения. Аналогично карбонатам, кроме отмеченных выше послонных скоплений между рудными прослоями, они образуют примазки на последних, а также развиты в виде цемента в рудных агрегатах. Землистый хлорит наблюдается также в виде тонких оторочек, обрастающих зерна мартита, карбоната и кварца. Местами ими сложены крупные скопления, цементирующие дробленые участки. Следует при этом отметить, что плотная разновидность хлорита в своем развитии приурочивается к верхним горизонтам рудных залежей часто в ассоциации с сидеритом. Крупные скопления плотного хлорита отмечены в северной части детально разведанного участка (профили III+400, III+800) Яковлевской залежи. Часто хлорит развит в виде микроинкрустационных выделений, выстилающих поры и пустотки в рудах.

Гипергенный магнетит преимущественно развит в виде регенерационных каемок вокруг зерен мартита. При этом регенерация мартита в магнетит обычно наблюдается там, где зерна мартита заключены в хлоритовой массе, иногда содержащей сидерит. Кроме хлорита в рудах присутствуют карбонат, каолин, реликты кварца и изредка глиноземистые минералы (бёмит). В рудах в виде белесых точечных включений отмечается каолин, с которым местами ассоциирует бёмит. С хлоритом часто ассоциирует карбонат, обычно выполняющий промежутки между рудными зёрнами, нередко образующий многочисленные ветвящиеся прожилки. Характер карбоната более или менее однотипен, в большинстве случаев — это сидерит, образующий крупнокристаллические агрегаты. Местами наблюдается метасоматическое замещение хлорита сидеритом.

В некоторых случаях карбонат представлен кальцитом, который чаще всего образует секущие прожилки или гнезда. Сидерит часто окрашен гидрооксидами железа, причем окрашивание, видимо, связано с процессами окисления самого сидерита. Окрашенные зерна и агрегаты сидерита часто обрастают светлым сидеритом, что обуславливает их зональное строение.

В табл. 26 приведены результаты анализов трех проб хлоритизированных мартито-железнослюдковых руд из скв. 5.

Как видно из анализов, руды, содержащие хлорит, отличаются от чистых железнослюдковых и мартитовых руд повышенным содержанием окиси алюминия и железа; содержание глинозема колеблется от 1,4 до 3,5% при содержании его в чистых разновидностях не более 0,5%. Содержание закиси железа колеблется от 4 до 8% при содержании в чистых разновидностях не выше 1,5%. Повышенное содержание этих компонентов обусловлено развитием в рудах хлорита, который относится к железистым разновидностям.

Переотложившиеся руды на Яковлевском месторождении развиты довольно широко и представляют собой делювиальные и пролювиаль-

Таблица 26

Компоненты	Содержание, %		
	Проба № 18	Проба № 20	Проба № 24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> руды . . . . .	65,91	64,06	63,35
SiO <sub>2</sub> . . . . .	3,08	4,88	4,34
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,10	0,15	0,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,43	2,06	3,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	89,29	84,64	81,0
FeO . . . . .	4,38	6,18	8,55
CaO . . . . .	0,69	0,58	0,80
P . . . . .	0,057	0,029	0,013
S . . . . .	0,18	0,013	0,044
П. п. п. . . . .	0,69	0,91	1,44
H <sub>2</sub> O . . . . .	0,19	0,26	0,34
Сумма . . . . .	100,09	99,65	100,10

но-аллювиальные образования. Они распространены как непосредственно на поверхности коренных руд, так и в некотором удалении от них, где обычно выполняют депрессионные понижения в древнем рельефе. Наиболее крупное скопление переотложенных руд выявлено вдоль восточного склона Яковлевской рудоносной полосы. Здесь они заполняют депрессию, прослеживаемую вдоль всего разведанного участка. Местами эта депрессия заходит в пределы рудной зоны. Ширина ее по данным буровых работ в среднем равна около 300 м. Мощность переотложенных руд в ней колеблется от 10 до 54 м, в среднем равна 30 м.

По текстурным особенностям переотложенные руды в пределах месторождения представлены в главной своей части двумя основными разновидностями: брекчиевыми и конгломератовыми рудами. Местами встречаются руды, представляющие собой рудный песчаник или рудный аргиллит. Последние отмечаются, как правило, вдали от коренных руд в основании каменноугольных отложений, в которых они образуют пласты и прослой мощностью от 10—20 см до 5 м. Местами они выделяются в виде пластовых и линзообразных залежей среди конгломерато-брекчиевых руд.

Брекчиевые руды залегают обычно на коренных рудах или в небольшом удалении от склонов рудоносной полосы и в генетическом отношении представляют собой типичные делювиальные образования.

Руды конгломератовидного облика залегают большей частью в некотором удалении от выходов коренных руд, представляя собой пролювиальные и аллювиальные образования. Обломки, слагающие их, обладают отчетливыми следами обработки в водной среде.

По внешнему виду брекчиевые и конгломератовые руды представляют собой очень плотные, крепкие образования пестрой, обычно красновато-бурой и кирпично-красной окраски с отчетливо выраженным обломочным сложением. Размеры обломков и галек непостоянны, преобладают обломки размером 1,0—2,0 см, реже 3 см. Обломки имеют различную форму, в основном они плоские, овальной, реже неправильной формы.

В конгломератовых разностях руд в большинстве случаев хорошо выражена ориентировка обломков. Они вытянуты в одном направлении. В брекчиевых рудах обломки расположены хаотично. По составу обломки представлены маритовыми, мартино-железнослюдковыми ру-

дами, маритовые обломки часто гидратизированы. Реже встречаются обломки филлитовидных сланцев и окатанные галечки кварца.

Весьма часто кластогенный материал представлен зернами маррита и железной слюдки или их небольшими сростками. Зерна маррита в значительной своей части подвергались замещению красновато-бурыми гидроокислами железа. Местами отмечаются обломки, сложенные лимонитом, возможно возникшие за счет окисления обломков, имевших первоначально силикатный (куммингтонитовый) состав.

Цемент переотложенных руд базальный, местами контактовый и поровый, по составу глинисто-железистый, песчано-глинистый, в различной степени подвергшийся карбонатизации или хлоритизации.

Количественные соотношения между обломками и цементом непостоянны. Под микроскопом устанавливается, что в составе цементующей массы участвуют следующие минералы: гидроокислы железа, сидерит, кальцит, лептохлорит, гидрохлорит, каолинит, бёмит, смесь глинистых минералов, кварц и пирит. Преобладающее значение из них принадлежит гидроокислам железа, глинистым минералам, лептохлориту и сидериту. Остальные минералы в составе цемента имеют характер второстепенных примесей.

Ниже приводится среднее содержание основных компонентов раздельно для Яковлевской и Покровской рудных залежей (табл. 27).

Т а б л и ц а 27

Тип руды	Содержание компонентов, вес. %					
	Железо	Кремнезем	Глинозем	Фосфор	Сера	П. п. п.
<b>Яковлевская залежь</b>						
Маритовая и мартито-железнослюдковая . . . . .	63,19	4,35	1,25	0,014	0,11	3,04
Мартито-гидрогематитовая и гётито-гидрогематитовая . . . . .	59,40	5,66	3,94	0,031	0,05	4,62
Карбонатная . . . . .	48,61	3,87	1,31	0,022	0,07	15,48
Переотложенная . . . . .	56,37	6,53	6,83	0,03	0,08	5,24
<b>Покровская залежь</b>						
Мартито-железнослюдковая и маритовая . . . . .	61,29	3,32	2,24	0,07	0,25	4,16
Гидрогематито-маритовая . . . . .	56,02	6,19	9,77	0,05	0,20	5,94
Карбонатная . . . . .	52,38	2,90	2,42	0,05	0,31	12,39
Переотложенная . . . . .	51,99	5,25	3,78	0,03	0,29	11,76

Т а б л и ц а 28

Участок	Содержание, вес. %				
	Fe	SiO <sub>2</sub>	P	S	П. п. п.
1. Верхопенский (между профилями I и I+12000) . . . . .	57,43	4,89	0,14	0,026	8,58
2. Гремучинский (между профилями I и III+2400) . . . . .	61,05	4,42	0,094	0,016	5,35
3. Смородинский (между профилями V и VII+4000) . . . . .	56,60	5,77	0,130	0,03	10,82
4. Висловский (между профилями VII+4000 и VIII+2800) . . . . .	60,78	4,80	0,120	0,045	3,85
5. Южный (между профилем VIII+2800 и геофизическим выклиниванием) . . . . .	59,4	3,44	0,250	0,060	6,78
6. Соловьевский магнитный максимум	60,2	4,0	0,078	0,025	4,97

Характеристика химического состава богатых железных руд на других участках этого месторождения дается в табл. 28.

Распределение в рудах отдельных компонентов характеризуется следующими данными.

Содержание железа в рудах месторождения колеблется от 45 до 69%. В рудах Яковлевской залежи более 70% проанализированных проб имеют содержание железа выше 60%. На Покровской залежи количество проб с этим содержанием составляет всего лишь 28,5%. Пробы с низким содержанием железа (от 45 до 50%) составляют не более 5%.

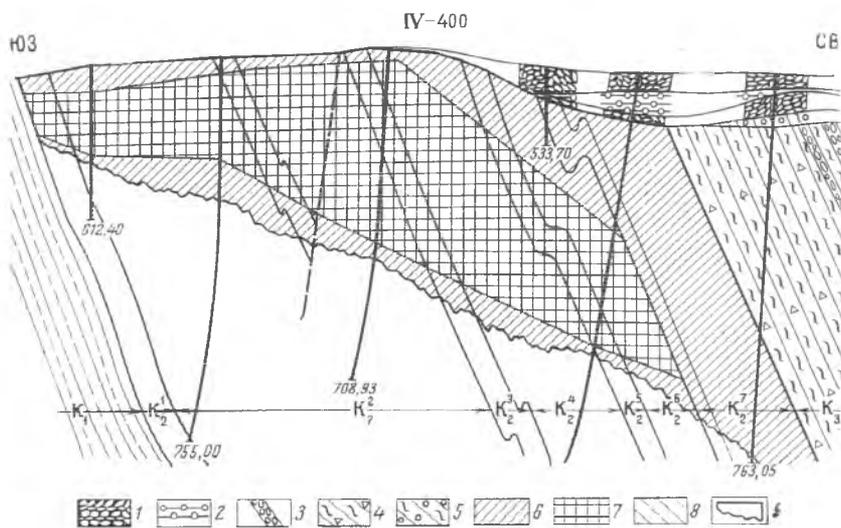


Рис. 37. Характер распределения железа в рудной залежи Яковлевского месторождения

Карбон: 1 — переотложенные (осадочные) конгломерато-брекчиевидные богатые руды  $C_1$ ; 2 — бокситовые породы

Надрудная свита  $K_3$ : 3 — конгломераты; 4 — филлитовые сланцы с рудной вкрапленностью; 5 — аллитовая зона на выветрелых надрудных сланцах; 6 — богатые руды с содержанием железа менее 60%; 7 — богатые руды с содержанием железа более 60%

Подрудная свита  $K_1$ : 8 — филлитовые сланцы; 9 — контур рудной залежи

В распределении железа в пределах рудных залежей наблюдается следующая закономерность (рис. 37). В верхних горизонтах рудных залежей содержание железа варьирует от 45 до 60%. Мощность зоны с относительно невысоким содержанием железа изменчива, колеблется от нескольких метров до 20—40 м, причем она более изменчива на Яковлевской залежи. В пределах Покровской залежи эта зона более постоянна и имеет мощность от 20 до 30 м. Ниже, в более глуболежащих горизонтах рудных залежей, наблюдается повышенное содержание железа, где оно в большинстве случаев превышает 60%. Мощность зоны с высоким содержанием железа тем больше, чем больше мощность рудных залежей. В Яковлевской залежи мощность этой зоны изменяется от 10—20 до 200—250 м, в Покровской залежи мощность зоны с высоким содержанием железа значительно меньше — от нескольких метров до 20—25 м.

В подошве залежей, на границе с железистыми кварцитами, содержание железа снова снижается до 45—52%. Мощность нижней зоны с пониженным содержанием железа колеблется от 0,5 до 5 м, в отдельных местах она достигает 10—20 м.

Наиболее высокие содержания закисного железа наблюдаются в сидеритизированных разностях, приуроченных в своем развитии пре-

имущественно к верхним горизонтам рудных залежей. Количество закиси железа в карбонатизированных рудностях руд достигает иногда 20%. В чистых мармитовых и железослюдковых рудах содержание этого компонента во всех случаях низкое и колеблется от 0,14 до 0,5—0,8%. В связи с этим содержание закиси железа в мощных рудных залежах с глубиной уменьшается.

Окись титана в рудах присутствует в преобладающем большинстве случаев в сотых долях процента и только местами достигает 0,2—0,3%. Содержание до 1% отмечается, как исключение, в единичных пробах. Характерно, что содержание двуокиси титана в богатых рудах по сравнению с содержанием его в железистых кварцитах, за счет которых он образуется, возрастает примерно в два раза.

Окись марганца в рудах этого месторождения присутствует в очень малых количествах (от следов до сотых долей процента) и только в единичных пробах достигает десятых долей процента (0,2—0,6).

Содержание кремнезема в рудах в среднем 5,07% и только в отдельных пробах содержание его варьирует от 0,84 до 13,5%. Подавляющее количество проб (около 85%) содержит кремнезема 4%. На долю проб с содержанием кремнезема более 5% приходится всего около 15%.

Наблюдения за распределением кремнезема в рудных залежах по вертикали показывают, что более высокие содержания кремнезема отмечаются в самых верхних горизонтах ее и в переотложенных рудах, а также в нижних горизонтах залежей, на границе с железистыми кварцитами, где содержание  $\text{SiO}_2$  в отдельных интервалах мощностью от 0,5 до 10 м повышается до 15—20%.

Глинозем присутствует в рудах в незначительных количествах. Среднее содержание его в рудах детально разведанного участка составляет 2,4% и по отдельным пробам колеблется от 0,5 до 10%. В преобладающем количестве проб (более 80%) содержание глинозема изменяется от 1,5 до 4%. Более высокие содержания глинозема (от 5 до 10%) характерны для существенно гидрогематитовых руд, приуроченных главным образом к висячему боку Яковлевской залежи. Среднее содержание глинозема в этих рудах составляет 5,6%. Повышенное содержание глинозема (около 6%) наблюдается и в переотложенных рудах.

Окись магния и кальция содержится в рудах в небольших количествах, причем окись магния обычно присутствует в меньших количествах, чем окись кальция. Содержание окиси кальция в большинстве проб варьирует от 0,15 до 3%, а окиси магния — от 0,15 до 0,7%. Максимальные содержания окиси кальция достигают 10—11%, окиси магния — 2,5%. Оба эти компонента связаны с наличием в рудах карбонатов. В соответствии с этим почти всегда в более повышенных количествах они отмечаются в верхних горизонтах залежей. Щелочи в рудах присутствуют в ничтожных количествах, содержание их варьирует от 0,05 до 0,13% и только в отдельных пробах достигает 2%.

Сера содержится в рыхлых рудах в незначительных количествах. Среднее содержание в этих рудах составляет 0,05—0,1% при колебании от следов до 0,3%. Подавляющая часть проб (80% всего количества проб) имеет содержание серы менее 0,15%. Содержание серы до 0,3% отмечены в 7% проб. Повышенные содержания серы приурочены к хлоритизированным и карбонатизированным рудам.

Содержание ее в этих рудах подвержено резким колебаниям — от сотых долей процента до 1% и лишь в отдельных интервалах достигает более 1%. В распределении серы в рудных залежах наблюдается следующая закономерность. В верхних горизонтах залежей, сложен-

ных преимущественно карбонатизированными рудами, отмечается повышенное содержание серы и в среднем достигает 0,15%.

Ниже зоны карбонатизации, при весьма неравномерном ее распространении, наблюдается уменьшение содержания серы. В приповерхностной части залежей содержание ее снова несколько повышается.

Фосфор содержится в рудах месторождения в ничтожных количествах и не выходит за пределы сотых долей процента при колебании от следов до 0,04%. На долю проб с содержанием 0,01, 0,02 и 0,03% приходится более 90%. Пробы с содержанием более 0,03% составляют только 10%. В преобладающем большинстве проб содержание фосфора ниже 0,02—0,03%. Максимальные содержания фосфора (0,07—0,08%) отмечены в единичных пробах.

Характерным в распределении фосфора в рудах является равномерность и незначительные пределы колебаний его содержания.

Несколько повышенные содержания его обычно наблюдаются в карбонатизированных рудах и в слабо оруденелых сланцевых прослоях. Среднее содержание фосфора в рудах месторождения составляет 0,014%.

Летучие компоненты, представленные двуокисью углерода и водой, присутствуют в небольших количествах. Содержание их варьиру-

Таблица 29

№ п/п	Водоносный горизонт, комплекс	Мощность водосодержащих пород, охваченная при откачках, м	Напор над кровлей, м	Удельные дебиты скважин, л/сек	Коэффициенты фильтрации, м/сутки	
					Пределы изменения	Рекомендуемые по основным горизонтам
1	Маастрихт-сантонский а) на водоразделах . . . . .	42,0—46,4	0,8—20,6	0,0004— 0,064	—	—
	б) в долине р. Ворскла . . . . .	41,3—67,2	3,0—15,0	0,1—3,13	до 12,3	12,3
2	Сеноман-альбский . . . . .	21,2—31,2	202,3— 210,5	0,16— 0,47	0,8— 2,58	1,5
3	Волжский . . . . .	22,1—37,7	239,5— 259,25	0,0052— 0,093	0,024— 0,38	0,3
4	Кселловейский . . . . .	26,8 37,9	321,65— 337,2	0,01— 0,27	0,28— 2,17	0,7
5	Бат-байосский . . . . .	5,4—6,2	391,0	0,0025— 0,038	0,056— 0,80	—
6	Каменноугольный а) над рудной залежью и в ее высячем боку . . . . .	21,0—72,6	400,7— 421,6	0,54— 2,74	3,94— 7,05	5,2
	б) в лежащем боку залежи и по Покровской полосе . . . . .	15,6—66,1	389,3— 437,9	0,0003— 0,3	0,002— 1,21	0,27
7	Протерозойско-архейский а) в рыхлых рудах . . . . .	38,9—371,25	452,3— 483,0	0,035— 0,33	0,13— 0,18	0,16
	б) в плотных рудах . . . . .	21,1—178,14	405,0— 459,7	0,0031— 0,029	0,013— 0,064	—
	в) в кварцитах окисленных . . . . .	17,0	—	0,0007	0,0033	—
	г) в сланцах К <sub>3</sub> выветрелых . . . . .	66,75—72,33	443,9— 494,8	0,0068— 0,0077	0,01— 0,013	—
д) в гранитоидах . . . . .	34,7—211,45	494,3— 511,7	0,0003— 0,014	0,0005— 0,054	—	

ет от долей процента до 21,3%. Наиболее высокие содержания их обычно приурочиваются к верхним горизонтам рудной залежи в связи с увеличением здесь карбонатов до 12,09—21,13% при среднем содержании их 15,4%.

Спектральными анализами установлено наличие в рудах германия, бора, иттрия и галлия в количествах, превышающих их кларки. В тысячных долях процента присутствуют также медь, молибден, никель, свинец, цинк и кобальт. Бериллий, тантал, цирконий, ниобий, вольфрам, кадмий, олово, индий, барий, лантан не обнаружены.

По прочности на Яковлевском месторождении различаются две группы руд: плотные крепкие и рыхлые руды малой крепости. В плотных рудах временное сопротивление сжатию изменяется от 100 до 3571 кг/см<sup>2</sup>. Среди них выделяются скальные крепкие руды с прочностью более 400 кг/см<sup>2</sup> и скальные слабые прочностью от 400 до 100 кг/см<sup>2</sup>. В рудах второй группы выделяются полускальные с временным сопротивлением сжатию 100—20 кг/см<sup>2</sup> и рыхлые с временным сопротивлением сжатию менее 20 кг/см<sup>2</sup>.

Скальные руды на Яковлевской залежи составляют 47%, а на Покровской — около 57%, полускальные соответственно 12 и 26,7%, а рыхлые 41 и 16%.

Рудные залежи и вмещающие их породы Яковлевского месторождения обводнены. Воды напорные с величиной напора 405—512 м. В покрывающих породах осадочного комплекса выделяется 10 водоносных горизонтов и комплексов. Основными из них являются семь: маастрихт-сантонский в мергельно-меловой толще, сеноман-альбский в песках, волжский в песках и песчаниках, келловейский и бат-байосский в песках, нижнекаменноугольный в известняках и протерозойско-архейский. Их характеристика приводится в табл. 29.

Согласно расчетам, суммарные притоки воды к водопонижительно-дренажным устройствам Яковлевского рудника в период его строительства и эксплуатации составят около 5000 м<sup>3</sup>/час.

### Разведанность и запасы богатых железных руд месторождения

К концу 1965 г. Яковлевское месторождение освещено поисково-разведочными работами на протяжении 60 км. Центральный участок Яковлевской полосы, расположенный у с. Яковлево, протяженностью 10 км, разведан по сетке 400×100 м в центральной части и 800×100 м на флангах. Для обоснования надежности принятых параметров разведочной сети на одном из участков были пройдены два дополнительных профиля с сокращением расстояния между профилями до 200 м. Для уточнения данных о внутреннем строении рудной залежи на ряде профилей пробурены дополнительные скважины с уменьшением расстояния между скважинами на профилях до 50 м.

Для освещения рудоносности глубоких горизонтов месторождения по опорным профилям, расположенным в среднем через 800 м в пределах Яковлевской полосы и через 1600 м на разведанном участке Покровской полосы, железорудная толща разбурена глубокими (900—1200 м) скважинами с получением по ней перекрытых разрезов.

Покровская полоса на участке, сопряженном с детально разведанным участком Яковлевской полосы, разбурена профилями через 800 м.

Фланги месторождения разбурены редкими поисковыми профилями: на юге Яковлевская и Покровская полосы освещены бурением на шести профилях с расстоянием между ними от 3000 до 10 000—13 000 м, на севере — тремя профилями. В результате поисковых и разведочных работ во всех профилях в пределах Яковлевской и Покровской полос

установлено наличие богатых руд. С учетом геофизических данных это позволяет предполагать непрерывное распространение богатого оруденения и на флангах обеих полос железистых кварцитов, а также уверенно оценить перспективы с подсчетом запасов по категории С<sub>2</sub>.

К категории В отнесены запасы, разведанные по сеткам 400×100 и 200×100 м в центральной части Яковлевской залежи, в зоне мощного и устойчивого оруденения, приуроченного к середине и всяческому боку рудной залежи; краевые части рудной залежи, разведанные с той же густотой разведочной сети, а также фланговые части разведанного участка, разбуренные по сетке 800×100 м, отнесены к категории С<sub>1</sub>. Запасы категории С<sub>2</sub> подсчитаны на основании данных по редким профилям и материалов геофизических исследований.

Подсчет запасов богатых руд на месторождении приведен в соответствии с кондициями, утвержденными Госпланом СССР, предусматривающими следующие минимальные содержания железа в рудах для оконтуривания балансовых руд: гематито-мартитовые руды — 50%, сидерито-мартитовые (карбонатные) руды — 45% и потери при прокаливании — не менее 10%, с включением в подсчет балансовых запасов прослоев некондиционных руд и пустых пород, находящихся внутри контура балансовых руд. Минимальная мощность рудного тела, включаемая в контур подсчета запасов, 5 м.

Руды с содержанием железа от 45 до 50 для гематито-мартитовых и от 35 до 45% для карбонатизированных разновидностей отнесены к забалансовым.

Разведанные запасы богатых руд Яковлевского месторождения по состоянию на 1/VII 1965 г. приводятся в табл. 30.

Т а б л и ц а 30

Участки месторождения	Запасы, млн. т			Содержание Fe, %
	В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	прогнозные	
1. Яковлевская рудная полоса . . . . .	1581,2	3247,5	20005,0	60,5
Верхопесно-Ивнянский (от профиля I до выклинивания) . . . . .	—	520,2	1070,0	57,4
Гремучинский (между профилями I и III+2400) . . . . .	—	469,9	—	61,05
Центральный (детально разведанный) . . . . .	1581,2	—	—	60,5
Сморodinский (между профилями V и VII+4000) . . . . .	—	467	—	56,7
Висловский (между профилями VII+4000 и VIII) . . . . .	—	1576,7	—	60,8
Южный (между профилями VIII и X) . . . . .	—	213,7	935,0	59,4
2. Основная Покровская залежь . . . . .	286,4	1412,7	—	58,0
Северный (между профилями II+5000 и II—2050) . . . . .	—	287,4	—	56,4
Центральный (между профилями II—2050 и V) . . . . .	286,4	192,3	—	60,9
Южный (между профилями V и VII) . . . . .	—	933,0	—	59,7
3. Параллельная Покровская залежь . . . . .	—	331,4	—	57,9
4. Соловьевский магнитный максимум . . . . .	—	—	1800	60,6
Всего по месторождению . . . . .	1867,6	4991,6	3805,0	60,2

Среднее содержание железа в рудах детально разведанного участка Яковлевского месторождения составляет 60,5% при содержании: кремнезема — 5,1%, глинозема — 2,33%, серы — 0,092%, фосфора — 0,21%; величина потерь при прокаливании — 4,17%.

Более 50% разведанных запасов категорий В+С<sub>1</sub> (874,4 млн. т) приходится на руды с содержанием железа более 60%, с средним со-

держанием, равным 64%. Основная масса этих руд сосредоточена в центральной части рудной залежи разведанного участка месторождения. Подавляющая часть руд с содержанием железа менее 60% сосредоточена в верхних горизонтах рудной залежи, где они образуют изменчивой мощности зону, в общем совпадающую с распространением карбонатизированных плотных руд.

За пределами детально разведанного участка ввиду небольшой мощности рудной залежи, где руды почти на всю мощность карбонатизированы, они характеризуются в подавляющей своей части содержанием железа менее 60%. Исключение составляет лишь Висловский участок, обладающий значительной мощностью рудной залежи и широким развитием рыхлых руд, в связи с чем среднее содержание железа в рудах составит более 60%.

### Перспективы промышленного освоения

Согласно промышленной оценке, выполненной институтом Центрогипроруда для детально разведанного участка Яковлевского месторождения и прилегающего к нему с севера Гремучинского участка, учтенные здесь запасы богатых железных руд могут обеспечить строительство двух крупных рудников Яковлевского и Гремучинского с общей производительностью 33 млн. т товарной руды в год.

Яковлевский рудник проектируется на базе детально разведанных запасов центрального участка Яковлевской и Покровской залежей на шахтном поле протяженностью 5,62 км, включающем участки с наибольшей мощностью руд с балансовыми запасами 1112 млн. т.

В 1963 г. институтом Южгипроруда составлен технический проект этого рудника. Проектируемая годовая производительность рудника 17,9 млн. т товарной руды с содержанием железа 58,9%. Себестоимость 1 т товарной руды 2 руб. 72 коп., или 1 т железа в руде 4 руб. 86 коп. Продолжительность строительства рудника 7 лет и эксплуатации 49 лет.

Вскрытие месторождения запроектировано производить двумя группами стволов, которые должны проходиться с помощью замораживания и бурения.

Возможность строительства Гремучинского рудника была рассмотрена институтом Центрогипроруда на стадии предварительной проектной проработки. Шахтное поле этого рудника располагается севернее Яковлевского рудника, на площади рудных залежей Яковлевской и Покровской полос железистых кварцитов, где эксплуатационные запасы определяются в 505 млн. т. Годовая производительность рудника определена в 15 млн. т руды с содержанием железа 59,3%, по себестоимости 2 руб. 41 коп. за 1 т или 4 руб. 50 коп. за 1 т железа в руде.

Рудник предусматривается в составе одного шахтного комплекса. Его строительство планировалось осуществить вслед за Яковлевским рудником. Продолжительность строительства 7,5 лет и эксплуатации 34 года.

В дальнейшей перспективе рудник, близкий по масштабам Яковлевскому, может быть создан на базе Висловского участка, с его мощным оруденением и возможными запасами порядка 1,2—1,5 млрд. т. Правда, осложняющим обстоятельством здесь является то, что участок пересекается железнодорожной магистралью Москва-Харьков и долиной р. Липовый Донец с весьма обводненной трещиноватой зоной в мергельно-меловой толще.

Имеющиеся данные поисковой разведки позволяют утверждать о реальной возможности подготовки еще двух шахтных полей с крупными запасами одного в районе Верхопенье — Ивня и второго на южном фланге Яковлевской полосы. Имеются также благоприятные пред-

посылки для выявления крупных запасов (более 1 млрд. т) в районе северного фланга. Таким образом, Яковлевское месторождение может служить надежным источником для развития на нем крупной добычи высококачественных руд.

Приведенные данные по себестоимости руды на Яковлевском месторождении показывают, что использование руд этого месторождения обещает быть не менее эффективным, чем богатых руд Кривого Рога, где фактическая себестоимость 1 т товарной руды в последние годы составляет при подземных работах от 3,5 до 3,7 руб.

Учитывая, что металлургическая ценность яковлевской руды выше средней стоимости богатой руды, добываемой в Криворожском бассейне (60% против 54,5%), эффективность использования яковлевских руд по сравнению с криворожскими еще более возрастет. Необходимо подчеркнуть, что здесь может быть организована в больших объемах добыча руд с содержанием железа 63—64%, т. е. руд, близких по своему качеству к концентратам.

В связи с изложенным есть основание считать, что Яковлевское месторождение должно являться одним из первоочередных объектов для промышленного освоения в Белгородском районе. Кроме того, в свете имеющихся данных по сравнительной оценке месторождений Белгородского района, оно по горнотехническим условиям является лучшим из всех известных месторождений в этом районе. К числу благоприятствующих факторов следует отнести повсеместное развитие в кровле рудных залежей устойчивых пород, представленных известняками, которые вследствие высокой трещиноватости являются одновременно естественным дренажным горизонтом, обеспечивающим снятие напоров в руде и спуска вод из вышележащих водоносных горизонтов. Следует отметить, что ввиду развития крупной депрессионной воронки при водопонижении, проводимом на месторождении, в сферу осушения попадают рудные залежи соседних месторождений (Гостищевское месторождение). Освоение Яковлевского месторождения существенно облегчит освоение других месторождений и в первую очередь Лучкинской и Гостищевской залежей, на базе которых может быть обеспечена добыча высококачественных руд в весьма больших масштабах (до 60—80 млн. т).

## ГОСТИЩЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Гостищевское месторождение богатых железных руд открыто в 1956 г. работами Гостищевской геологоразведочной партии Белгородской железорудной экспедиции, поставленными здесь по материалам магнитометрической и гравиметрической съемок Курской геофизической экспедиции. Этой же партией была дана оценка его перспектив (Русинович, 1957ф, 1958) и в период 1956—1960 гг. выполнена предварительная и детальная разведка месторождения. На северном его фланге (Лучкинский участок) и по южной окраине поисковая разведка выполнена Яковлевской геологоразведочной партией.

Результаты поисковых и разведочных работ изложены в рукописных отчетах: И. А. Русиновича, А. А. Саара, В. Ф. Небосенко (1960ф) и В. Н. Клекля (1960ф, 1961ф). По материалам этих работ написан настоящий краткий очерк.

Гостищевское месторождение является наиболее крупным среди железорудных месторождений КМА и СССР. Площадь месторождения имеет форму полосы, простирающейся с северо-запада на юго-восток (от с. Покровка до с. Мясоево Белгородской области) на протяжении 34 км при ширине до 4 км.

В центральной части месторождение пересекается магистралью южной железной дороги с ближайшими станциями Гостищево и Саж-

ное. Параллельно его юго-западной границе (в 5—12 км) проходит асфальтированная дорога Москва — Симферополь. В 4 км юго-восточнее ст. Гостищево месторождение пересекается верховьем р. Северный Донец и двумя его правыми притоками — Липовым Донцом и Сажновским Донцом. Вблизи юго-восточной границы протекает его левый приток — р. Разумная.

Территория месторождения представляет собой холмисто-равнинное пространство, изрезанное глубокими оврагами и логами. Абсолютные отметки поверхности на водоразделах обычно 180—200 м, редко достигают 220—230 м; в речных долинах они в пределах 116—136 м.

### Геологическое строение

На площади Гостищевского месторождения в составе кристаллического фундамента установлены все три свиты метаморфических пород курской серии.

Нижняя свита здесь представлена главным образом филлитовидными сланцами толщи  $K_1^2$  и лишь одной скважиной были встречены слюдястые кварцитовидные песчаники с отчетливо выраженной бластопсаммитовой и бластоалевроито-псаммитовой структурой с цементом базального типа толщи кварцитовидных песчаников ( $K_1^1$ ).

Средняя свита ( $K_2$ ) по минералого-петрографическим признакам на месторождении делится на следующие семь горизонтов, занимающих внутри ее вполне определенное положение (снизу вверх).

I горизонт ( $K_2^1$ ), сложенный слабобудными силикатными железистыми кварцитами мощностью около 50—60 м. Нередко в нем появляются слои филлитовидных сланцев, мощностью 8—10, иногда до 14 м, составляющие около 11%.

II горизонт ( $K_2^2$ ) мощностью от 30 до 100 м сложен магнетитовыми и мартитовыми кварцитами, нередко содержащими незначительное количество железной слюдки и силикатов. В нем встречаются прослои хлоритовых и мартито-хлоритовых сланцев, составляющих около 3%. Их мощность обычно до 3 м, реже 10—11 м.

III горизонт ( $K_2^3$ ) представлен продуктами выветривания силикатных, преимущественно кварцево-серицитовых и в подчиненном количестве хлоритизированных биотитовых сланцев. В несколько меньшем количестве здесь присутствуют слои интенсивно гидрогематизированных слабобудных мартито-силикатных кварцитов. Содержание сланцев и кварцитов равно 60 и 40%. Мощность горизонта колеблется от 12 до 30 м и лишь иногда увеличивается до 80—86 м.

IV горизонт ( $K_2^4$ ) сложен мартитовыми кварцитами, иногда с примесью железной слюдки. Сланцевые прослои встречаются довольно часто и составляют около 3%. Мощность их 3—4 м редко до 11 м. Мощность горизонта колеблется от 20 до 200 м, иногда достигает 250—350 м.

V горизонт ( $K_2^5$ ) представлен преимущественно железнослюдково-мартитовыми кварцитами. Сланцевые прослои в нем составляют около 4%. Их мощность обычно до 4—5 м, редко достигает 10—12 м. Мощность горизонта не установлена. Исходя из данных разреза в профиле УП-400, она нами условно принята равной 200—250 м.

VI горизонт ( $K_2^6$ ) представлен мартитовыми и магнетитовыми кварцитами с прослоями силикатных сланцев. Мощность его не установлена и условно принимается равной 50—70 м.

VII горизонт ( $K_2^7$ ) сложен мартито-силикатными кварцитами, среди которых имеются слои сланцев до 10—15 м, составляющие около 22%. Мощность горизонта около 70—80 м.

Для всех горизонтов железорудной свиты характерно изменение мощности в больших пределах.

Внутри верхней свиты ( $K_3$ ) выделяются следующие три толщи (снизу вверх):

1. Толща филлитовидных сланцев ( $K_3^1$ ) мощностью до 1 км, сложенная филлитовидными сланцами с порфиробластами маргита, собственно филлитовидными сланцами, углистыми филлитовидными сланцами, связанными между собой постепенными переходами.

2. Толща карбонатных пород ( $K_3^2$ ), представленная доломитизированными кристаллическими известняками, доломитами и переслаивающимися с ними карбонатно-кварцево-серицитовыми и филлитовидными сланцами. Мощность толщи не установлена и условно принимается около 500 м.

3. Толща кварцитовидных песчаников ( $K_3^3$ ), представленная переслаиванием кварцитов, кварцитовидных песчаников и алевролитовых филлитовидных сланцев, общей мощностью 400—500 м.

Наличия следов перерыва в отложениях между железорудной и нижней песчаниково-сланцевой свитами в районе Гостищевского месторождения не установлено. Наоборот, здесь можно говорить о постепенном переходе, который выражается наличием магнетито-силикатных кварцитов в основании свиты  $K_2$  и наличием безрудных и весьма слаборудных кварцитовых прослоев в наиболее верхних горизонтах свиты  $K_1$ .

Филлитовидные сланцы верхней свиты установлены залегающими на железистых кварцитах горизонтов  $K_2^7$  и  $K_2^5$ . Отсутствие в последнем случае горизонтов VI и VII обусловлено наличием уничтожившего их размыва до отложения сланцев верхней свиты. Встреченный на Яковлевском месторождении и в других районах КМА горизонт конгломератов и метапесчаников на Гостищевском месторождении не установлен.

Средняя железорудная свита на площади месторождения фиксируется геофизическими съемками в виде трех полос аномалии северо-западного простирания (около  $320^\circ$ ), получивших названия (с юго-запада на северо-восток): Покровской, Гостищевской и Тетеревиной (рис. 38).

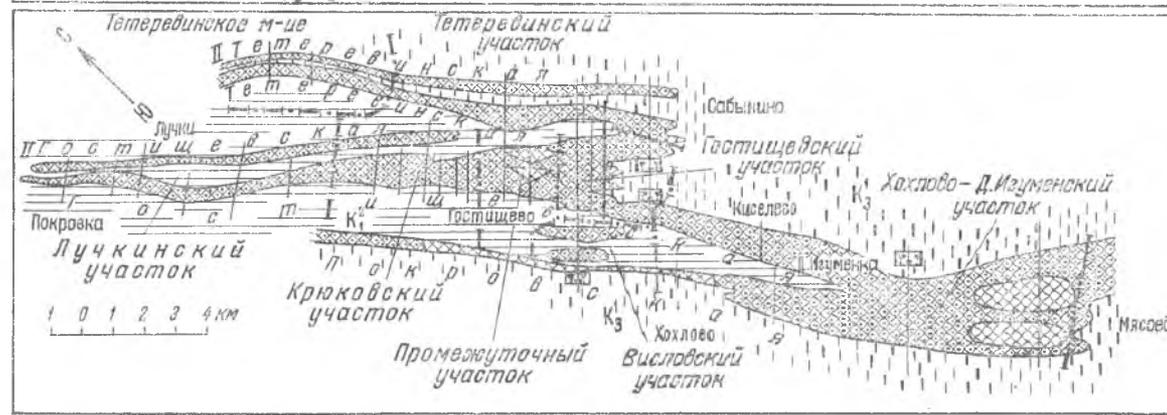
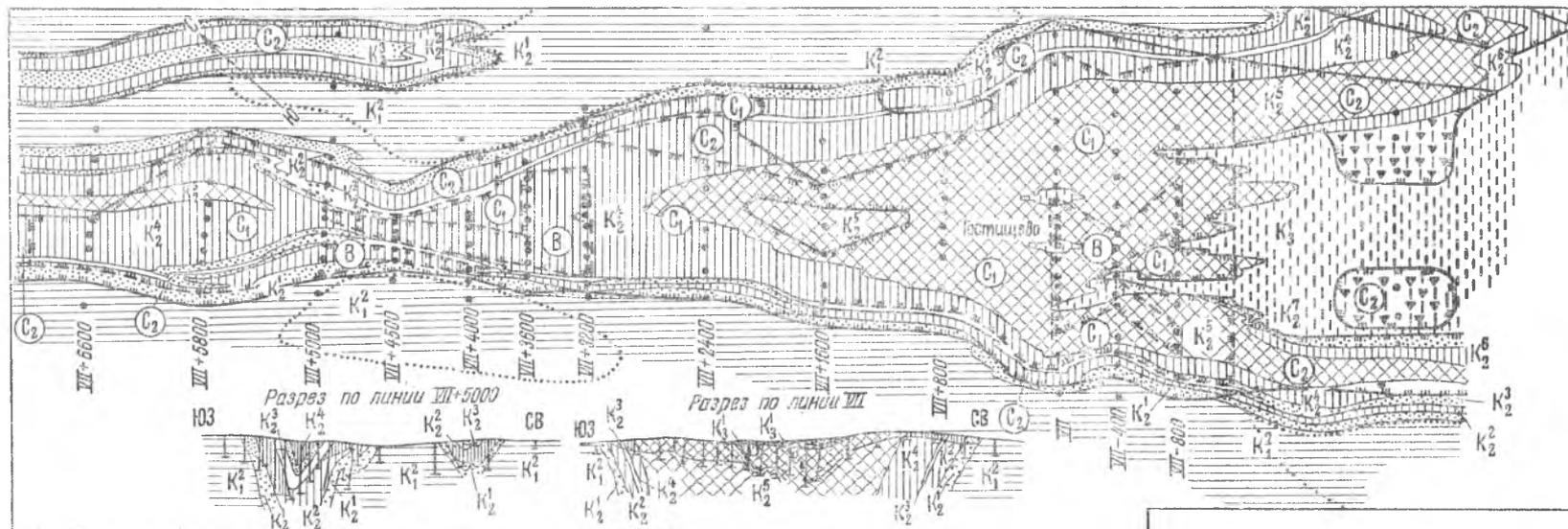
Центральная из них — Гостищевская полоса, к которой приурочена основная часть богатых железных руд, прослеживается на всем протяжении месторождения (около 33,5 км) от с. Покровка на северо-западе до с. Мелихово на юго-востоке. На участке между с. Покровкой и с. Гостищево она вызывается двумя параллельными пластами железистых кварцитов, из которых юго-западный получил название Гостищевского и северо-восточный II Гостищевского.

Покровская полоса аномалии проходит в 1,5—2 км юго-западнее Гостищевской и в пределах месторождения вызывается одним пластом железистых кварцитов.

Тетеревиная аномальная полоса расположена северо-восточнее Гостищевской и вызывается двумя пластами железистых кварцитов. Западный из них получил название Тетеревиной, а восточный — II Тетеревиной.

Покровская и Тетеревиная полосы выходов железистых кварцитов, сливаясь с основной Гостищевской полосой, образуют весьма сложный в геологическом отношении узел аномалий с двумя широкими полями железистых кварцитов, получившими названия Гостищевского и Хохлово-Дальнеугуменского.

Филлитовидные сланцы и кварцитовидные песчаники нижней свиты курской серии распространены между Покровской, Гостищевской и Тетеревиной полосами аномалий. Их возраст доказываем установленным нами (1957ф) синклинальным строением северной части Гостищевской полосы железистых кварцитов.



- |  |   |  |   |  |    |  |    |
|--|---|--|---|--|----|--|----|
|  | 1 |  | 5 |  | 9  |  | 13 |
|  | 2 |  | 6 |  | 10 |  | 14 |
|  | 3 |  | 7 |  | 11 |  | 15 |
|  | 4 |  | 8 |  |    |  |    |

1а - сланцы К<sub>3</sub>; 1б - залегающие на сланцах осадочные руды; 2а - железистые кварциты К<sub>2</sub>; 2б - залегающие на них остаточные руды; 3 - железнослудково-маргитовые кварциты К<sub>2</sub>; 4 - маргитовые кварциты К<sub>2</sub>; 5 - силикатно-маргитовые кварциты К<sub>2</sub>; 6 - сланцы К<sub>1</sub>; 6а - конгломераты К<sub>2</sub>; 7 - проston межрудных сланцев; 7 - сланцы К<sub>1</sub>; 8а - конгломераты К<sub>2</sub>; 8б - сланцы К<sub>2</sub>; 9 - сланцы К<sub>2</sub>; 10 - сланцы К<sub>2</sub>; 11 - сланцы К<sub>2</sub>; 12 - конгломераты К<sub>2</sub>; 13 - сланцы К<sub>2</sub>; 14 - сланцы К<sub>2</sub>; 15 - сланцы К<sub>2</sub>.

Верхняя свита имеет основное распространение на двух межаномальных полях. Одно из них расположено к западу от Покровской, а второе к востоку от Тетеревиной и Гостищевской (на юге) полос аномалии. Кроме того, породы этой свиты были встречены на небольших участках в районе с. Гостищево на площади Гостищевской полосы железистых кварцитов, где они зажатые среди кварцитов железорудной свиты слагают ядра синклиналиных складок.

Исходя из такого взаиморасположения различных свит курской серии, на площади Гостищевского месторождения выделяются две крупные, сложные по строению антиклинали. Одна из них, получившая название Гостищевской, расположена между Покровской и Гостищевской, а вторая — Тетеревино-Гостищевская — между Тетеревиной и Гостищевской полосами железистых кварцитов.

Разделяющая эти антиклинали Гостищевская полоса железистых кварцитов в северной половине месторождения имеет строение синклинали, погружающейся с северо-запада на юго-восток.

Южнее, на участке между селами Гостищево и Киселево, толща железистых кварцитов этой полосы, имея северо-восточное падение, погружается под сланцы верхней свиты и служит крылом северо-восточной синклинали.

Наличие Дальнеугуменского широкого поля железистых кварцитов связано с ундуляционным синклиналиным перегибом замка Гостищевской антиклинали. Благодаря ему здесь в эрозионный срез попали железистые кварциты ее замка.

Тетеревицкий пласт железистых кварцитов, по данным вариометрии, падает в северо-восточном направлении, предположительно имеет одинарное строение и является северо-восточным крылом Тетеревино-Гостищевской синклинали.

Строение II Тетеревиного пласта кварцитов предположительно рассматривается как ядро антиклинальной складки, зажатое среди пород свиты К<sub>3</sub>.

Железистые кварциты II Гостищевской полосы, по данным геофизических съемок, имеют неглубокое погружение, что позволяет их рассматривать как ядро глубоководированной синклиналиной складки.

Наиболее детально на месторождении изучено строение Гостищевской синклинали, относящейся к открытому типу со встречным крутым (60—70°) падением крыльев. Ее замок усложнен рядом разнообразных по величине брахискладок более высокого порядка, имеющих общее простирание около 320° (рис. 39, 40).

Наибольшей сложностью строения отличается широкое поле железистых кварцитов вблизи с. Гостищево. Здесь в разрезе Гостищевской синклинали выделяются три короткие синклинали, ядра которых сложены сланцами с порфиробластами мартита верхней свиты, и расположенные между ними две антиклинали такого же порядка (рис. 41).

Почти на всем протяжении Гостищевской синклинали широким распространением среди железистых

кварцитов пользуется пльчатость. Исключением являются прибортовые части синклинали, где пльчатость встречается довольно редко. Здесь эти породы почти всегда имеют прямолинейно расположенную слоистость.

Ширина наблюдаемых в керне отдельных микроскладок пльчатости находится в пределах от нескольких миллиметров до 5—10 см. Форма их непостоянна и зависит главным образом от структурных особенностей того или иного типа железистых кварцитов.

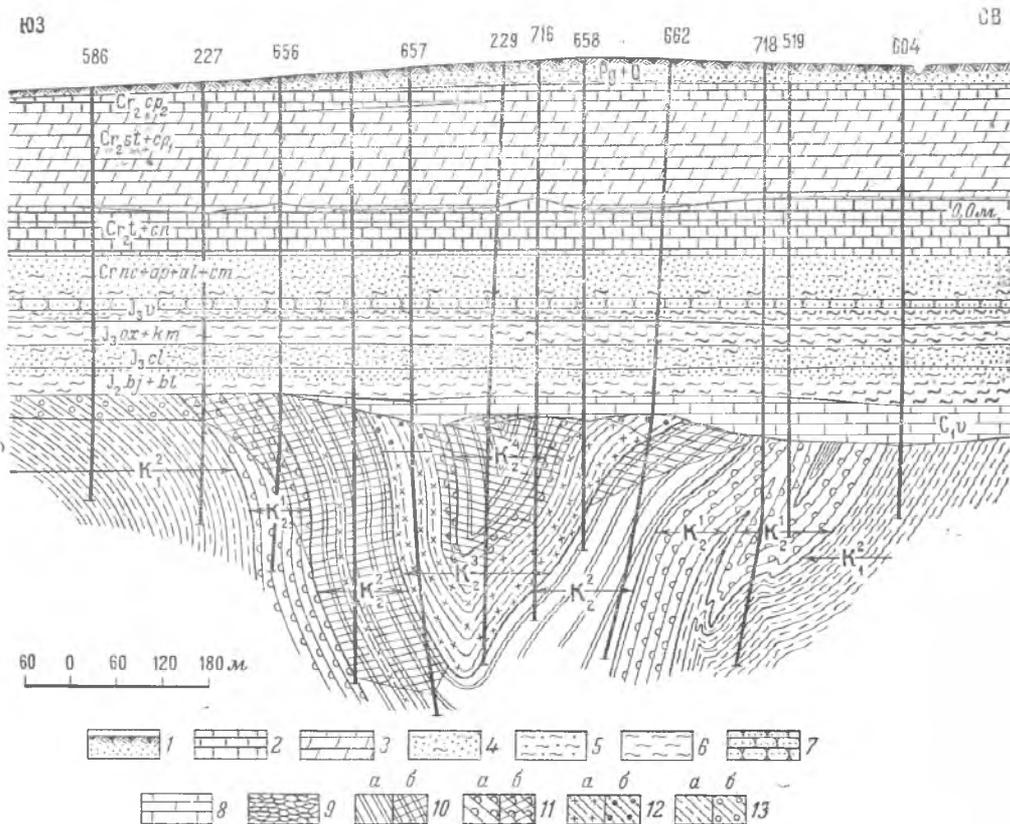


Рис. 39. Геологический разрез Гостищевского месторождения по профилю VP+5000.

Составил И. А. Русиневич

1 — почвенный покров, песок; 2 — мел; 3 — мергель; 4 — глинистый песок; 5 — песчаные глины; 6 — глины; 7 — песчаник; 8 — известняки с прослоями глинистых сланцев; 9 — осадочные руды; 10 — маритовые кварциты (а) и маритовые руды (б); 11 — силикатно-маритовые кварциты (а) и гидрогематито-маритовые руды (б); 12 — сланцы  $K_2^1$  (а) и бокситы (б); 13 — сланцы  $K_2^1$  (а) и бокситизированные породы (б)

На месторождении установлено всего лишь одно нарушение с разрывом сплошности. Оно фиксируется в профилях VP+3600 и VP+3200, где смещение пород достигает 250 м. Тем не менее весьма интенсивное проявление тектоники при формировании Гостищевской синклинали позволяет считать, что в натуре разрывные нарушения здесь распространены не меньше, чем плькативные.

Комплекс осадочных пород повсеместно несогласно перекрывает породы кристаллического фундамента. Общая его мощность изменяется в пределах от 380 до 612 м. При этом, как правило, на площади выходов железорудной свиты под осадочные породы, где почти всегда имеют место повышенные абсолютные отметки поверхности докембрия, мощность осадочной толщи до 50—70 м меньше, чем на площади распро-

Таблица 31

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		минимальная	максимальная	средняя
Q	Пойменные аллювиальные отложения рек и оврагов — переслаивание суглинков, супесей и разнозернистых песков, торфяники . . . . .	0,0	5,0—10,0	
	Аллювиальные отложения надпойменных террас — суглинки, разнозернистые пески, галька палеогеновых и меловых пород . . . . .	—	10,0—15,0	
	Покровные элювиально-делювиальные и лёссовидные суглинки с известковистыми стяжениями . . . . .	0,0	7,0	—
N	Пестроцветные кварцевые пески, песчанистые глины, суглинки и супеси . .	0,0	4,0—5,0	—
Pg	Кварцевые, кварцево-глауконитовые, обычно слюдистые мелко- и тонкозернистые глинистые пески, часто уплотненные до состояния слабо связанного песчаника . . . . .			
	Им подчищены слабо песчанистые глины . . . . .	0,0	40,0—50,0	4,0
Cr <sub>2</sub> cp <sub>2</sub>	Чистый белый пишущий мел . . . . .	0,0	58,0	25,0
Cr <sub>2</sub> st+cp <sub>1</sub>	Серые, светло-серые и серовато-белые плотные слюдистые мергели . . . . .	0,0	139,0	123,0
Cr <sub>2</sub> t+cn	Белый пишущий мел . . . . .	43,0	82,0	73,0
Cr <sub>1</sub> al+Cr <sub>2</sub> cm	Вверху глауконито-кварцевые глинистые мелкозернистые пески с желвачками фосфоритов, внизу мелко- и среднезернистые, местами гравелистые пески, в кровле слой песчанистого мела 2—2,5 м . . . . .	13,0	33,0	23,0
Cr <sub>1</sub> pc+ap	Кварцевые слюдистые разнозернистые пески с линзами гравийных песков и плотные песчанистые глины с обуглившимся растительными остатками . . . . .	12,0	42,0	29,0
I <sub>3</sub> v	Песчаники алевритистые, плотные аргиллитоподобные глины с прослоями серых известняков . . . . .	20,0	57,0	35,0
I <sub>2</sub> ox+km	Плотные известковистые, иногда слоистые глины с прослоями песчанистых детритусовых известняков и известковистых песчаников . . . . .	24,0	47,0	32,0
I <sub>3</sub> cl	Тонкозернистые алевритистые пески и алевритистые глины, есть прослойки песчаников . . . . .	21,0	44,0	34,0
I <sub>2</sub> bt <sub>2</sub>	Тонкое переслаивание кварцевого, местами слабо слюдистого глинистого тонкозернистого песка и песчанистой глины; есть линзы и прослойки до 1,5 м тонкозернистого песчаника . .	13,0	24,0	9,0
I <sub>2</sub> bj+bt	Аргиллитоподобные плотные, то жирные, то песчанистые неяснослоистые глины, иногда с прослоями до 15 см глинистого сидерита; часто встречаются хода илоедов . . . . .	7,0	56,0	18,0
C <sub>1</sub> v	Известняки, часто с желвачками кремней. В нижней части значительным распространением пользуются слои сланцеватых иногда песчанистых гумусифицированных и углистых глин и углисто-глинистых сланцев. Иногда встречаются прослойки весьма зольных бурых углей . . . . .	43,0	150,0	—
	Осадочные конгломерато-брекчиевые богатые руды, переходящие в слабо-рудные брекчии и конгломераты . .	—	50,0	—

странения сланцев верхней и нижней свит курской серии, обычно имеющих пониженные абсолютные отметки поверхности.

В составе комплекса осадочных пород принимают участие нижнекаменноугольные, средне- и верхнеюрские, ниже- и верхнемеловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения. Данные о их литологическом составе и мощности приводятся в табл. 31.

Ю3

06

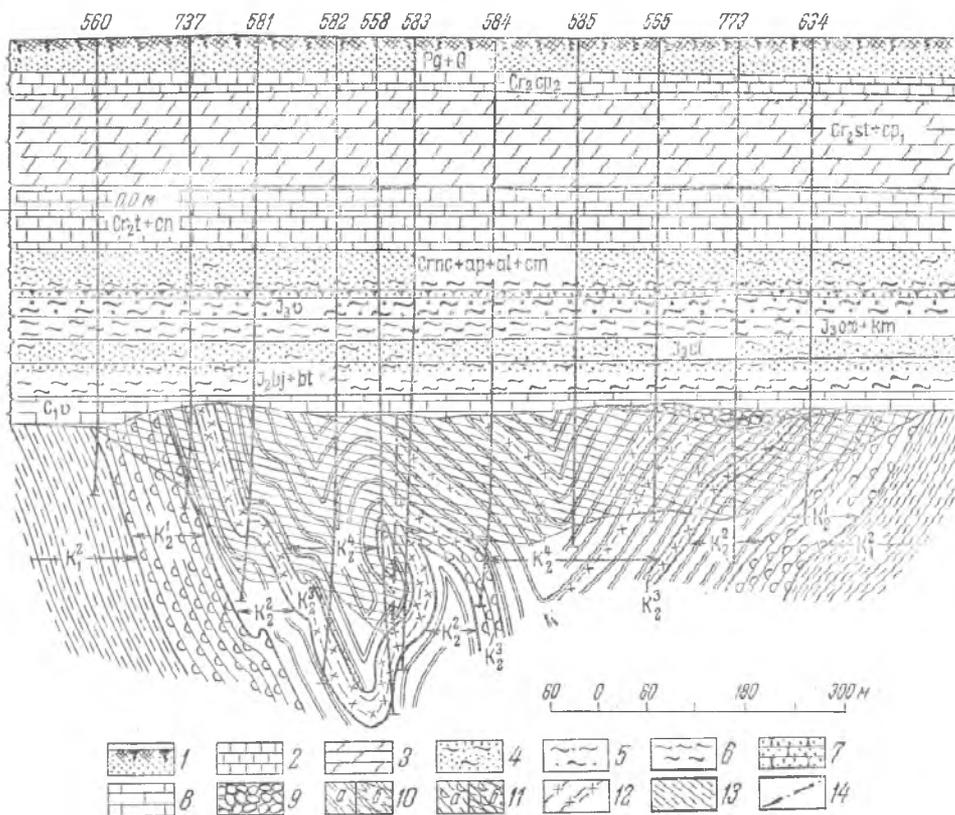


Рис. 40. Геологический разрез Гостищевского месторождения по профилю VP+3600. Составил И. А. Русинович

1 — песок; 2 — мел; 3 — мергель; 4 — глинистый песок; 5 — песчаные глины; 6 — глины; 7 — песчанник; 8 — известняки с прослоями глинистых сланцев; 9 — осадочные руды; 10 — маргитовые кварциты (а) и руды (б); 11 — силикатно-маргитовые кварциты (а) и гидрогематито-маргитовые руды (б); 12 — сланцы  $K_2^3$ ; 13 — сланцы  $K_1^2$ ; 14 — сброс

### Условия залегания, форма и размеры рудных тел

На площади Гостищевского месторождения установлено наличие семи разобщенных между собой тел богатых железных руд. Наиболее крупное из них, вмещающее 90% выявленных запасов, приурочено к Гостищевской и частично к юго-восточной части Покровской полосы железистых кварцитов, три рудных тела располагаются на головах железистых кварцитов II Гостищевской, Тетеревинской и II Тетеревинской полос и три — на Висловском участке, между Покровской и Гостищевской аномальными полосами юго-западнее с. Гостищево.

На площади Гостищевской полосы руды залегают в форме сильно вытянутой по ее простиранию горизонтальной залежи, почти сплошным плащом покрывающей головы пластов железистых кварцитов, повторяя контур их выхода. Буровыми скважинами она была просле-

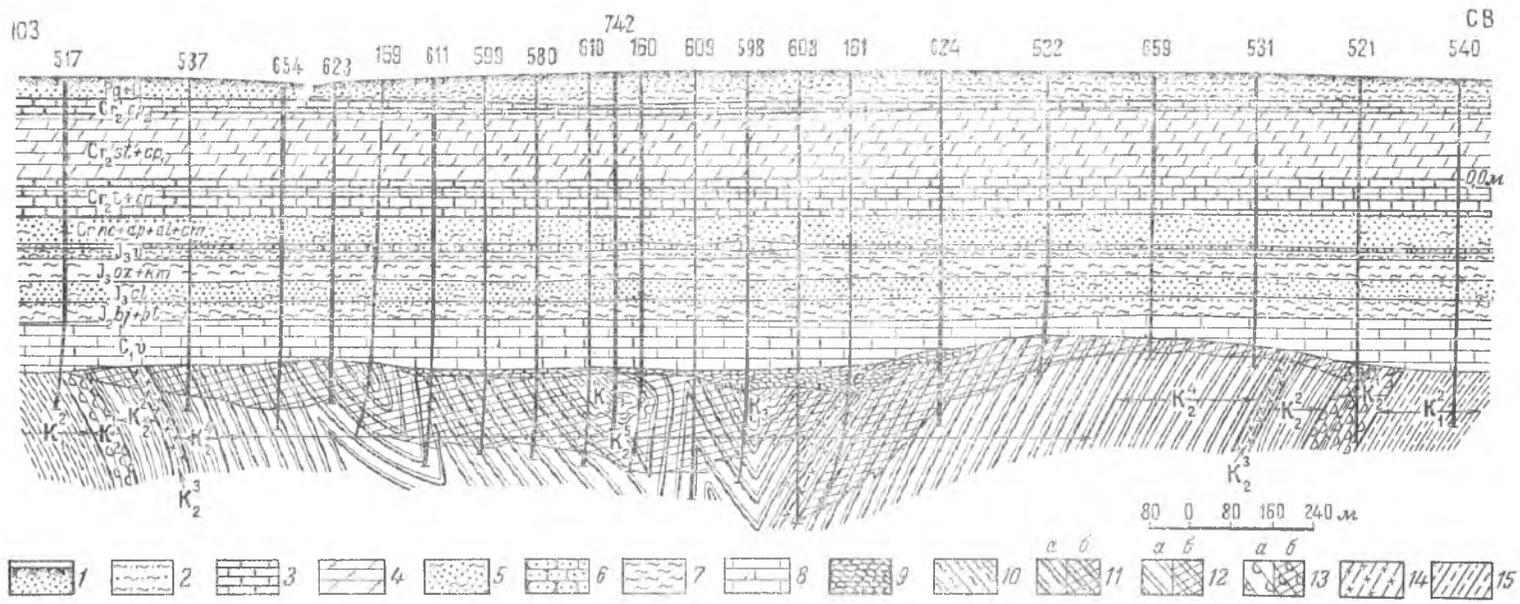


Рис. 41. Геологический разрез Гоститцевского месторождения по профилю VII. Составил. И. А. Русинovich  
 1 — песок; 2 — песчаная глина; 3 — мел; 4 — мергель; 5 — глинистый песок; 6 — песчаник; 7 — глина; 8 — известняк; 9 — осадочные руды;  
 10 — сланцы K<sub>3</sub>; 11 — железнослудково-мартиновые кварциты K<sub>2</sub><sup>2</sup> (a) и железнослудково-мартиновые руды (б); 12 — мартиновые кварциты (a)  
 и мартиновые руды (б); 13 — силикатно-мартиновые кварциты (a) и гидрогематитовые руды (б); 14 — сланцы K<sub>2</sub><sup>2</sup>; 15 — сланцы K<sub>1</sub>

жена на протяжении 33,5 км от с. Покровки до с. Мясоедово. На юге залежь не оконтурена и, очевидно, продолжается далее в юго-восточном направлении на 14—15 км вдоль по южному продолжению Гостищевской полосы до его окончания вблизи с. Дмитриевки Шебекинского района.

Ширина залежи изменяется от 300 м на северо-западе до 2,2 км на широких полях железистых кварцитов. Общая освещенная поисково-разведочными работами ее площадь 44 км<sup>2</sup>. Погребенная поверхность залежи представляет собой эрозионный срез с абсолютными отметками, изменяющимися от минус 203 м до минус 384 м. Она возвышается над поверхностью вмещающих сланцев свит К<sub>1</sub> и К<sub>2</sub> на 50—70 м. Глубина залегания руд изменяется от 380 до 612 м.

Кровлей залежи на большинстве ее площади служат нижнекаменноугольные отложения мощностью до 139 м и реже байос-батские известковистые плотные аргиллитоподобные глины мощностью около 30 м.

Мощность известняков непостоянна и зависит главным образом от гипсометрического положения поверхности рудного тела. Наибольшие значения (73—139 м) она имеет на участке между профилями VII и VII—800, характеризующимися наиболее низкими отметками поверхности залежи. В северо-западном направлении от этого участка в связи с повышением мощность известняков постепенно уменьшается; северо-западнее профиля VII+800 известняки сохранились лишь на участках с абсолютными отметками поверхности рудной залежи не выше минус 240 м. Здесь их мощность обычно не превышает 15—25 м и лишь по окраинам залежи она увеличивается до 35—43 м. На площади с абсолютными отметками более 240 м известняки совершенно размыты. Такие участки расположены: один (около 1,5 км<sup>2</sup>) между профилями VII+3200 и VII+800 и другой (около 3 км<sup>2</sup>), охватывающий почти всю залежь, между профилями VII+4500 и V—4800.

Подшова руды имеет сильно извилистый характер. В связи с этим мощность рудного тела изменяется от 5 до 369 м и имеет весьма резкие колебания, в отдельных случаях достигающие до 200 м даже в двух рядом стоящих (50 м) скважинах. Такие резкие колебания подошвы и мощности связаны с наличием на месторождении коры выветривания как площадного, так и линейного типа.

По мощности руды на детально разведанной части Гостищевской залежи выделяются следующие участки (см. рис. 38\*).

1. Крюковский, расположенный между профилями VII+6600 и VII+3200, характеризующийся значительной мощностью руд (до 100 м) с постепенным уменьшением к окраинам залежи до 20—30 м и менее.

2. Промежуточный, расположенный между профилями VII+800 и VII+3200. Он характеризуется сильным размывом рудного тела. В связи с этим руды здесь обычно имеют мощность менее 25—30 м, а в центре участка отсутствуют; лишь в направлении юго-западной окраины мощность постепенно возрастает до 100 м.

3. Гостищевский — между профилями VII+800 и VII—2300 в юго-западной и центральной частях, характеризуется преобладанием руд мощностью, обычно превышающей 100 м (до 271 м). Меньшие мощности, доходящие до 15—25 м, здесь имеют подчиненное значение, но, располагаясь между более высокими, они сильно отражаются на выдержанности залежи.

В северо-восточной части этого участка мощность руд сильно уменьшается, но имеет более выдержанный характер. Здесь она находится в пределах 30—60 м.

Освещенный поисковыми работами северный фланг залежи (Лучкинский участок) характеризуется в общем повышенной, весьма невыдержанной мощностью залежи, обычно находящейся в пределах 50—170 м.

Хохлово-Дальнегуменский участок, расположенный между профилями VII—2300 и X, по данным поисковых работ, на большей части площади характеризуется довольно выдержанной, без резких колебаний, мощностью руд. При этом более высокие значения приурочены к юго-западной ее половине, на площади Покровской полосы железистых кварцитов. Здесь они находятся в пределах 130—250 м и лишь на окраине уменьшаются до 43—70 м. На северо-восточной половине этого участка, на площади Гостищевской полосы, мощность руд значительно меньше и обычно не превышает 50 м.

Залежь II Гостищевской полосы имеет протяженность около 12 км при ширине от 250 до 380 м. Мощность ее постепенно увеличивается с северо-запада на юго-восток от 25—40 до 120—147 м (средняя — 70,1 м). В кровле залегают нижнекаменноугольные известняки до 64 м мощности; глубина залегания от 414 до 490 м.

Рудное тело основной Тетеревинской полосы в пределах Гостищевского месторождения имеет протяженность 16 км при ширине от 340 до 780 м. Мощность его изменяется от 8 до 84 м при среднем значении 40,3 м. Глубина залегания руд от 444 до 542 м. В кровле рудного тела на всем протяжении залегают известняки карбона от 28 до 106 м мощности.

Залежь II Тетеревинской полосы в пределах месторождения имеет протяжение 16 км, ширину от 80 до 360 м. Мощность ее от 28 до 59 м, глубина залегания от 452 до 509 м.

Все три залежи Висловского участка имеют небольшие размеры. Их ширина 300—350 м, протяжение до 2,5 км и мощность от 36 до 60 м. Залегают они на глубине от 470 до 560 м под каменноугольными известняками от 27 до 90 м мощности.

### *Состав и строение рудных тел*

Как и на других месторождениях бассейна, на площади Гостищевского месторождения установлено два генетических типа гипергенных железистых руд: остаточные и осадочные.

Остаточные, или коренные, руды слагают около 95% объема детально разведанных запасов. Главными их минералами являются: мартит, железная слюдка, сидерит, гидроокислы железа, гидротематит и гидротетит, иногда магнетит и железистый хлорит типа шамозита. Кроме этих минералов в подчиненном количестве могут присутствовать: кварц, маршалит, кальцит и каолинит, также иногда принимающие существенное участие в составе руд. В качестве примеси встречаются: пирит, марказит, халькопирит, галенит.

В зависимости от наличия и количественного соотношения главных рудообразующих минералов выделяются следующие минералогические типы руд: мартитовые, магнетитовые, железнослюдково-мартитовые, хлорито-мартитовые, гидротематито-мартитовые и глинистые гидротетито-гидротематитовые.

В распределении плотных и рыхлых руд внутри рудных залежей устанавливается вертикальная зональность. Она состоит в том, что при большой мощности рудной зоны, чаще всего на ее верхних горизонтах, а также иногда и у самой подошвы преимущественное распространение имеют плотные сидеритизированные руды, тогда как рыхлые руды с ничтожным содержанием сидерита или совершенно без него имеют основное распространение на средних и нижних го-

ризонтах. Участки рудной зоны с малой мощностью, как правило, сложены плотными рудами.

Соотношение различных минералогических типов богатых железных руд и прослоев пустых пород (сланцы, кварциты) внутри Гостищевской залежи приводится в табл. 32.

Таблица 32

Типы руд	Соотношение пробуренного метража, %		
	по плотным и рыхлым рудам	по плотным рудам	по рыхлым рудам
1. Мартитовые . . . . .	60,8	26,4	34,4
2. Железнослюдково-мартитовые . . . . .	24,5	11,5	13,0
3. Гидрогематито-мартитовые . . . . .	8,2	5,7	2,5
4. Хлорито-мартитовые . . . . .	2,2	1,7	0,5
5. Гидрогематито-гидрогематитовые . . . . .	0,3	0,1	0,2
6. Прослой пустых пород, вошедшие в подсчет запасов . . . . .	4,0		
Итого . . . . .	100	45,4	50,6

Залегающие среди железистых кварцитов железнорудной свиты прослой алюмосиликатных сланцев сохраняются и в рудной зоне. По соотношению пробуренного метража они составляют около 12% от общего объема рудного тела, в том числе тонкие прослой (4—5 м), вошедшие в контур подсчета запасов, — 4%.

Осадочные руды слагают не более 5% объема рудной зоны. Они залегают в основании толщи осадочных пород, непосредственно в кровле остаточных руд и в редких скважинах на сланцах верхней и нижней свит. Реже эти руды отделены от них прослоями известняков или слабобурдных конгломерато-брекчий.

Этот тип руд покрывает значительную часть площади залежи остаточных руд, образуя ряд линзовидно пережимающихся горизонтальных залежей с неровным, иногда извилистым контуром. Мощность осадочных руд невелика и чаще всего не превышает 4—5 м. Реже встречаются мощности до 10 м и лишь в единичных скважинах достигают 40—50 м.

По агрегатному состоянию осадочные руды представлены почти исключительно плотными, интенсивно сидеритизированными разностями; слабо сцементированные рыхлые разности составляют около 12%.

#### *Химический состав богатых железных руд*

Данные о среднем содержании главных химических компонентов в различных типах руд, а также учтенных при подсчете запасов тонких прослоев сланцев и железистых кварцитов приведены в табл. 33.

Как и у большинства месторождений Белгородского железорудного района, для химического состава гостищевских богатых руд характерно высокое содержание железа (среднее 61,6%) при низком содержании кремнезема (3,9%), глинозема (2,9%) и ничтожном содержании серы (0,079%) и фосфора (0,038%). Плотные руды имеют повышенное содержание летучих и закисного железа по сравнению с рыхлыми.

В соответствии со сказанным в отношении распространения плотных и рыхлых руд и их минерального состава руды с наиболее высоким содержанием закисного железа, летучих и серы приходятся преимущественно на наиболее верхние горизонты залежей. Книзу, до глубины 40—50 м от поверхности рудных тел, их количество постепенно уменьшается при таком же постепенном увеличении общего и окисного железа (см. рис. 4).

Типы руд		Среднее содержание, %													
		Fe <sub>общ</sub>	Fe <sup>+++</sup>	Fe <sup>++</sup>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Легучие	S	P	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	
Остаточные руды	Железнослюдково-марти- титовые	Плотные	62,1	52,4	9,7	3,4	2,5	3,8	0,10	0,031	0,04	0,40	0,6	0,08	0,12
		Рыхлые	65,8	59,3	6,5	2,6	1,5	1,7	0,05	0,030	0,07	0,21	0,48	0,04	0,18
		Обе разности	64,4	57,4	7,3	2,8	1,8	2,3	0,06	0,031	—	—	—	—	—
	Мартитовые	Плотные	62,6	50,2	12,4	2,3	2,6	5,1	0,12	0,038	0,05	2,6	0,85	0,12	0,24
		Рыхлые	65,1	57,3	7,8	2,8	1,7	2,0	0,07	0,031	0,05	0,32	0,36	0,08	0,11
		Обе разности	64,7	55,0	9,4	2,6	2,0	3,0	0,09	0,033	—	—	—	—	—
	Гидрогематито-марти- титовые	Плотные	52,4	30,0	22,4	5,6	6,4	9,7	0,21	0,053	0,04	1,82	1,44	0,09	0,10
		Рыхлые	61,6	50,4	11,1	4,8	5,3	5,2	0,03	0,098	0,12	0,59	0,35	0,12	0,08
		Обе разности	54,6	34,8	19,8	5,4	6,2	8,6	0,17	0,064	—	—	—	—	—
	Хлорито-мартитовые	Плотные	56,6	38,2	18,4	6,7	4,2	7,8	—	—	—	—	—	—	—
		Рыхлые	58,6	46,5	12,1	7,4	3,3	3,6	—	—	—	—	—	—	—
		Обе разности	57,0	38,7	18,3	6,8	4,2	7,2	0,07	0,045	—	—	—	—	—
	Гидрогётито-гидроге- матитовые	Плотные	52,6	33,5	19,1	10,9	6,7	7,1	—	—	—	—	—	—	—
		Рыхлые	56,1	43,1	13,0	6,7	5,2	10,6	—	—	—	—	—	—	—
		Обе разности	55,7	42,1	13,6	7,4	5,4	10,1	0,04	0,096	—	—	—	—	—
Осадочные руды		56,2	41,7	14,5	5,9	3,2	7,9	0,11	0,066	0,14	0,52	0,82	0,13	0,14	
Прослой пустых пород	Кварциты	43,2	35,6	7,6	29,3	4,9	2,4	0,05	0,038	—	—	—	—	—	
	Сланцы	38,5	19,7	18,8	16,8	15,5	9,0	0,09	0,049	0,22	0,41	0,94	0,5	0,18	

Окислы титана, кальция, магния, марганца и щелочных металлов в состав богатых руд входят в небольших количествах и не могут иметь значения при их переработке.

Полуколичественным спектральным анализом установлено в рудах до 0,001% бериллия, никеля, ванадия, молибдена, олова и галлия, до 0,03% меди, до 0,006% циркония, до 0,008% свинца, до 0,003% цинка, следы серебра и хрома.

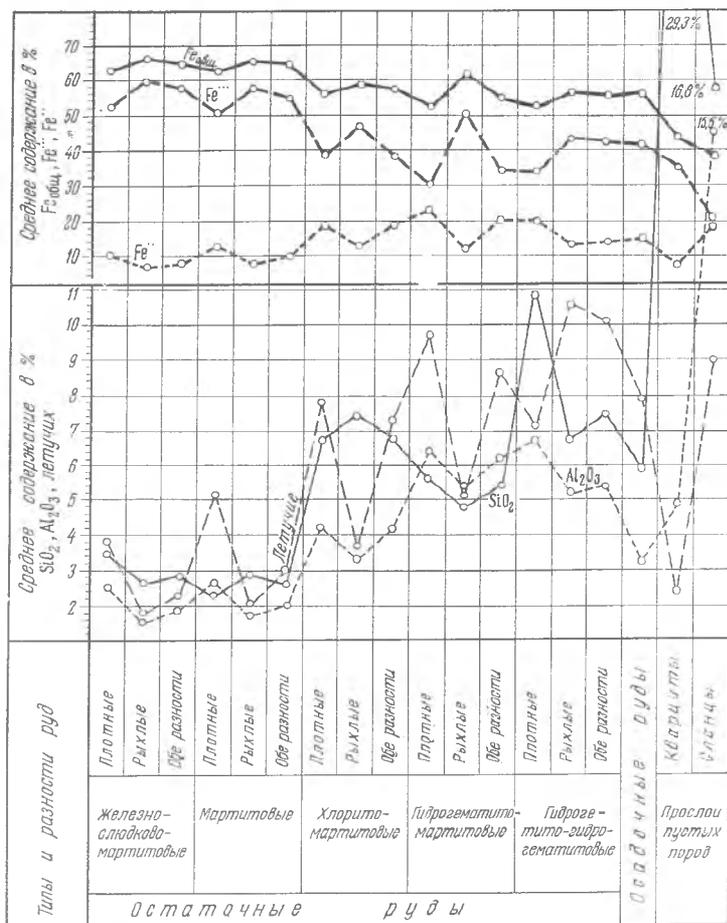


Рис. 42. График содержания железа, кремнезема и летучих в различных типах богатых железных руд Гостищевского месторождения

Как видно из данных, приведенных в табл. 33 и на рис. 42, минералогические типы остаточных руд по химическому составу объединяются в следующие две группы: 1) мартитовые и железнослюдково-мартитовые; 2) гидрогематито-мартитовые, хлорито-мартитовые и гидрогематито-гидрогематитовые.

Химический состав, близкий к составу 2-й группы, имеют осадочные руды.

Среднее содержание главных химических компонентов по разведочным участкам месторождения, каждый из которых при промышленном освоении может иметь самостоятельное значение, приводится в табл. 34 и по категориям запасов — в табл. 35.

Из приведенной характеристики химического состава видно, что богатые железные руды Гостищевского месторождения по химическому

Таблица 34

Участок	Содержание, %					
	Железо	Кремнезём	Глинозем	Летучие	Сера	Фосфор
1. Лучкинский . . . . .	61,4	3,9	—	4,5	0,08	0,03
2. Крюковский . . . . .	60,8	3,5	3,4	4,6	0,093	0,039
3. Промежуточный . . . . .	61,1	3,5	2,8	5,2	0,095	0,039
4. Гостищевский . . . . .	61,1	4,6	2,6	3,3	0,073	0,036
5. Хохлово-Дальне-Игуменский . . . . .	63,6	3,3	2,3	2,7	0,128	0,032
6. Тетеревинский . . . . .	58,2	3,8	3,2	5,1	0,106	0,048
7. Висловский . . . . .	54,4	5,3	8,3	7,1	0,150	0,054

Таблица 35

Категория запасов	Содержание, %					
	Железо	Кремнезём	Глинозем	Летучие	Сера	Фосфор
В	62,3	3,6	3,0	3,7	0,078	0,036
C <sub>1</sub>	61,4	3,9	2,8	4,3	0,079	0,038
В+C <sub>1</sub>	61,6	3,9	2,9	4,1	0,079	0,038
C <sub>2</sub>	62,3	3,6	2,5	3,6	0,117	0,034
В+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	62,2	3,6	2,6	3,7	0,108	0,034

составу вполне пригодны для доменной плавки без обогащения. При этом 62% разведанных запасов категорий В+С<sub>1</sub> имеют содержание железа 60% и более. После окускования рыхлых разностей они будут пригодны для мартеновского производства.

Объемный вес богатых железных руд в зависимости от пористости и соотношения рудных и нерудных минералов колеблется: рыхлых пористых разностей от 2,65 до 3,95, а плотных — от 3,7 до 4,4, среднее его значение соответственно равно 3,57 и 3,71.

Средний объемный вес плотных и рыхлых руд вместе, с учетом залегающих среди них мелких прослоев пустых пород (2,74) — 3,61.

**Химический состав вмещающих руду кристаллических пород.** Железистые кварциты. Данные о среднем их составе по главным химическим компонентам, отдельно по каждому горизонту железорудной свиты сведены в табл. 36. Из табл. 36 видно, что в соответствии с минеральным составом для всех типов кварцитов характерно низкое содержание железа и высокое содержание кремнезема. Это не позволяет их использовать при доменной плавке без обогащения.

Сера, фосфор и щелочноземельные элементы содержатся в ничтожных количествах.

При полных анализах в мартитовых и железнослюдково-мартитовых кварцитах было установлено содержание MnO в пределах: 0,04—0,09%, K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O 0,04—0,17% и TiO<sub>2</sub> 0,006—0,02%. В силикатно-мартитовых кварцитах содержание этих компонентов несколько выше и соответственно равно 0,05—0,13%, 0,17—1,36% и 0,08—0,26%.

Произведенными полуколичественными спектральными анализами в железистых кварцитах было установлено наличие: никеля 0,0—0,003%, кобальта — следы, ванадия — 0,0—0,006%, хрома — 0,0—0,001%, молибдена — до 0,001%, меди — 0,003—0,006%, свинца 0,0—0,002%, цинка 0,0—0,003%, олова — 0,0—0,001%, галлия — 0,0—0,003%, бериллия — 0,0—0,001%.

Наличие колоссальнейших запасов богатых железных руд и сложные горнотехнические условия залегания не позволяют железистые

Таблица 36

Стратиграфические горизонты	Среднее содержание, %						
	K <sub>2</sub> <sup>1</sup>	K <sub>2</sub> <sup>2</sup>	K <sub>2</sub> <sup>3</sup>	K <sub>2</sub> <sup>4</sup>	K <sub>2</sub> <sup>5</sup>	K <sub>2</sub> <sup>6</sup>	K <sub>2</sub> <sup>7</sup>
Типы кварцитов	Силикатно-мартитовые	Мартитовые	Силикатно-мартитовые	Мартитовые	Железнодорожно-мартитовые	Мартитовые	Силикатно-мартитовые
1. Железо общее . . . . .	—	36,7	34,4	—	40,6	38,7	23,0
растворимое . . . . .	29,2	36,4	30,0	40,0	39,8	36,6	20,9
окисное . . . . .	20,4	31,8	18,2	33,7	35,0	31,6	—
закисное . . . . .	8,8	4,9	16,2	6,3	5,6	7,1	—
2. Кремнезем . . . . .	47,9	44,6	40,7	38,8	34,6	43,0	55,1
3. Глинозем . . . . .	4,0	2,4	7,0	1,4	1,2	1,1	15,8
4. Летучие . . . . .	4,1	2,0	8,6	1,6	1,7	1,5	—
5. Сера . . . . .	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,17	—
6. Фосфор . . . . .	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	—
7. Кальций . . . . .	0,27	0,36	—	—	0,07—0,33	—	—
8. Магний . . . . .	0,48	0,17	—	—	0,4—1,6	—	—

кварциты Гостищевского месторождения рассматривать как возможный источник рудного сырья для металлургической промышленности в течение ближайших десятилетий.

Сланцы железорудной и вмещающих ее свит курской серин характеризуются химическим составом, приведенным в табл. 37.

Таблица 37

Компоненты	Среднее содержание, %							
	Средняя свита (K <sub>2</sub> )						Верхняя свита (K <sub>3</sub> )	Нижняя свита (K <sub>1</sub> )
	K <sub>2</sub> <sup>1</sup>	K <sub>2</sub> <sup>2</sup>	K <sub>2</sub> <sup>3</sup>	K <sub>2</sub> <sup>4</sup>	K <sub>2</sub> <sup>5</sup>	K <sub>2</sub> <sup>7</sup>		
1. Железо . . . . .	35,4	29,4	28,3	35,0	39,0	40,4	16,0	16,7
2. Кремнезем . . . . .	25,5	39,4	30,0	18,8	26,8	17,4	46,6	38,6
3. Глинозем . . . . .	19,3	21,1	19,3	14,8	16,6	10,6	18,8	21,4
4. Летучие . . . . .	10,0	—	10,5	12,4	3,6	—	5,3	10,0
5. Сера . . . . .	0,09	—	0,07	0,08	0,01	—	0,025	0,07
6. Фосфор . . . . .	0,05	—	0,07	0,06	0,03	—	0,033	0,062
7. Кальций . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,27	0,62
8. Магний . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,89	1,06
9. Марганец . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,02	0,032
10. Щелочи . . . . .	—	—	—	—	—	—	3,42	2,92
11. Титан . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,3	0,28

Полуколичественными спектральными анализами в сланцах всех трех свит установлено наличие тех же редких и рассеянных элементов, что и у железистых кварцитов, находящихся примерно в таких же количествах.

### Разведанность и запасы железных руд

Всего на месторождении было разбурено 27 профилей, расположенных вкрест простирания залежей на расстояниях от 400 м до 4—5 км при расположении скважин в профилях в поисковой стадии от 100 до 400 м и при детальной разведке от 100 до 200 м.

Центральная часть месторождения общей площадью 1047 га в пределах Гостищевской полосы между профилями VII+600 и VII—800

(на Крюковском, Промежуточном и Гостищевском участках) разведана детально с получением запасов категорий В и С<sub>1</sub>.

Северо-западный и юго-восточный фланги месторождения (Лучкинский и Хохлово-Дальнеигуменский участки Гостищевской залежи), а также залежи Тетеревицкого и Висловского участков освещены лишь редкими поисковыми профилями (через 1,5—4,5 км) с расчетом получения запасов категории С<sub>2</sub>. Юго-восточный фланг Гостищевской залежи, как и залежи Тетеревицкого и Висловского участков, остались неоконтуренными.

Разведанные запасы богатых железных руд приводятся в табл. 38.

Таблица 38

Название залежей	Запасы, млн. т			
	кат. В	кат. С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
1. Гостищевская полоса . . . . .	497,1	2096,8	8431,0	11 094,9
Участки:				
Лучкинский . . . . .	—	—	1320,7	1 320,7
Крюковский . . . . .	311,0	593,6	184,3	1 088,9
Промежуточный . . . . .	—	491,7	61,9	553,6
Гостищевский . . . . .	186,1	1011,5	588,5	1 786,1
Хохлово-Дальнеигуменский . . . . .	—	—	6275,6	6 275,6
2. II Гостищевская полоса . . . . .	—	—	579,1	579,1
3. I Тетеревицкая полоса . . . . .	—	—	508,4	508,4
4. II Тетеревицкая полоса . . . . .	—	—	131,0	131,0
5. Висловский участок . . . . .	—	—	116,9	116,9
Месторождение . . . . .	497,1	2096,8	9766,4	12 360,3
В % . . . . .	4,0	17,0	79,0	100,0
Числится на балансе запасов на 1/1 1964 г. . . . .	497,1	2096,8	7833,6	10 427,6

В соответствии с кондиционными требованиями в подсчет запасов включены руды мощностью не менее 10 м с бортовым содержанием железа 50%, а при наличии летучих 10% и выше — 45%.

Бокситы. Еще в процессе поисково-разведочных работ на железные руды на Гостищевском месторождении были открыты залежи бокситов и сопровождающие их бокситовые породы.

Как и на остальных месторождениях Белгородского железорудного района, они здесь представлены двумя генетическими типами: остаточными (элювиальными) и осадочными.

Остаточные (элювиальные) бокситы и бокситовые породы приурочены к наиболее верхним горизонтам древней коры выветривания алюмосиликатных сланцев курской серии и залегают непосредственно под породами осадочной толщи. Они зафиксированы многими скважинами почти на всей площади месторождения на полях сланцев нижней и верхней свит курской серии, распространенных восточнее и западнее Гостищевской залежи железных руд, а также на межрудных сланцах горизонта К<sub>2</sub><sup>3</sup> железорудной свиты.

Мощность бокситового оруденения на полях сланцев К<sub>1</sub> и К<sub>3</sub> обычно не превышает 8—10 м. В сторону железорудной залежи она увеличивается и в непосредственной близости от нее может достигать нескольких десятков метров. Такая же мощность была встречена несколькими скважинами на межрудных сланцах К<sub>2</sub><sup>3</sup> железорудной свиты в контуре железных руд Гостищевской залежи.

Внешне элювиальные бокситы и бокситовые породы представляют собой плотные скальные породы серой и серовато-бурой, иногда пятнистой окраски. Обычно они массивные, реже носят следы остаточной слоистости и сланцеватости материнских пород. Сильножелезистые раз-

ности бокситов имеют красновато-бурую окраску и общим обликом напоминают глинистые гётито-гидрогематитовые железные руды.

В общем минеральном составе остаточных бокситов и бокситовых пород И. Е. Куренкина (1960, 1963) отмечает бёмит, каолинит, гидрокислы железа, гиббсит, хлорит и гидрослюды. Количество бёмита в бокситах колеблется от 20 до 55%. В бокситовых породах он заменяется каолинитом и присутствует в меньших количествах.

Переход от бокситов к первичным неизмененным породам постепенный и происходит на интервале до 80—100 м, на протяжении которого тем же автором устанавливается следующая зональность (снизу вверх): а) зона свежих пород; б) зона гидрослюдистых трещиноватых пород (зона окисления); мартитизация магнетита, образование гидрокислов железа по железосодержащим минералам; в) зона каолинито-гидрослюдистая (зона выщелачивания; интенсивный вынос оснований; преобладают гидрослюды и каолинит); г) каолинито-бокситовая или каолинито-охристая (зона свободных окислов).

Внутри последней зоны бокситовые породы являются переходными от бокситов к породам каолинито-гидрослюдистой зоны.

Полный профиль коры выветривания с сохранением каолинито-бокситовой зоны был встречен буровыми скважинами преимущественно в непосредственной близости от разведанных залежей богатых железных руд, где процессы выветривания проникали на значительно большую глубину, чем на удаленных от них участках. Это вполне увязывается со сказанным выше в отношении изменения мощности бокситового оруденения и позволяет предполагать, что в удалении в сторону от пород железорудной свиты бокситы и бокситовые породы образуют разрозненные тела небольшой мощности; в обратном же направлении, по мере приближения к Гостищевской залежи, их размеры (площадь, мощность) увеличивается и они могут сливаться в крупные тела промышленного типа, протягивающиеся вдоль по контакту с железорудной свитой на всем протяжении залежи.

Следует отметить, что увеличение мощности бокситового оруденения может иметь место не только вблизи мощных залежей богатых железных руд. Исходя из представлений о формировании коры латеритного выветривания докембрийских пород, обусловившего образование богатых железных руд и одновременно бокситов (Русинович, 1951ф, 1959), следует ожидать, что условия, благоприятные для создания мощной коры выветривания на алюмосиликатных породах и сохранения ее каолинито-бёмитовой зоны, должны иметь место также и в непосредственной близости к их контактам с кварцевыми метапесчаниками под-свиты  $K_1^1$  и горизонта  $K_3^2$ . Выветривание последних, как и выветривание железистых кварцитов, состояло в основном в выщелачивании кварца и (как и там) несомненно проникало на значительно большую глубину, чем на полях алюмосиликатных пород, где инфильтрация грунтовых вод на глубину была затруднена зоной глинистых продуктов выветривания, образовавшихся еще в первоначальные стадии выветривания. При этом на головах метапесчаников накапливались рыхлые водопроницаемые продукты выветривания (преимущественно кварцевого состава), по своим водно-физическим свойствам близкие к рыхлым богатым железным рудам, накапливавшимся на головах железистых кварцитов, т. е. существовали условия циркуляции грунтовых вод, близкие к условиям их циркуляции у контактов сланцев и железистых кварцитов.

В свете изложенного еще более благоприятные для образования мощных залежей бокситов условия циркуляции грунтовых вод могли иметь место в коре выветривания сланцев, переслаивающихся с доломитизированными известняками горизонта  $K_3^2$ , выщелачивание кото-

рых происходило значительно более интенсивно и, по-видимому, на большую глубину, чем железистых кварцитов. Такие же благоприятные условия для бокситового оруденения следует ожидать и на площади распространения сланцев у контакта с породами этого горизонта, а также в зонах разломов.

Осадочные бокситы были встречены всего лишь несколькими скважинами. Они залегают в виде горизонтальных линз до 8 м мощности, отделенных от сланцев кристаллической толщи прослоями слабобудных брекчий. Макроскопически это плотные пятнистые породы сероватой, буроватой и белой окраски. Иногда они имеют едва заметную горизонтальную слоистость. В составе осадочных бокситов кроме бёмита обычно присутствуют каолинит, лептохлориты, гидроокислы железа; иногда встречаются: гиббсит, обломки зерен мартита и железной слюдки.

Установленные на месторождении бокситы характеризуются следующим химическим составом (табл. 39).

Таблица 39

Бокситы	Содержание (от—до), %						
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe	П. п. п	S	P	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$
Остаточные бокситы . . . . .	26,8—	2,8—	14,5—	9,4—	0,07—	0,05—	3,4—
	44,6	13,1	36,8	24,2	0,11	0,07	11,2
Осадочные бокситы . . . . .	41,9—	6,6—	11,4—	15,0	—	—	2,2—
	44,8	20,7	21,3				6,4
Остаточные бокситовые породы . . . . .	26,6—	6,5—	5,1—	17,1—	—	—	1,3—
	39,0	20,8	29,6	20,7			4,1

Наличие бокситового оруденения на Гостищевском месторождении было установлено в результате систематического опробования продуктов наиболее интенсивного выветривания алюмосиликатных метаморфических пород протерозоя по керну скважин, пройденных с основной целью разведки и поисков железных руд. Специальных буровых работ, имеющих задачей дать промышленную оценку бокситоносности района месторождения, почти не производилось. Выполнение этой работы планируется на ближайшие годы.

В обводнении Гостищевского месторождения принимают участие семь водоносных горизонтов и комплексов, характерных для Белгородского железорудного района: 1) четвертичный в аллювиальных песках долин рек Северный Донец и его притоков — Сажновский Донец, и Липовый Донец; 2) кампан-сантонский в мелах и мергелях верхнего мела; 3) сеноман-альбский в песках; 4) волжский в песчаниках; 5) желловей-батский в песках; 6) каменноугольный в известняках и песках; 7) протерозойско-архейский в рудах и кристаллических породах докембрия.

Четвертичный и кампан-сантонский горизонты безнапорные, гидравлически связаны с водами рек. Остальные горизонты и комплексы напорные, изолированы от поверхности водоупорными перекрытиями из плотных мергелей сантона и глин юры. Общий напор подземных вод над кровлей рудных залежей в пределах месторождения изменяется от 335 до 440 м.

Согласно расчетам при осушении месторождения общие водопри токи к дренажным устройствам отдельных рудников не будут превышать 6600—7450 м<sup>3</sup>/час. Но в последующем, по мере расширения шахтных полей с подработкой придолинных участков, водопристок в рудники будет увеличиваться и может достигать 1000—17000 м<sup>3</sup>/час за счет поступления воды из зоны повышенной водообильности кампан-сантонского водоносного горизонта.

Данные о водоносности и гидродинамических свойствам различных водоносных горизонтов приводятся в табл. 40.

Таблица 40

№ п/п	Водоносный горизонт, комплекс	Преобладающая мощность пород, м	Напор над кровлей горизонта, м	Удельные дебиты скважин, л/сек	Коэффициенты фильтрации, м/сутки
1	Четвертичный (аллювиальный)	5,0—10,0	Без напора	0,0007—0,32	0,165—5,91
2	Кампан-сантонский				
	а) в долинах рек . . . . .	35,0—80,0	»	5,5—25,0	26,6—65,0
	б) на водоразделах . . . . .	40,0—60,0	»	0,001—0,17	0,02—0,28
3	Сеноман-альбский . . . . .	20,0—45,0	185,0—205,0	0,18—0,80	0,77—7,8
4	Волжский . . . . .	До 10,0	235,0—245,0	0,009—0,015	0,149—1,36
5	Келловей-батский . . . . .	35,0—45,0	304,0—350,0	0,02—0,149	0,1—0,96
6	Каменноугольный . . . . .	15,0—110,0	365,0—420,0	0,006—0,50	0,023—0,74
7	Протерозойско-архейский				
	а) в рудах . . . . .	—	335,0—440,0	0,01—0,40	0,011—0,055
	б) в кварцитах . . . . .	—	—	0,043—0,26	0,087—1,26
	в) в сланцах . . . . .	—	—	0,001—0,089	0,007—0,195

### Перспективы освоения месторождения

При изучении материалов Гостищевского месторождения с целью его промышленной оценки институт Центрогипроруда пришел к выводу, что на базе его руд возможно создание четырех рентабельных рудников: Лучкинского, Крюковского, Гостищевского и Хохлово-Дальнеигуменского, располагающихся на площадях наиболее высокой концентрации запасов. Для каждого из них были рассмотрены подземный и открытый способы разработки. На основании анализа полученных показателей сделаны выводы, что разработка руд открытым способом для большинства участков нецелесообразна. По форме площади рудной залежи его применение не исключается лишь на Хохлово-Дальнеигуменском участке после 1980 г.

Лучкинский рудник планируется на базе руд обеих Гостищевских залежей в пределах центральной части Лучкинского участка и залежей близко прилегающих к нему обеих Покровских полос железистых кварцитов. По расчетам Института, рудник имеет общие эксплуатационные промышленные запасы 850 млн. т и может иметь производительность 17,9 млн. т товарной руды с содержанием железа 58,4% при себестоимости 1 т руды 2 руб. 53 коп., или 1 т железа в руде 4 руб. 55 коп. Продолжительность строительства 7 лет, а эксплуатации 45 лет. Учитывая, что северная и центральная части Лучкинского участка будут значительно осушены при разработке Яковлевского месторождения, находящегося в непосредственной близости, этот рудник будет весьма перспективным.

Крюковский рудник, базирующийся на запасах Крюковского и северной части Промежуточного участков, по подсчету Института имеет эксплуатационные запасы 1,15 млрд. т и может иметь производительность 17,9 млн. т товарной руды в год, с содержанием железа 58,5% при себестоимости 1 т 2 руб. 61 коп., или 1 т железа в руде 4 руб. 68 коп. Период строительства рудника ориентировочно 7 лет и эксплуатации 60 лет. Шахтное поле рудника отличается большой концентрацией запасов; отрицательным для него является неравномерность оседания и наличие в руде пачек пустых пород.

Гостищевский рудник, планируется на площади руд Гостищевского и южной половины Промежуточного участков, где эксплуатационные запасы были определены в 1,52 млрд. т. Годовая производительность этого рудника 25,4 млн. т товарной руды с содержанием же-

леза 59,7% при ее себестоимости 2 руб. 38 коп., или 4 руб. 17 коп. 1 т железа в руде. Продолжительность строительства 7 лет, период эксплуатации 56 лет.

Для площади Гостищевского рудника неблагоприятными факторами являются пересечение залежи железной дорогой и большое количество чакч пустых пород среди руды.

По максимально возможному варианту развития бассейна КМА добыча руды Лучкинским, Крюковским, Гостищевским рудниками может быть начата с 1980 г.

Хохлово-Дальнеигуменский рудник. Институт Центрогипроруда считает, что наиболее мощная, выдержанная центральная часть рудного тела в пределах Хохлово-Дальнеигуменского участка является перспективной для разработки открытым способом после 1980 г. По его подсчетам, эксплуатационные запасы здесь составляют 2,97 млрд. т, возможная производительность 47 млн. т товарной руды в год с содержанием железа 60,2%. Стоимость 1 т ее 2 руб. 12 коп. и 1 т железа в руде 3 руб. 69 коп. Продолжительность строительства 9,5 лет, эксплуатации 59,5 лет.

Для Хохлово-Дальнеигуменского участка благоприятным являются значительная ширина и мощность залежи, благоприятствующие применению открытого способа разработки, а также небольшое количество прослоев пустых пород в руде. При эксплуатации карьера возможна попутная ежегодная добыча 5,1 млн. т флюсовых и строительных известняков, необходимых в районах КМА.

Отрицательными факторами являются наличие долины р. Северный Донец, создающей сильное обводнение мергельно-меловой толщ на площади северной части будущего карьера, и автомагистрали, пересекающей месторождение в центре.

Как весьма благоприятный фактор для Гостищевского месторождения в целом следует отметить наличие бокситов, распространенных по контуру разведанной залежи богатых железных руд и внутри его. Положительное решение вопроса о промышленном значении гостищевских бокситов будет иметь исключительно важное значение.

### БОЛЬШЕ-ТРОИЦКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Больше-Троицкое месторождение богатых железных руд находится близ пос. Больше-Троицкого и с. Шамраевка Шебекинского района Белгородской области, в 35—40 км северо-восточнее ст. Шебекино Южной ж. д.

Поверхность месторождения представляет собой водораздельное пространство, расчлененное ювразной сетью. С юга, запада и северо-запада оно ограничивается истоками р. Нежеголь с относительно неширокой (400—1000 м) заболоченной поймой.

Наиболее высокие отметки поверхности достигают 210—235 м и приходятся на северо-восточную и центральную части месторождения. В направлении реки поверхность заметно снижается до 180—170 м и за контурами месторождения в пойме не превышает 130—140 м.

В строении кристаллического фундамента на площади этого месторождения участвуют породы михайловской и курской метаморфических серий.

Породы михайловской серии распространены в периферийных частях месторождения. Они представлены амфиболитовой толщей ( $Mh_1$ ), в верхах которой установлены прослои сланцев альбито-хлоритового, альбито-хлорито-биотитового и биотито-мусковитового состава и толщей осадочно-эффузивного комплекса ( $Mh_2$ ). В последней установлены кератофиры, биотито-хлоритовые и кварцево-биотитовые сланцы. Сланцы этой толщи внешне весьма сходны со сланцами нижней свиты кур-

ской серии ( $K_1^2$ ) и отличаются от них более сильной раскристаллизованностью и наличием крупных порфиروبластов полевых шпатов. Мощность пород михайловской серии здесь не установлена, предположительно она достигает 400—800 м.

Курская метаморфическая серия представлена породами нижней ( $K_1$ ) и средней ( $K_2$ ) свит. Породы верхней свиты ( $K_3$ ) на месторождении пока не установлены.

В составе нижней курской свиты ( $K_1$ ) выделяются две подсвиты. Нижняя подсвита ( $K_1^1$ ) имеет мощность около 50—70 м. Нижняя ее половина сложена полевошпатово-кварцевыми песчаниками с прослоем гравелита. Полевые шпаты в них составляют 12—20% объема породы и представлены микроклином и плагиоклазом. Верхняя часть подсвиты сложена серицито-кварцевыми песчаниками, в кровле которых установлены прослой сланцев и алевролитов серицито-кварцевого и биотито-кварцевого состава. Снизу вверх по разрезу подсвиты отчетливо наблюдается постепенное уменьшение размеров зерен от 1 до 0,05 мм.

Верхняя подсвита ( $K_1^2$ ) нижней курской свиты в основном сложена филлитовидными сланцами. Мощность свиты 350—500 м. С нижележащими метапесчаниками ее сланцы связаны постепенным переходом.

По составу пород подсвита разделяется на три горизонта. Нижний из них сложен кварцево-биотитовыми и кварцево-серицитовыми сланцами. В нижней части горизонта встречаются маломощные прослой алевролитов. Средний горизонт представлен гранато-кварцево-биотитовыми сланцами, чередованием (1—5 см) фельдшпатизированных серицито-магнетитовых и кварцево-биотитовых с гранатом сланцев, с кварцевыми и метаалевролитами и эффузивно-туфогенными породами основного состава.

Верхний горизонт представлен углистыми серицито-биотитовыми филлитовидными сланцами. Вблизи контакта со средней свитой среди филлитов встречаются прослой безрудного кварцита мощностью до 0,5 м.

Средняя курская свита ( $K_2$ ) по минералого-петрографическим и текстурным признакам на месторождении делится на шесть горизонтов, характеризующихся следующими особенностями (снизу вверх):

I горизонт ( $K_2^1$ ) сложен слабородными грубополосчатыми силикатно-мартитовыми (магнетитовыми за пределами зоны окисления) кварцитами с прослоями филлитовидных сланцев мощностью до 12 м. Мощность горизонта 30—45 м.

II горизонт ( $K_2^2$ ) представлен тонко- и среднеполосчатыми мартитовыми (магнетитовыми) и железнослюдково-мартитовыми (магнетитовыми) кварцитами со значительным количеством амфибола, распространяемого в виде тончайших прослоев. Мощность горизонта 110—130 м.

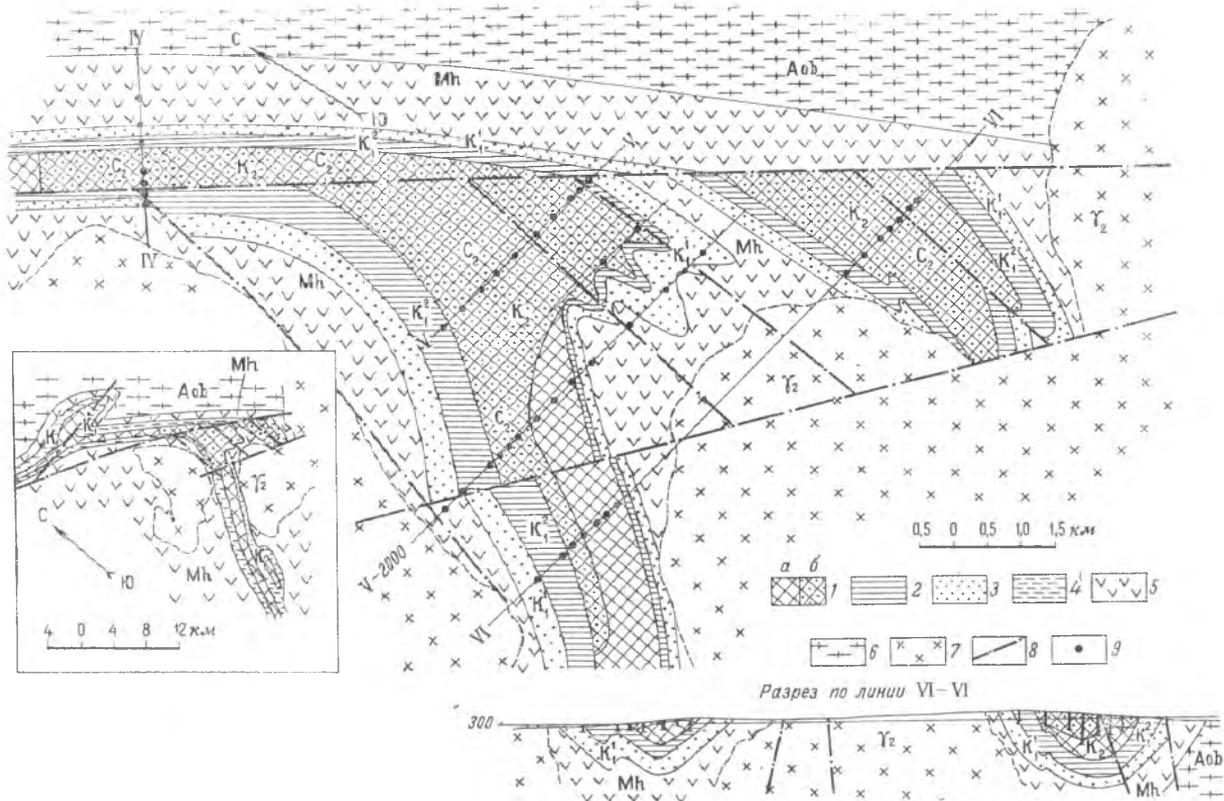
III горизонт ( $K_2^3$ ) состоит из хлорито-биотитовых и кварцево-хлоритовых филлитов, среди которых встречаются прослой грубополосчатых силикатно-мартитовых (магнетитовых) кварцитов и кварцевых алевролитов. Мощность горизонта 40—50 м.

IV горизонт ( $K_2^4$ ) сложен тонкополосчатыми, редко среднеполосчатыми железнослюдково-мартитовыми (магнетитовыми) и мартитовыми кварцитами. Отмечается присутствие эгирина, красной и изумрудно-зеленой слюды и доломита. Мощность горизонта 120—140 м.

V горизонт ( $K_2^5$ ) представлен грубополосчатыми силикатно-мартитовыми (магнетитовыми) кварцитами, среди которых встречаются маломощные прослой кварцево-хлоритовых и хлоритовых сланцев с порфиробластами магнетита. Мощность горизонта 30—45 м.

Рис. 43. Геологическая схема докембрия Больше-Троицкого месторождения КМА. Составил В. Н. Клекль

1 — железистые кварциты  $K_2$  (а) и богатые железные руды (б); 2 — сланцы  $K_1^2$ ; 3 — метапесчаники  $K_1^1$ ; 4 — породы свиты  $K_1$  (нерасчлененной); 5 — породы Мн; 6 — гнейсы Аоб; 7 — проблематичные нерасчлененные нижне- и верхнепротерозойские граниты и их мигматиты  $\gamma_2$ ; 8 — разрывные нарушения; 9 — скважины



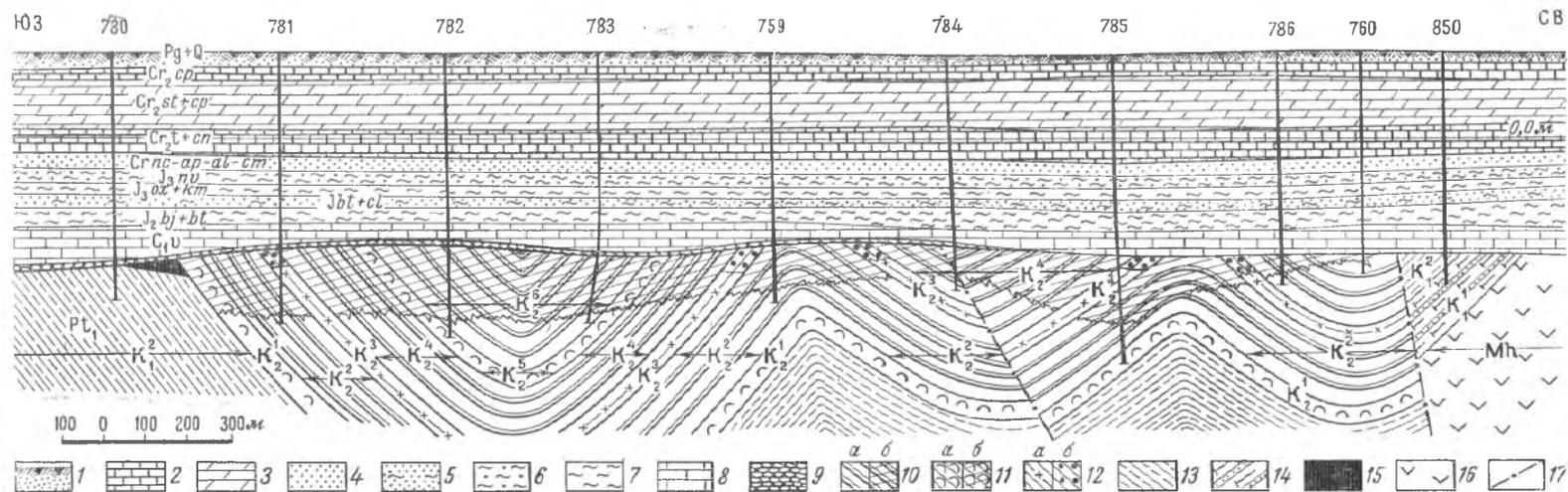


Рис. 44. Геологический разрез Больше-Троицкого месторождения по линии V. Составил В. Н. Клекль

1 — почвенно-растительный слой и суглинки; 2 — мел; 3 — мергель; 4 — песок; 5 — песок с прослоями глин, глинистый песок; 6 — песчанистая глина с прослоями песка; 7 — глина; 8 — известняк; 9 — переотложенные руды; 10 — железослюдково-мартиновые и мартиновые кварциты (а) и железослюдково-мартиновые и мартиновые руды (б); 11 — силикатные железистые кварциты с прослоями сланцев (а) и гидрогематито-мартиновые и гидрогематитовые руды (б); 12 — сланцы с подчиненными прослоями силикатных железистых кварцитов  $K_2^3$  (а) и высокожелезистые бокситы и железо-алюминиевые руды (б); 13 — сланцы  $K_1^2$ ; 14 — металесчаники  $K_1^1$ ; 15 — бокситы; 16 — амфиболиты, сланцы, кератофиры Mh; 17 — разрывные нарушения

VI горизонт ( $K_2^6$ ) сложен среднеполосчатыми мартитовыми (магнетитовыми) кварцитами, среди которых встречаются пачки тонкополосчатых железослюдково-мартитовых (магнетитовых) кварцитов. Отмечается присутствие щелочного амфибола, эгирина и карбоната. Мощность горизонта не установлена и, по-видимому, не превышает 70—100 м.

От железистых кварцитов хорошо изученных Яковлевского и Гостищевского месторождений однотипные кварциты Больше-Троицкого месторождения отличаются несколько большим содержанием силикатов, меньшим содержанием железной слюдки и более крупными размерами зерен и полиэдрических сростков мартита (магнетита). Это обусловлено по-видимому, с одной стороны, фациальными особенностями осадконакопления на месторождении, с другой — интенсивной метасоматической переработкой в процессе метаморфизма.

Средняя свита на площади месторождения геофизическими методами картируется как крупная магнитная аномалия. В плане она имеет дугообразную форму, обращенную выпуклостью к востоку. Общая протяженность ее составляет 35 км, а с учетом северного продолжения, известного под названием Корочанской аномалии, она достигает 50 км.

Ширина площади Больше-Троицкой аномалии колеблется в пределах 600—800 м. К ее дугообразному изгибу приурочен крупный гравитационный максимум шириной более 3 км. К юго-востоку от него отвляется Шамраевская аномалия протяженностью около 6 км и шириной более 1000 м.

Исходя из того, что выходы железистых кварцитов обеих аномалий окаймляются филлитовидными сланцами и песчаниками подрудной свиты, а затем породами михайловской метаморфической серии, отчетливо устанавливается, что месторождение имеет сильно эродированную синклинальную структуру (рис. 43, 44).

Сложным строением отличается район гравитационного максимума, где железистые кварциты образуют широкое поле. Здесь устанавливается синклиналь открытого типа, осложненная дополнительной складчатостью. С северо-запада она ограничивается крупным разломом типа сбросо-надвига. Предполагается, что этот разлом имеет северо-западное простирание и является ответвлением главного разлома, протягивающегося вдоль северо-восточного борта Ольховатской синклинальной зоны. Разлом сопровождается рядом оперяющих сбросов.

Шамраевская аномалия рассматривается также как открытая синклиналь, усложненная дополнительной складчатостью (рис. 44).

Об интенсивном проявлении тектоники на месторождении, особенно в районе сочленения Больше-Троицкой и Шамраевской аномалий, свидетельствует наличие зон дробления и брекчирования, а также многочисленных микроподвижек с образованием зеркал скольжения.

Осадочный комплекс пород несогласно залегает на денудированной поверхности кристаллического фундамента. Мощность его изменяется от 389 м на северо-востоке до 531 м на юго-западе. За счет подъема кристаллического фундамента в пределах площади распространения пород железорудной свиты эта закономерность нарушается. Обычно превышение абсолютных отметок поверхности железорудной свиты над сланцами колеблется в пределах 20—100 м. За счет этого соответственно уменьшается и мощность осадочных пород.

В геологическом строении осадочного чехла участвуют нижнекаменноугольные, средне- и верхнеюрские, нижне- и верхнемеловые, палеогеновые и четвертичные отложения. Литологический состав их и мощности приведены в табл. 41.

Сплошным распространением на площади месторождения пользуются только породы четвертичного и мезозойского возраста. Мел

Таблица 41

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		мини-мальная	максимальная	средняя
Qal <sub>2</sub>	Переслаивание супесей, разнозернистых песков и суглинков пойменной террасы . . . . .	0,0	12,0	1,0
Qal <sub>1</sub>	Разнозернистые пески, песчанистые глины надпойменных террас . . . . .	0,0	15,0	1,0
Qel+dl	Элювиально-делювиальные и лёссовидные суглинки на водоразделах и их складах . . . . .	0,0	15,0	6,0
Pg	Глина зеленовато-серая с подчиненными прослоями кварцево-глауконитовых песков, с прослоями песчаников	0,0	35,0	22,0
Cr <sub>2</sub> cp	Мел белый, пишущий, с желваками кремней . . . . .	0,0	28,0	26,0
Cr <sub>2</sub> st+cp	Мергель от светло-серого до темно-серого, вверху и внизу слоя мелоподобный . . . . .	93,0	115,0	110,0
Cr <sub>2</sub> t+cn	Мел белый, пишущий, в подошве песчаный, с мелкими желваками фосфорита . . . . .	68,0	75,0	72,0
Cr <sub>al</sub> —cm	Пески кварцевые и глауконито-кварцевые, в верхней части тонко- и среднезернистые с желваками фосфорита, в нижней — грубозернистые . . . . .	25,0	31,0	28,0
Cr <sub>1</sub> nc+ap	Глина темно-серая, песчаная, с прослоями песка глинистого . . . . .	5,0	6,0	6,0
I <sub>3</sub> v	Глины плотные, мергелистые, с прослоями известково-глинистых песчаников . . . . .	21,0	30,0	25,0
I <sub>3</sub> ox+km	Глины серые, плотные, известковистые, с прослоями известково-кварцевых песчаников и глинистых известняков . . . . .	17,0	26,0	21,0
I <sub>2</sub> bt+cl	Пески тонкозернистые и алевриты с прослоями алевритистых глин и песчаников . . . . .	21,0	40,0	33,0
I <sub>2</sub> bt	Тонкое переслаивание алевритов, песчанистых глин и песчаников . . . . .	8,0	13,0	9,0
I <sub>2</sub> bj+bt	Глины серые и темно-серые, с прослоями песчаной глины и песка . . . . .	35,0	65,0	50,0
C <sub>1</sub>	Известняки белые и светло-серые, перекристаллизованные, закарстованные, с редкими прослоями глин и алеврита, в нижней части слоя с обилием кремней . . . . .	0,0	40,0	32
	Известняки серые, глинистые, с прослоями мелкокриноидных закарстованных известняков и темно-серых углистых глин и глинистых алевритов. В средней части слоя распространены черные кремни . . . . .	0,0	58	26,0
	Известняки серые, глинистые, с прослоями углистых алевритистых глин и алевритов . . . . .	—	—	—
	Внизу слоя пески с прослоями песчаных и углистых глин . . . . .	0,0	34	2,0
	Переотложенные железные руды, ферриаллиты и аллиты . . . . .	0,0	14,0	4,0
	Общая средняя мощность осадочных пород . . . . .		474 м	

кампанского яруса и палеогеновые отложения сохранились лишь на водоразделе, выше абсолютных отметок соответственно 140—145 и 165—170 м. Мощность пород карбона подвержена значительным колебаниям за счет неровности рельефа докембрия, в наиболее высоких его точках эти отложения отсутствуют.

Богатые железные руды на месторождении, как и на всей территории КМА, представлены двумя генетическими типами: элювиальными (остаточными) и осадочными (переотложенными).

Элювиальные богатые железные руды залегают непосредственно под осадочной толщей на головах пластов железистых кварцитов в виде плащеобразных залежей с весьма изменчивой мощностью.

В контурах аномалий на месторождении установлены две залежи: Больше-Троицкая и Шамраевская.

Больше-Троицкая залежь освещена буровыми работами в четырех профилях на протяжении около 8 км. Она имеет площадь 10,9 км<sup>2</sup> и

среднюю мощность 81 м. Характерным для нее является закономерное увеличение мощности богатых железных руд от восточного борта залежи к западному, где она достигает 167 м. В том же направлении происходит увеличение глубины залегания руд от 461 до 531 м. Среднее ее значение по залежи 477 м.

Шамраевская залежь площадью 3,9 км<sup>2</sup> изучена скважинами всего лишь в одном профиле. Богатые железные руды здесь имеют максимальную мощность (до 416 м) в центральной и минимальную в бортовых частях залежи. Протяженность этой залежи, по геофизическим данным, предполагается 4 км. Погребенная поверхность залежей представляет собой эрозионный срез, характеризующийся пологой приподнятостью над поверхностью окружающих сланцев на 40—135 м.

Кровлей руд обычно служат нижнекаменноугольные известняки. Мощность их непостоянна и зависит от гипсометрического положения поверхности рудного тела. Наибольшая мощность известняков установлена в северо-западной части месторождения, где она достигает 131 м. К югу и юго-востоку по мере повышения поверхности рудной залежи мощность карбона постепенно уменьшается до полного выклинивания. В последнем случае кровлей руд служат бат-байосские глины мощностью около 55 м.

По минеральному составу среди остаточных богатых железных руд выделяются: маритовые, железнослюдково-маритовые, мартино-гидрогематитовые, гидрогётитовые и гидрогётито-гидрогематитовые руды.

В приповерхностных частях залежи в зоне карбонатной цементации каждый из перечисленных минералогических типов руд образует соответствующую карбонатизированную разность. Карбонат в подавляющем большинстве представлен сидеритом. Кальцит выполняет лишь пустоты и трещины. Мощность зоны карбонатной цементации достигает 36 м. Изредка в виде отдельных «язычков» небольшой мощности карбонатизированные разности руд встречаются на глубине среди рыхлых.

В кровле залежей реликтовый магнетит сохранился в ничтожно малых количествах или отсутствует. Книзу его количество постепенно увеличивается и у подошвы достигает 25—30% от общего объема рудных минералов.

Переотложенные руды на месторождении составляют всего лишь 2,9% учтенных запасов. Мощность их колеблется от 0,4 до 38 м и в среднем составляет около 6 м. Залегают они как на коренных рудах, так и на некотором удалении от них, заполняя понижения древнего рельефа. Наиболее крупное скопление их установлено в депрессионной впадине на сланцах между Больше-Троицкой и Шамраевской залежами, а также вдоль западного борта Больше-Троицкой залежи.

По текстурно-генетическим особенностям переотложенные руды представлены двумя разновидностями: конгломерато-брекчиями и конгломератами. Руды псаммитовой текстуры имеют ограниченное распространение.

Размер обломков и галек руды непостоянен; обычно преобладает размерность 1—3 см и лишь изредка, в районе наиболее крутых склонов, встречаются глыбы до 0,5 м. Форма обломков плоская, реже овальная и неправильная. В конгломератовидных разностях руд, распространяющихся на некотором удалении от залежей коренных руд, наблюдается ориентировка галек по длинным осям; в брекчиевидных разностях обломки расположены хаотично.

По составу обломочный и галечный материал представлен в основном маритовыми и железнослюдково-маритовыми разностями руд; в меньшем количестве встречаются руды гидрогематито-маритового и гётитового состава. В значительном удалении от коренных руд в существенном количестве обломочный материал представлен разностями выветрелых сланцев.

Цемент переотложенных руд базальный местами поровый и коктный, по составу преимущественно железисто-карбонатный и реже хлоритовый, в связи с чем руды представлены исключительно скальными разностями.

Химический состав выделенных типов руд мало чем отличается от аналогичных разностей Яковлевского и Гостищевского месторождений. Среднее содержание химических компонентов по различным генетическим и минеральным разностям руд Больше-Троицкого месторождения приведены в табл. 42.

Таблица 43

Основные показатели	Больше-Троицкая залежь	Шамраевская залежь	Запасы и средние содержания по месторождению
Запасы, млн. <i>т</i> . . . . .	1090,7	858,2	1948,9*
Содержание, %:			
железа общего . . . . .	62,8	64,3	63,5
кремнезема . . . . .	2,7	3,0	2,7
глинозема . . . . .	0,9	1,4	1,1
серы . . . . .	0,173	0,062	0,113
фосфора . . . . .	0,049	0,044	0,047
летучих . . . . .	4,3	2,6	3,3

На 1/1 1964 г. на балансе числится 1500 млн. *т*.

Несколько повышенное содержание железа в целом по месторождению (63, 68%) по сравнению с яковлевскими и гостищевскими рудами обусловлено ничтожно малым содержанием слаборудных прослоев внутри залежей, составляющих лишь 0,6% от общего объема учетных запасов.

Наиболее высоким содержанием железа характеризуются мартитовые и железослюдково-мартитовые руды, составляющие 84,1% от общего количества подсчитанных запасов. Остальные разности руд характеризуются более низким содержанием железа за счет наличия в них сидерита, а также примеси хлорита и свободного кремнезема. Повышенное содержание серы среди карбонатных разностей коренных руд и в переотложенных рудах связано с инфильтрационным пиритом. Наиболее высокие ее содержания встречаются в рудах, контактирующих с осадочной толщей.

Полуколичественным спектральным анализом установлено наличие в рудах: никеля до 0,006%, кобальта до 0,006%, хрома 0,003%, циркония до 0,006%, бериллия до 0,0001%, германия и отсутствие свинца, ванадия, молибдена, меди, гафния, церия, стронция и бария.

По химическому составу руды Больше-Троицкого месторождения имеют высокое качество и все их минералогические типы после окучкования рыхлых разностей пригодны для доменной плавки без обогащения.

Выявленные запасы богатых железных руд по состоянию разведанности на 1/XI 1963 г. были учтены по категории С<sub>2</sub> в следующих количествах (табл. 43).

Прогнозная оценка запасов богатых железных руд на аномальных полосах к северо-западу и юго-западу от Больше-Троицкой залежи нами не дается, ввиду того, что мощность оруденения на флангах залежи незначительная.

Кроме богатых железных руд на территории Больше-Троицкого месторождения несколькими скважинами были встречены бокситы и железо-алюминиевые руды элювиального происхождения.

Т а б л и ц а 42

Типы руд и пород	% от об- щего объема	Среднее содержание, %				
		Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Руды железослюдково-мартитовые и мартитовые . . . . .	84,1	65,3	2,6	0,98	5,4	86,9
Руды карбонатные железослюдково-мартитовые и мартитовые . . . . .	2,7	50,4	2,8	1,55	23,0	46,6
Руды гидрогематито-мартитовые и гидрогётитовые . . . . .	4,6	59,7	5,0	2,01	4,9	80,7
Руды карбонатные, гидрогематито-мартитовые и гидрогётитовые . . . . .	5,1	53,9	2,5	0,51	18,8	56,3
Прослой пустых пород, учтенные при подсчете запасов:						
сланцы . . . . .	0,23	31,4	21,9	17,45	10,7	33,2
кварциты . . . . .	0,37	41,3	29,1	8,40	12,3	45,5
Переотложенные руды . . . . .	2,9	57,3	3,9	3,30	12,4	68,2
Всего по месторождению . . . . .	100	63,5	2,7	1,08	6,7	83,1

Продолжение табл. 42

Типы руд и пород	Среднее содержание, %					
	CaO	MgO	P	S	П. п. п.	TiO <sub>2</sub>
Руды железослюдково-мартитовые и мартитовые . . . . .	0,63	0,31	0,039	0,080	2,0	0,12
Руды карбонатные железослюдково-мартитовые и мартитовые . . . . .	4,59	2,65	0,056	0,372	17,5	0,11
Руды гидрогематито-мартитовые и гидрогётитовые . . . . .	0,54	0,35	0,094	0,080	6,5	0,20
Руды карбонатные, гидрогематито-мартитовые и гидрогётитовые . . . . .	4,34	1,33	0,080	0,434	12,5	0,17
Прослой пустых пород, учтенные при подсчете запасов:						
сланцы . . . . .	3,24	0,82	0,036	1,62	10,0	0,61
кварциты . . . . .	1,58	0,70	0,024	0,032	5,6	0,32
Переотложенные руды . . . . .	2,30	1,04	0,054	0,38	6,9	0,29
Всего по месторождению . . . . .	0,97	0,44	0,044	0,113	3,3	0,13

Осадочные бокситы, распространенные на других месторождениях КМА, здесь не встречены.

Элювиальные бокситы были установлены в наиболее верхних горизонтах коры выветривания осадочно-эффузивной толщи пород михайловской серни и филлитов нижней свиты курской серни, непосредственно в основании осадочной толщи. Внешне они характеризуются светло-серой и буровато-серой окраской, каменным обликком, высокой пористостью и участками реликтовой слоисто-сланцеватой текстурой.

Основным породообразующим минералом является бёмит. Гидраргиллит присутствует лишь в незначительном количестве. В качестве второстепенных породообразующих минералов пользуются распространением каолин, гидрослюда, гидроокислы железа и лептохлориты. Последние частично заполняют поры, пустоты и трещины и являются явно инфильтрационными образованиями. Содержание каолина и гидрослюда в бокситах отчетливо увеличивается сверху вниз. В незначительном количестве присутствует турмалин. В подошве залежей бок-

ситы сменяются бокситоподобными породами типа аллитов и ферриаллитов.

Переход от бокситов к аллитам плавный и устанавливается главным образом по результатам химического анализа. Аллиты в свою очередь сменяются рыхлыми, затем плотными каолиновыми и гидрослюдистыми продуктами выветривания, которые с глубиной и переходят в свежие разности алюмосиликатных пород.

Железо-алюминиевые руды и сопровождающие их железистые бокситы встречаются в таких же условиях, как и нормальные бокситы, но приурочены к коре выветривания межрудных сланцев, слагающих горизонты  $K_2^1$  и  $K_2^3$  железорудной свиты.

Для сланцев почти всегда характерно содержание порфиробластов мартита, что и определяет железистый характер конечных продуктов их выветривания. Содержание мартита в различных разновидностях межрудных сланцев непостоянно и может колебаться в широких пределах, в соответствии с чем меняется и содержание железа в образовавшихся за их счет железо-алюминиевых рудах и высокожелезистых бокситах.

Внешне та и другая разности характеризуются красновато-бурой и кирпично-красной окраской, каменистым обликом и реликтовой полоччатой текстурой.

Основными породообразующими минералами в них являются бёмит и мартит. В значительных количествах содержатся гидроокислы железа и инфильтрационный хлорит типа шамозита и присутствуют в долях процента каолин, гидрослюда и гиббсит. В качестве аксессуарного минерала установлен турмалин.

По существу высокожелезистые бокситы по химической и минеральной характеристике являются промежуточной разностью между бокситами, отвечающими технологическим требованиям переработки по методу спекания, и железо-алюминиевыми рудами.

Среднее содержание главных химических компонентов в алювиальных бокситах и железо-алюминиевых рудах приводится в табл. 44.

Таблица 44 \*†

Тип породы	Мощность, м	Среднее содержание компонентов, %						Кремниевый модуль	Кремнистый модуль
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	П. п. п.	TiO <sub>2</sub>		
1. Боксит бёмитовый элювиальный (на осадочно-эффузивной толще михайловской серии) . .	1,5	18,8	12,8	51,9	12,8	4,6	12,7	2,34	4,0
2. Боксит бёмитовый элювиальный (на филлитах нижней свиты курской серии) . . . . .	4,3	20,3	8,0	53,3	13,3	5,5	12,9	1,6	6,7
3. Боксит бёмитовый элювиальный высокожелезистый (на межрудных филлитах $K_2^1$ и $K_2^3$ ) . .	29,2	31,5	12,6	42,6	19,9	9,5	9,8	1,28	3,4
4. Железо-алюминиевые руды (на межрудных филлитах $K_2^1$ и $K_2^3$ ) . .	40,3	48,2	8,0	28,0	13,2	33,4	10,6	0,85	3,5

По химическому составу бокситы Больше-Троицкого месторождения, приуроченные к коре выветривания пород михайловской серии и филлитов  $K_1^2$ , не имеют существенного отличия от бокситов Яковлев-

ского и Гостищевского месторождений, для которых институтом ВАМИ были получены положительные результаты технологических испытаний. По заключению этого института, они пригодны для получения глинозема по принятому в алюминиевой промышленности СССР методу спекания с известняком. Разработка технологической схемы переработки железо-алюминиевых руд и высокожелезистых бокситов находится в стадии исследования.

Бокситы, приуроченные к породам михайловской и сланцам нижней свиты курской серии, залегают на глубине 512—516 м. Кровлей их служат закарстованные известняки визейского яруса нижнего карбона, мощность которых колеблется от 100 до 135 м. Перспективная площадь для распространения этих бокситов, согласно существующему пониманию геологической структуры месторождения, представляется как подковообразная полоса шириной от 800 до 1600 м, и протяженностью около 8 км. Примыкает она непосредственно к Больше-Троицкой залежи богатых железных руд с юго-запада. Поверхность перспективной площади, по-видимому, представляет собой слабохолмистую пене-ленизированную равнину, полого наклоненную на юго-запад. В дальнейшем при производстве геологоразведочных работ здесь может быть установлено месторождение бокситов, имеющее самостоятельное значение.

Высокожелезистые бокситы и железо-алюминиевые руды залегают на глубине от 480 до 510 м под каменноугольными известняками мощностью 50—80 м. Это относительно узкие (от 20 до 50 м) и сильно вытянутые (до 8 км) лентообразные тела. По простираанию их не исключена возможность некоторой прерывистости за счет денудации поверхности кристаллического фундамента. Практическое значение они могут иметь при разработке железорудного месторождения и совместной плавке их с богатыми железными рудами в доменном процессе, для получения чугуна и саморассыпающихся алюминиево-кальциевых шлаков, пригодных для извлечения глинозема.

В обводнении месторождения принимают участие пять основных водоносных горизонтов и комплексов: кампан-сантонский, сеноман-альбский, келловей-батский, каменноугольный и протерозойский. Напор их вод над кровлей рудной залежи достигает 37—42 атм. Кровля руд довольно устойчива и представлена известняковой толщей карбона, малонасыщенной прослоями глин и сланцев. Водопроницаемость известняков неравномерная: слабая непосредственно в кровле рудной залежи и несколько повышенная за ее пределами.

В качестве благоприятных для месторождения горно-геологических факторов следует отметить отсутствие на его площади крупных поверхностных водотоков, которые могли бы осложнить осушение осадочной толщи, а также большая ширина залежей, что благоприятно будет отражаться на коэффициенте вскрыши в случае применения открытого способа разработки.

По данным института Центрогипроруда (1963), выявленные запасы богатых железных руд Больше-Троицкого месторождения обеспечивают строительство рудника с годовой производительностью 25,4 млн. т товарной руды себестоимостью 2,38 руб/т.

Нахождение залежей бокситов промышленных размеров несомненно ускорит решение вопроса о времени освоения месторождения промышленностью.

#### ТЕТЕРЕВИНО-МАЛИНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Тетеревино-Малиновское месторождение богатых железных руд открыто поисковыми работами Гостищевской геологоразведочной партии в 1955 г. Оно находится на территории Белгородской области, в окре-

стностях сел Тетеревино и Малиновки. На юго-западе оно граничит с Гостищевским, на северо-западе с Ольховатским месторождениями. В меридиональном направлении его площадь пересекается магистралью Южной ж. д. с ближайшей (0,5—1,0 км) ст. Сажное.

С севера на юг через месторождение проходит вершина ручья Сажновский Донец с довольно широкой заболоченной поймой. Поверхность в районе месторождения представляет собой слабосхолмленное степное распаханное пространство, расчлененное густой овражной сетью.

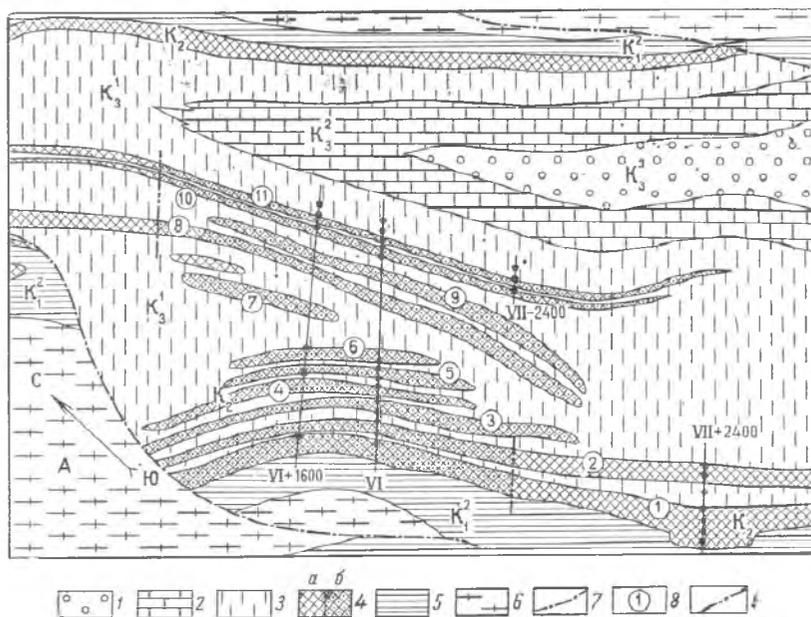


Рис. 45. Геологическая схема докембрия Тетеревино-Малиновского месторождения. Составил И. А. Русинович (1960 г.)

1 — кварцитовидные песчаники и сланцы  $K_3^3$ ; 2 — известняки и доломиты с прослоями сланцев  $K_3^2$ ; 3 — углистые сланцы и алевролиты  $K_3^1$ ; 4 — железистые кварциты  $K_2$  (а) и богатые железные руды (б); 5 — сланцы  $K_1^2$ , песчаники  $K_1^1$  и амфиболиты Мн; 6 — гнейсы, мигматиты и граниты А; 7 — предполагаемые разрывные нарушения; 8 — номера залежей богатых железных руд; 9 — границы месторождения

Месторождение приурочено к широкому (5—7 км в поперечнике) аномальному полю, картирующемуся магнитометрией в виде 11 сильно сближенных узких (120—350 м) крутопадающих (60—85°) пластов железистых кварцитов северо-западного простирания протяженностью от 7 до 16 км (рис. 45, 46).

Как и на других месторождениях, среди железистых кварцитов встречаются прослои магнетито-силикатных и силикатных сланцев, обычно не превышающие 3—5 м.

Филлитовидные сланцы, вмещающие железистые кварциты, принадлежат преимущественно к верхней известково-сланцевой свите курской серии ( $K_3$ ). Сланцы ее нижней свиты и, возможно, породы архея имеют распространение на юго-западе и севере месторождения.

Тектоническая структура месторождения не изучена. Предположительно она рассматривается как периклиальная часть северо-восточной синклинали, на севере срезанной нарушением с разрывом сплошности. Она усложнена рядом складок более мелкого порядка. Условно принимается, что зафиксированные здесь полосы железистых кварци-

тов (за исключением крайней юго-западной) имеют антиклинальное, а разделяющие их сланцы верхней свиты ( $K_3$ ) — синклинальное строение. Всего выделяется десять антиклинальных и столько же разделяющих их синклинальных складок, имеющих склонение в юго-восточном направлении.

Крайняя юго-западная полоса имеет одинарное строение и является западным крылом северо-восточной синклинали. Западнее ее распространены филлитовидные сланцы и кварцитовидные песчаники нижней свиты ( $K_1$ ).

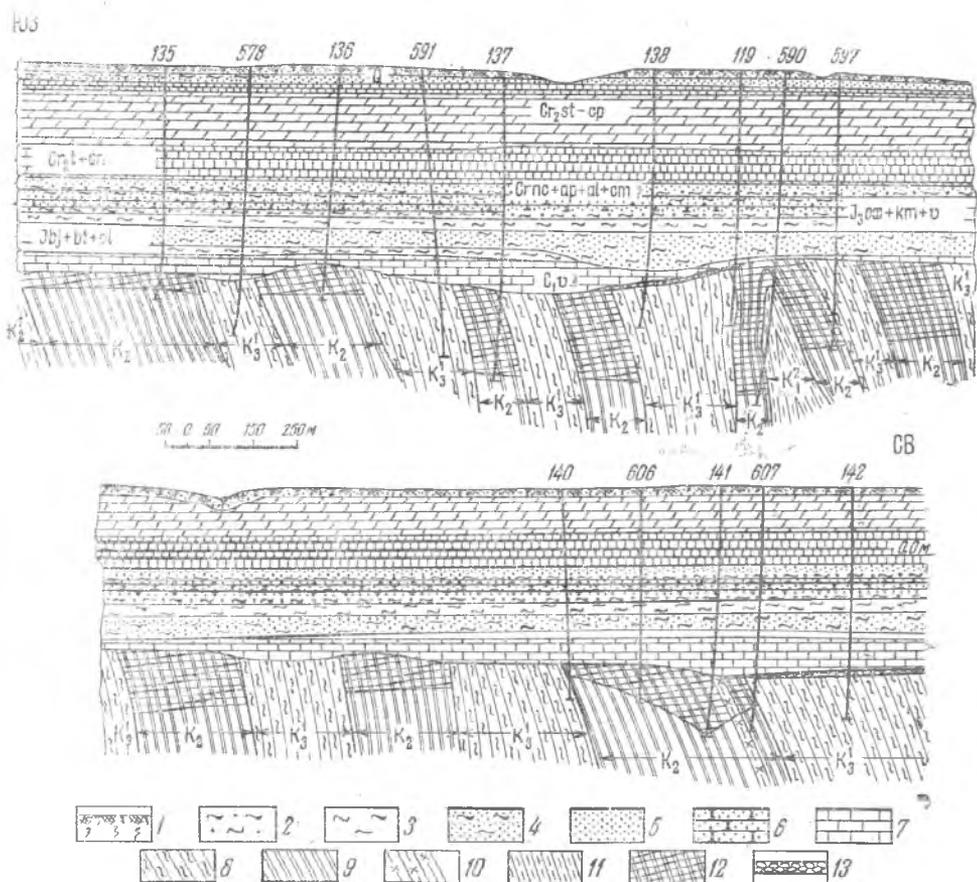


Рис. 46. Геологический разрез Тетеривно-Малиновского месторождения по профилю VI. Составил И. А. Руснович

1 — суглинки; 2 — песчаные глины; 3 — глины; 4 — глинистые пески; 5 — пески; 6 — песчаники; 7 — известняки с прослоями глинистых сланцев; 8 — сланцы  $K_3$ ; 9 — железистые кварциты  $K_2$ ; 10 — сланцы  $K_2$ ; 11 — сланцы  $K_1^2$ ; 12 — остаточные железные руды; 13 — осадочные железные руды

На эрозионной поверхности докембрийских пород почти горизонтально лежит осадочная толща, представленная отложениями каменноугольной, юрской, меловой, третичной и четвертичной систем.

Данные о ее литологическом составе и мощности различных стратиграфических горизонтов сведены в табл. 45.

Палеогеновые глинисто-песчаные отложения и мел кампанского яруса не имеют повсеместного распространения, они сохранились лишь на водоразделах выше абсолютных отметок: первые на 180—185 м, вторые на 160—165 м.

Мощность каменноугольных отложений на западной и восточной

Таблица 45

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		мини-мальная	максимальная	средняя
Q	Элювиально-делювиальные суглинки и песчано-глинистый аллювий . . . . .	0,0	13,0	9,0
Pg	Глинистые пески, песчаные глины . . . . .	0,0	30,0	20,0
Cr <sub>2</sub> cp	Трещиноватый белый пишущий мел . . . . .	0,0	31,0	20,0
Cr <sub>3</sub> st+cp	Плотные светло-серые мергели . . . . .	72,0	130,0	110,0
Cr <sub>2</sub> t+cp	Плотный однородный белый пишущий мел . . . . .	69,0	82,0	71,0
Cr <sub>1</sub> al+Cr <sub>2</sub> cm	В верхней части мелкозернистые глинистые пески, в нижней части мелко- и среднезернистые, местами гравеллистые пески . . . . .	17,0	37,0	24,0
Cr <sub>2</sub> nc+ap	Пески глинистые и глины песчаные . . . . .	5,0	29,0	12,0
I <sub>3</sub> v	Глинистые пески, песчаники, глины, песчаные глины . . . . .	28,0	54,0	44,0
I <sub>3</sub> ox+km	Известковистые глины . . . . .	25,0	40,0	29,0
I <sub>2</sub> bt <sub>2</sub> +cl	Переслаивание глинистых песков и песчаных глин . . . . .	26,0	50,0	41,0
I <sub>2</sub> bj+bt <sub>1</sub>	Плотные глины серого и черного цвета, вверху переслаивающиеся тонкими прослоями алевроита . . . . .	7,0	33,0	19,0
C <sub>1</sub> v	На юго-западной половине месторождения известняки, вверху выщелоченные и закарстованные, часто окремненные с прослоями сланцеватых глин	0,0	79,0	35,0
	На северо-востоке — частое переслаивание глинистых, окремненных, иногда выщелоченных и закарстованных известняков и сланцеватых глин, переходящих в глинистые сланцы. Иногда встречаются слои мелкозернистых глинистых песков . . . . .	54,0	91,0	56,0
	По месторождению . . . . .	0,0	91,0	57,0
	Вся осадочная толща . . . . .	393,0	512,0	455,0

окраинах обычно 40—60 м, в центральной его части не превышает 15 м. В краевой северной части месторождения отложения карбона отсутствуют. Здесь на кристаллических породах лежат юрские отложения.

Богатые железные руды были встречены лишь несколькими скважинами. Форма и размеры их залежей не выявлены. По аналогии с соседним Гостищевским месторождением предполагается, что руды сплошным плащом покрывают выходы железистых кварцитов под осадочные породы и залегают в виде узких (от 150 до 300 м) длинных (от 3 до 11 км) горизонтальных тел, разделенных полями сланцев свиты K<sub>3</sub> с непостоянной шириной от 150 до 800 м.

Вертикальная мощность богатых руд по различным скважинам изменяется от 6 до 137 м при среднем значении ее по месторождению 57,5 м.

Глубина залегания руд от 393 до 512 м, в среднем равна 455 м. Кровлей их служат преимущественно каменноугольные отложения до 60 м мощности, лишь на крайнем севере — юрские глины.

Подшовой рудных тел служат мартитизированные железистые кварциты, имеющие в некоторых скважинах рыхлое сложение.

Остаточные руды составляют около 96% объема залежей и представлены главным образом (89%) мартитовыми и железнослюдковомартитовыми типами; около 11% приходится на гидротематито-мартитовые и гидротематито-гидротематитовые руды.

Осадочные конгломератовидные руды составляют всего лишь около 4% от общего объема запасов. Мощность их обычно 5—8 м, иногда достигает 13 м, в среднем равна 7 м.

По соотношению пробуренного метража по руде рыхлые разности руд составляют около 63%, а плотные около 37%. Как и на других месторождениях КМА, последние имеют преимущественное распростра-

нение в верхних горизонтах залежей и на участках с небольшой мощностью руд.

По химическому составу как железистые кварциты, так и богатые железные руды в общем весьма близки рудам Яковлевского и Гостищевского месторождений. В кварцитах среднее содержание железа 37,7%, а в богатых рудах 60%. Необходимо отметить, что это месторождение освещено лишь поисковыми работами, здесь пробурено 23 скважины, расположенные в трех профилях. Ими установлено наличие восьми (№ 1—6, 10 и 11) залежей богатых руд, приуроченных к восьми полосам железистых кварцитов. Рудоносность остальных трех полос не проверялась бурением, и наличие на них залежей богатых руд (№ 7, 8 и 9) нами обосновывается лишь общими соображениями о их генетических особенностях.

Выполненные буровые работы в связи с малым их объемом дают лишь общее сугубо ориентировочное представление о ширине и протяженности обнаруженных залежей. Эти параметры базируются главным образом на данных магнитометрической съемки.

По степени разведанности запасы Тетеревино-Малиновского месторождения могут рассматриваться лишь как прогнозные. Исходя из средней мощности и площади отдельно каждой полосы железистых кварцитов и принимая объемный вес 3,3 и коэффициент рудоносности 0,4, они по всем одиннадцати залежам вместе составляют около 1100 млн. т.

Как и в пределах всего Белгородского железорудного района, на этом месторождении распространены следующие водоносные горизонты: 1) в рудно-кристаллических образованиях; 2) в каменноугольных известняках и песках; 3) в келловей-батских песках; 4) в волжских песчаниках; 5) в верхней части мергельно-меловой толщи. Напор подземных вод над кровлей рудных залежей около 31—43 атм.

От соседнего Гостищевского Тетеревино-Малиновское месторождение невыгодно отличается относительно небольшими размерами залежей, часто чередующимися с безрудными сланцами, а также своим положением в верховье Сажновского Донца, пересекающего месторождение в центральной части. Оба эти фактора будут вызывать значительное осложнение при разработке. Поэтому промышленное освоение Тетеревино-Малиновского месторождения будет производиться лишь после выемки руд Яковлевского и Гостищевского месторождений, находящихся в более выгодных горно-геологических условиях.

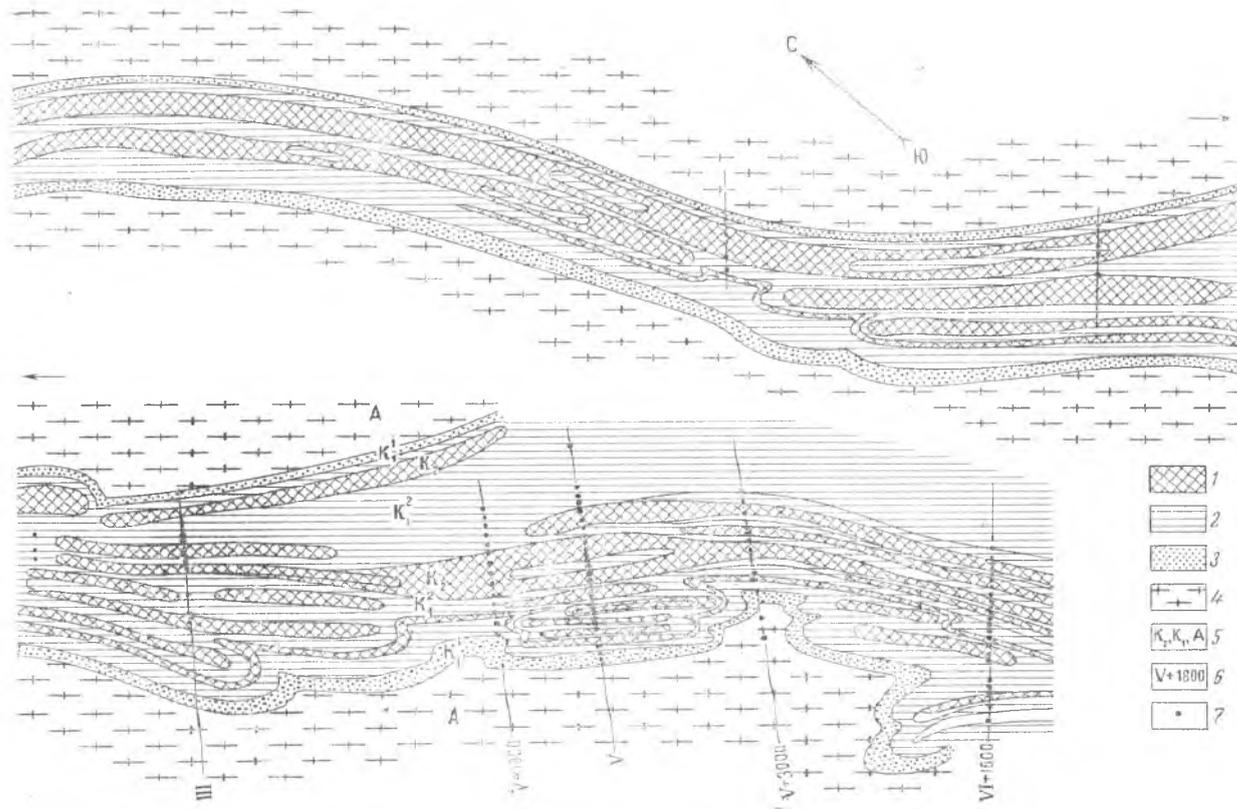
### ОЛЬХОВАТСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Это месторождение расположено в 20—25 км к северо-востоку от Яковлевского месторождения. Оно прослеживается на протяжении 35—40 км от г. Обояни на юг через села Ольховатку, Кочетовку, Грязное до с. Лески, где граничит с Тетеревино-Малиновским месторождением. В южной части оно пересекается ж.-д. магистралью Москва — Харьков. Ближайшая ст. Белыхино находится в 3 км к востоку от него. В 5—7 км от северной части месторождения проходит автомагистраль Москва — Симферополь.

Геологическое строение месторождения изучено весьма слабо и представления о нем основываются на геофизических данных. Приурочено оно к северо-восточной ветви магнитных аномалий Белгородского района, получившей название Ольховатской аномалии (рис. 47). В северной части аномалия имеет относительно простое строение, здесь отчетливо фиксируются две аномальные полосы шириной до 300—500 м каждая. Южнее с. Кочетовки аномалия распадается на 5—6 полос. Отдельные полосы, составляющие аномальную зону, характеризуются невыдержанностью по простиранию, часто распадаются на локализо-

Рис. 47. Геологическая схема докембрия Ольховатского месторождения. Составил С. И. Чайкин

1 — железорудная свита ( $K_2$ ) — железистые кварциты и приуроченные к их выходам богатые остаточные руды  
 Свита  $K_1$ : 2 — кварцево-серпичитовые фяллитовые сланцы ( $K_1^1$ ); 3 — аркозовые метаспесчаники ( $K_1^2$ );  
 Архей (Арб): 4 — гнейсы, мигматиты, гравито-гнейсы; 5 — геологические индексы 6 — наименование профиля; 7 — буровые скважины



ванные участки. Напряженность магнитного поля характеризуется значительной изменчивостью. В районе Кочетовки наблюдается один из наиболее интенсивных эпицентров магнитного поля.

Бурением аномальная зона освещена в южной части на участке от с. Ольховатки до с. Беленихино протяженностью до 20 км. На этом участке разбурено 6 профилей (скв. 78). Однако в этих профилях не все аномальные полосы проверены бурением. Северный фланг аномалии бурением не освещен.

В геологическом строении месторождения участвуют интенсивно дислоцированные образования докембрия и осадочные отложения палеозоя и мезо-кайнозоя.

На месторождении мощность осадочной толщи колеблется от 380 м в долинах рек и оврагов до 440 м на водоразделах. Сложена она следующими породами (табл. 46).

Таблица 46

Возраст	Литологический состав	Мощность, м
Q	Суглинки и супеси . . . . .	15
Pg + N	Пески, песчаники, глины . . . . .	29—25
Cr <sub>2</sub> cp <sub>2</sub>	Мел белый песчий . . . . .	20—25
Cr <sub>2</sub> st + cp <sub>1</sub>	Мергели . . . . .	120
Cr <sub>2</sub> t + cp	Мел . . . . .	70—80
Cr <sub>1</sub> al + cm	Пески кварцевые, мелко- и среднезернистые . . . . .	20
Cr <sub>1</sub> nc + ap	Глины пестроцветные . . . . .	10
I <sub>3</sub> v	Песчаники, пески и глины . . . . .	40
I <sub>2</sub> ox + cm	Глины плотные, темно-серые, аргиллитоподобные . . . . .	30
I <sub>1</sub> t + ci	Пески тонкозернистые . . . . .	36
I <sub>3</sub> bt	Пески глинистые . . . . .	10
I <sub>1</sub> bj + bt	Глины песчаные . . . . .	10
Cr <sub>1</sub> v	Известняки с прослоями углистых глин . . . . .	До 30
	Линзы переотложенных железных руд . . . . .	До 10—12

В наиболее приподнятых участках палеозойского рельефа, образованных железорудной толщей, каменноугольные отложения отсутствуют и на породах последней залегают бат-байосские глины.

Абсолютные отметки рельефа докембрийских пород в центральной части месторождения изменяются от 160 до 245 м.

Докембрийский фундамент на месторождении сложен железистыми кварцитами и филлитовыми сланцами курской серии, образующими здесь сложноскладчатую синклиналию зону.

В наиболее прогнутых частях этой структуры местами появляются филлитовые сланцы верхней свиты (K<sub>3</sub>). Их окружают железистые кварциты средней (K<sub>2</sub>) и сланцы нижней (K<sub>1</sub>) свит этой серии, а далее по периферии развиты метапесчаники (K<sub>1</sub><sup>1</sup>), породы михайловской серии (Mh) и архея.

В связи с расположением месторождения в восточном борту Белгородского синклинория, в непосредственной близости к Курско-Корожанскому антиклинорию, по-видимому характеризовавшемуся уже в самом начале геосинклинального развития геоантиклинальными тенденциями, курская метаморфическая серия в пределах рассматриваемого месторождения сложена переслаиванием пластов железистых кварцитов и филлитовых сланцев. В южной части месторождения можно выделить от 5 до 6 сланцевых и столько же кварцитовых пластов мощностью от нескольких метров до 30—50 м. Отдельные пласты железистых кварцитов достигают мощности 100—150 м. В составе железистых кварцитов здесь возрастает содержание силикатной составляющей и уменьшение значения железной слюдки. В пределах этого участка железистые

кварциты представлены преимущественно магнетито-силикатными разновидностями. В северной половине месторождения, судя по Кочетовскому (II) и Грязновскому (III) профилям, в составе железорудной толщи преимущественное развитие имеют маритовые кварциты.

По характеру структуры и количеству рудных зон месторождение делится на два существенно отличающихся участка: Ольховатско-Кочетовский и Грязновско-Беленихинский.

Ольховатско-Кочетовский участок охватывает северную часть месторождения от Обояни до с. Кочетовки. Протяженность его 15—16 км. Он представлен двумя рудными полосами, находящимися на удалении 500 м друг от друга. Ширина полос небольшая: в районе с. Кочетовки она, по-видимому, не более 200 м. Безрудная зона между полосами сложена филлитовыми сланцами. Структурно полосы железистых кварцитов этого участка предположительно рассматриваются как крылья синклинальной складки.

Грязновско-Беленихинский участок, включающий южную половину месторождения, характеризуется более сложным строением. На площади этого участка картируется до 5—6 аномальных полос. Породы курской серии, представленные средней и нижней свитами, образуют здесь синклиналь, ширина которой по выходам железорудной свиты достигает 3000 м. Синклиналь в пределах участка осложнена рядом антиклинальных перегибов, три из которых значительных размеров. Этими перегибами синклиналь разделяется на четыре достаточно крупных синклинали. В некоторых из них ядра выполнены, по-видимому, сланцами надрудной толщи.

В связи со сложноскладчатой структурой и перемежаемостью кварцитовых и сланцевых пластов участок характеризуется весьма сложным строением рудных залежей.

Разбуриванием поисковых профилей установлено, что богатые руды здесь образуют большое количество лентообразно вытянутых залежей, перемежающихся со сланцами, которые на выходах часто превращены в бокситы и бокситовидные породы. В профиле V выявлено 8 железорудных и до 10 сланцевых полос. Ширина железорудных и сланцевых полос изменяется от 10—15 до 200 м. Преобладают рудные залежи небольшой ширины — от 10 до 30—50 м, но отдельные из них достигают 100—200 м.

Ввиду прерывистости складок, обусловленной ундуляцией их шарниров, железорудные залежи по простиранию имеют также прерывистый, четковидный характер. Особенно это характерно для западных рудных залежей. Наиболее выдержанной и широкой (до 400 м) является залежь восточной аномальной полосы, которая непрерывно прослежена от с. Грязное до границы с Малиновским месторождением. Строение, форма и условия залегания руд показаны на рис. 48.

Богатые железные руды характеризуются плащеобразной формой залегания. Мощность богатых руд от 20 до 60—70 м и лишь в пределах залежи, приуроченной к центральной аномальной полосе, достигает 150—200 м. Однако масштабы мощного оруденения (протяженность и ширина) в пределах этой рудной полосы остались не установленными. В одном профиле ширина залежи с мощным оруденением достигает 450 м.

Судя по структуре этой рудной полосы, а также характеру магнитного поля (слабая интенсивность аномалии), мощное оруденение ее можно ожидать на протяжении около 5,6 км. На юг зона мощного оруденения, по-видимому, продолжается на 4,8 км.

В связи с тем, что в пределах месторождения железисто-кварцевая толща в главной своей части сложена силикатными магнетитовыми кварцитами, богатые руды представлены в основной массе мартино-гидрогематитовыми и мартитовыми разновидностями. Железнослюдковые

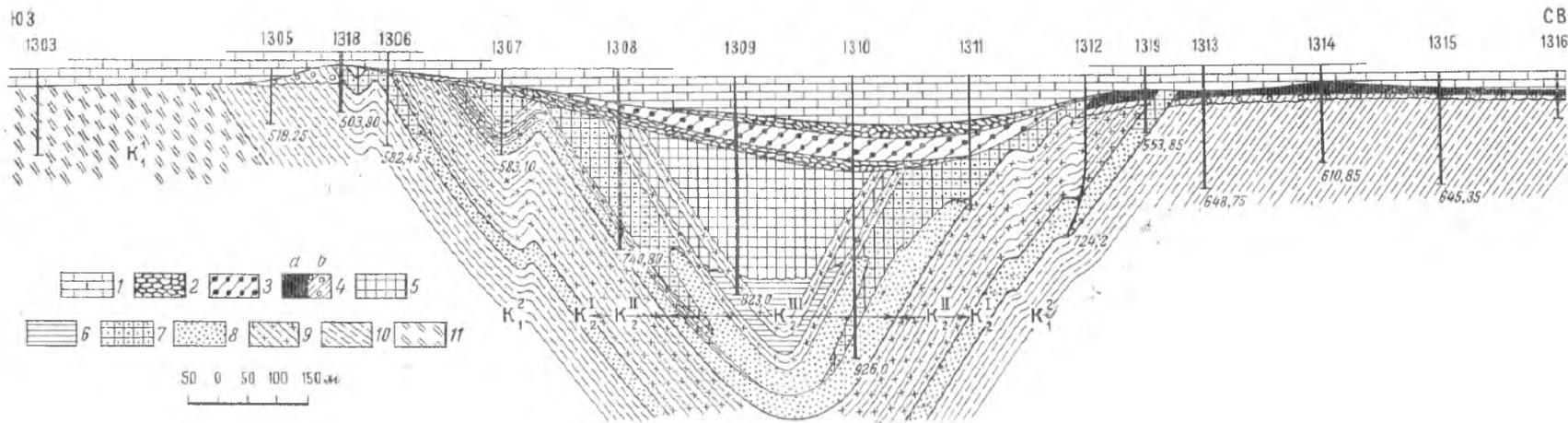


Рис. 48. Геологический разрез рудной залежи Беленихинского участка

Карбон: 1 — известняк; 2 — руда переотложенная; 3 — железо-алюминиевые руды (осадочные); 4 — бокситы на межрудных сланцах  $K_2^{II}$  и сланцах нижней свиты  $K_1^I$ . Железородная свита  $K_2$ : 5 — руда мартитовая и железослюдково-мартитовая; 6 — железистые кварциты магнетитовые и железослюдково-магнетитовые; 7 — руда гидрогематито-гётито-мартитовая; 8 — железистые кварциты силикатно-магнетитовые; 9 — филлитовидные сланцы межрудные. Нижняя свита ( $K_1$ ): 10 — филлитовые сланцы ( $K_1^I$ ); 11 — кварцитовидные песчаники ( $K_1^I$ )

руды здесь имеют подчиненное распространение. Руды большей частью в той или иной степени карбонатизированы.

Кроме элювиальных руд на месторождении имеются осадочные конгломерато-брекчиевые руды, заполняющие впадины в палеозойском рельефе.

В центральной части месторождения в последнее время выявлена довольно глубокая и широкая долина, выполненная переотложенными железными и железо-алюминиевыми рудами суммарной мощностью до 70 м, в том числе последних около 40 м. Ширина этой долины около 800 м, а длина ее не прослежена.

Богатые железные руды месторождения характеризуются следующим химическим составом (табл. 47).

Таблица 47

Участ и месторождения	Среднее содержание, %					
	Железо	Кремнезем	Глинозем	Сера	Фосфор	Летучие
Ольховатско-Кочетовский (между профилями I—5000 и III—III) . . . . .	55,12	3,72	2,40	0,119	0,069	10,23
Грязновско-Беленихинский (между профилями III и V—3000) . . . . .	60,66	4,37	3,98	0,050	0,047	5,34

Согласно ориентировочному подсчету, прогнозные запасы богатых руд здесь оцениваются в 2,4 млрд. т, в том числе на Ольховатско-Кочетовском участке около 600 млн. т, на Беленихинском около 1,8 млрд. т. Указанные запасы подсчитаны только по крупным рудным залежам, без учета небольших залежей.

Разведанные запасы богатых железных руд Ольховатского месторождения составляют 265 млн. т по категории С<sub>2</sub>. По гидрогеологическим условиям Ольховатское месторождение мало отличается от других месторождений района. В осадочной толще пород выделено до пяти основных водоносных горизонтов, приуроченных к мергельно-меловой толще, сеноман-альбским пескам, волжским песчаникам, келловей-батским пескам и каменно-угольным известнякам. Богатые железные руды и вмещающие их породы обводнены, величина напора вод в них достигает 33—37 атм.

Особенностями гидрогеологических условий месторождения являются:

1. Слабая водопроницаемость пород (глин, известняков), залегающих в кровле богатых железных руд.

2. Малая мощность и местами отсутствие водоупорных глин батбайоса среди юрских отложений, что позволяет предполагать наличие гидравлической связи вод каменноугольного и келловей-батского водоносных горизонтов.

3. Распространение в южной части месторождения волжского водоносного горизонта и отсутствие его на северном фланге рудных залежей.

4. Близость к месторождению долины р. Псёл, вызывающей почти повсеместное распространение на его площади сильно обводненных зон в сантонских мергелях.

5. Расчлененность поверхности месторождения овражно-балочной сетью.

Основные водоносные горизонты характеризуются следующими данными (табл. 48).

№ п/п	Водоносный горизонт	Мощность водовмещающих пород, м	Напор над кровлей, м	Удельный дебит скважин, л/сек	Коэффициент фильтрации пород, м/сутки
1	Сантонский . . . . .	До 60	Без напора	0,01—7,0	—
2	Сеноман-альбский . . . . .	21—63	140—180	0,292	2,14
3	Волжский . . . . .	30—50	210—230	0,037	0,215
4	Келловей-батский . . . . .	30—50	250—260	0,01	0,096
5	Каменноугольный . . . . .	35—70	295—305	0,0036—0,029	0,009—0,066
6	Протерозойский в рудах .	10—75	332—370	0,0051	0,026

Инженерно-геологические условия месторождения характеризуются насыщенностью разреза осадочной толщи слабоустойчивыми породами и сравнительно высокой устойчивостью пород руднокристаллического комплекса. Среди богатых железных руд преобладают скальные крепкие и скальные слабые разновидности.

Как видно из приведенной характеристики месторождения, его богатые железные руды сами по себе, по-видимому, не будут представлять интереса в течение ближайших 10—15 лет. Однако наличие здесь железо-алюминиевых руд и перспектива их совместной разработки с железными рудами могут служить основанием постановки разведочных работ для оценки обоих полезных ископаемых.

#### МЕЛИХОВО-ШЕБЕКИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Мелихово-Шебекинское месторождение богатых железных руд, занимающее площадь более 30 км<sup>2</sup>, протягивается полосой от сел Мясово и Мелихово до с. Купино на р. Короча.

Рудные залежи этого месторождения на севере вплотную примыкают к южному флангу Гостищевского месторождения. Граница между ними проводится условно по линии сброса, фиксируемого по геофизическим данным. В 10—15 км к юго-западу от месторождения проходит ж.-д. ветка Белгород—Купянк с ближайшими станциями: Белгород (15 км) и Шебекино (10 км). В центральной части, у с. Неклюдово, месторождение пересекается р. Короча с неширокой (до 1 км) заболоченной поймой.

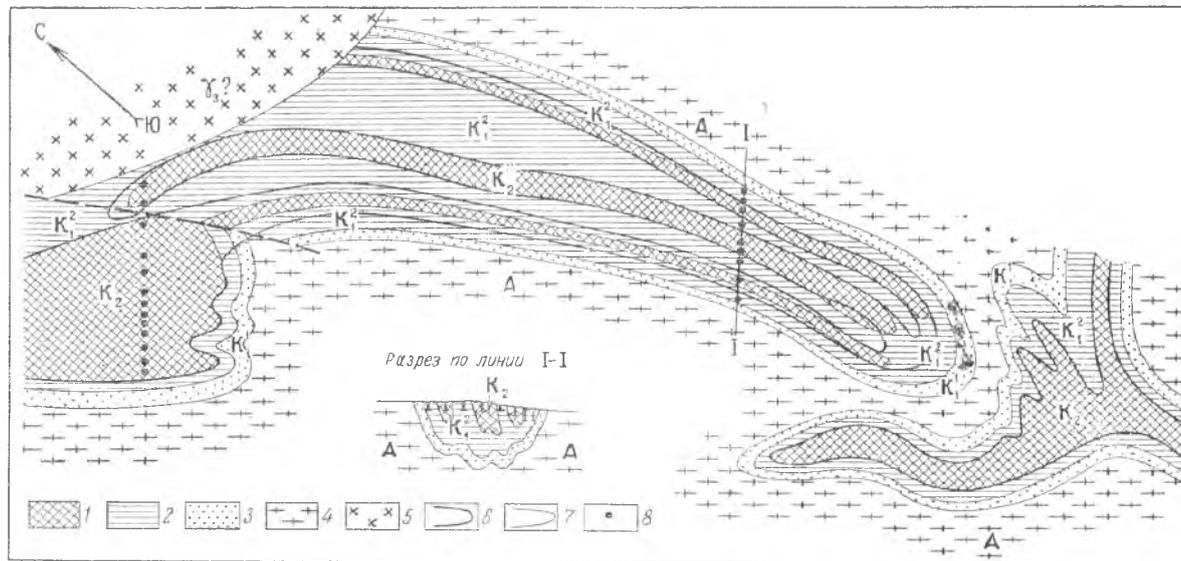
Поверхность месторождения представляет собой водораздел рек Короча и Разумная, расчлененный густой овражной сетью. Наиболее высокие отметки поверхности (200—215 м) приходятся на северную и восточную части месторождения. В направлении к рекам: Короча, Нежеголь и Северный Донец они снижаются до 115—140 м.

В геологическом строении месторождения участвуют породы курской метаморфической серии: метапесчаники, филлитовые сланцы и железистые кварциты. Лишь к западу от месторождения на поверхность докембрийского фундамента выходят породы архейского возраста, имеющие здесь небольшое распространение. Вблизи северного фланга месторождения, по-видимому, располагается сиенитовый массив, интрузирующий породы протерозойского комплекса.

Структура месторождения пока не выяснена, поскольку железистые кварциты вскрыты только единичными скважинами.

Поисковым бурением и геофизическими исследованиями установлено, что на месторождении под осадочную толщу выходят три полосы железистых кварцитов шириной от 200—250 до 500 м (рис. 49). Западные две полосы на большей части своего протяжения прослеживаются на расстоянии от 200 до 300 м друг от друга. В северной части расстояние между ними увеличивается до 500—700 м. Восточная полоса в

Рис. 49. Геологическая схема докембрия Мелихово-Шебекинского месторождения. Составил С. И. Чайкин  
 Железорудная свита ( $K_2$ ): 1 — железистые кварциты и связанные с ними богатые руды. Подрудная свита ( $K_1$ ): 2 — филлитовые сланцы кварцево-серпичитовые, темные, ритмично-тонкослойные ( $K_1^2$ ); 3 — аркозовые песчаники ( $K_1^1$ )  
 Архей (Аоб): 4 — гнейсы, мигматиты и гранито-гнейсы; 5 — слениты пироксено-рогообманковые; 6 — границы железистых кварцитов по геофизическим данным; 7 — границы железистых кварцитов по данным бурения; 8 — буровые скважины



южной части месторождения на протяжении 5 км прослеживается в 100—200 м от средней полосы, но далее к северу она постепенно отклоняется от простирания западных полос до 1,5 км. Полосы железистых кварцитов разделены филлитовыми сланцами. Сланцы темные, почти черные, полосчатые, по внешнему облику не отличимы от сланцев нижней свиты курской серии ( $K_1$ ).

Среди сланцев, распротраненных к востоку от восточной полосы кварцитов, были встречены мраморизованные известняки. Это послужило основанием для отнесения их к верхней свите ( $K_3$ ). Однако в последнее время в районе Ольховатской и Покровской аномальных полос карбонатные породы были отмечены и среди сланцев нижней свиты. В связи с этим отождествление этих сланцев с верхней свитой, по нашему мнению, является условным.

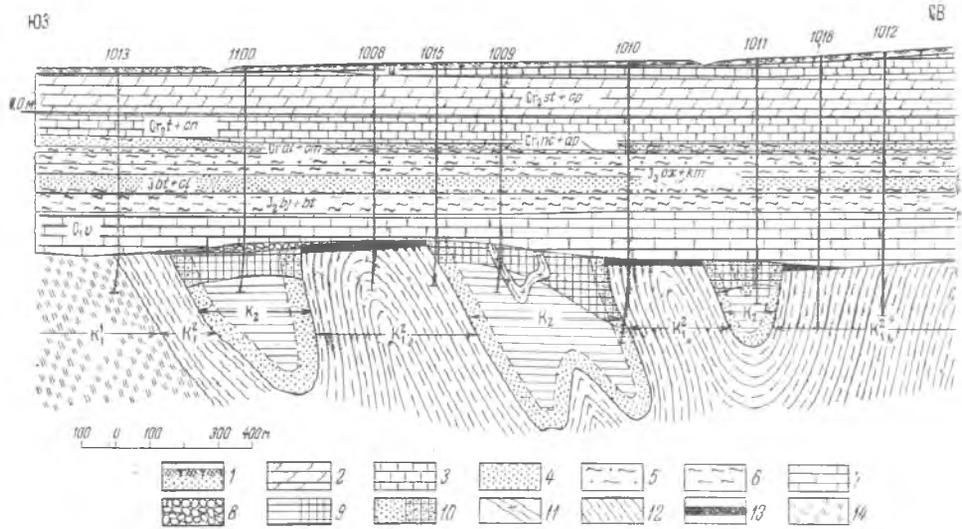


Рис. 50. Геологический разрез Мелихово-Шебекинского месторождения. Составил С. И. Чайкин

1 — почвенно-растительный слой и суглинок; 2 — мергель; 3 — мел; 4 — песок; 5 — глина песчаная; 6 — глина; 7 — известняк; 8 — руда переотложенная (осадочная); Железорудная свита  $K_3$ : 9 — магнетитовые, железослюдково-магнетитовые кварциты и приуроченные к ним богатые руды; 10 — силикатно-магнетитовые кварциты и приуроченные к ним богатые гидрогематито-гётито-мартитовые руды; 11 — межрудные гидрогематитизированные филлитовые сланцы

Свита  $K_1$ : 12 — филлитовые сланцы ( $K_1^2$ ); 13 — боксит элювиальный ( $K_1^3$ ); 14 — аркозовые песчаники ( $K_1^1$ )

В структурном отношении месторождение приурочено к восточному крылу Покровско-Гостищевского антиклинала, осложняющего центральную часть Белгородского синклиория. Ядро этого антиклинала складывается гнейсами и мигматитами обоянской серии, а крылья — породами курской серии. К восточному крылу его приурочены полосы железистых кварцитов рассматриваемого месторождения.

Спорность вопроса в отношении стратиграфической приуроченности разделяющих их сланцев не позволяет высказать определенное предположение о структуре месторождения. Если эти сланцы относятся к свите  $K_1$ , то залегающие среди них железистые кварциты являются ядрами синклинальных складок (рис. 50), а если к свите  $K_3$ , то ядрами антиклинальных дополнительных складок, усложняющих восточное крыло антиклинала.

В строении средней свиты участвуют железослюдково-магнетитовые, магнетитовые и силикатно-магнетитовые кварциты и прослои фил-

литовых сланцев. Преобладающую роль здесь играют железослюдково-магнетитовые и магнетитовые.

Рудные залежи и вмещающие их докембрийские породы на месторождении погребены под мощной толщей палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений общей мощностью от 540 до 664 м.

Литологический состав и мощность осадочных пород приведены в табл. 49.

Таблица 49

Возраст	Литологический состав	Средняя мощность, м
Q	Суглинки . . . . .	5,0
Pg	Песок глинистый и глинистый алевроит с прослоями глин, глинистых мергелей и песчаников . . . . .	1,0
Cr <sub>2</sub> cp <sub>2</sub>	Мел белый, пясчий, трещиноватый . . . . .	24,0
Cr <sub>2</sub> st + cp <sub>1</sub>	Мергель светло-серый до темно-серого, плотный . . . . .	125,0
Cr <sub>2</sub> t + cp	Мел белый, пясчий, плотный, прослойками мягкий, в подошве слабый, песчаный . . . . .	87,0
Cr <sub>2</sub> al + cm	Песок кварцевый, в верхней части тонко- и мелкозернистый, в нижней крупнозернистый . . . . .	24,0
Cr <sub>1</sub> nc + ap	Глины плотные, пестроцветные, в подошве песчаные. Редко встречаются прослойки песка глинистого . . . . .	6,0
I <sub>3</sub> v	Пески глинистые, глины песчаные и мергелистые, с прослоями кварцево-известнякового песчаника . . . . .	46,0
I <sub>3</sub> ox + km	Глина известковая с прослойками известняка, мергеля и песчаника . . . . .	30
I <sub>2</sub> bt + cl	Песок мелко- и тонкозернистый, глинистый, с прослоями глин и песчаника . . . . .	43
I <sub>2</sub> bt	Тонкое переслаивание алевроитов, глин и песчаников . . . . .	10,0
I <sub>2</sub> bj + bt	Глина плотная серая (до темно-серой), вверху и внизу слабopесчаная, с прослоями глинистого песка в средней части . . . . .	64,0
C <sub>1</sub> tr + st + pr	Известняк белый (до светло-серого), вверху кремоватый, с редкими прослойками глин, участками часто закарстованный, в средней и нижней частях часто окремнелый, с желваками кремня . . . . .	42,0
C <sub>1</sub> vn	Известняк темно-серый (до серого), окремнелый, с желваками кремня, участками доломитизированный, прослоями глинистый, переслаивается с глиной сланцеватой . . . . .	35,0
C <sub>1</sub> tl + al + mh	Известняк органогенно-детритусовый, глинистый, переслаивается с углистыми глинами, редко с прослоями бурого угля . . . . .	53,0
C <sub>1</sub>	Руда переотложенная, конгломератовидная и брекчневидная, карбонатизированная . . . . .	2,8
C <sub>1</sub>	Боксит осадочный гидрослюдисто-бёмитовый, слабо окрасованный . . . . .	1,2
	Общая мощность . . . . .	599,0

Песчано-глинистые отложения палеогена и мел кампанского яруса сохранились лишь на водоразделах с абсолютными отметками первые выше 180—185 м и вторые — 125—130 м.

Мощность каменноугольных отложений, являющихся непосредственной кровлей рудных залежей, от 70—80 м в центральной части до 165—170 м на южной и восточной окраинах месторождения.

Ввиду большой глубины залегания и сложности горно-гидрологических условий буровые работы здесь проводились в ограниченном объеме. На месторождении пройдено лишь 13 скважин глубиной от 676 до 883 м, расположенных в двух профилях, которыми установлено наличие трех залежей богатых железных руд, приуроченных к выходам пластов железистых кварцитов, разобщенных сланцами.

Первая залежь протяженностью 20 км освещена двумя профилями скважин. Остальные две залежи охарактеризованы одним профилем с весьма редким расположением скважин.

Выполненные буровые работы дают лишь общие, ориентировочные сведения о мощности и площади распространения залежей. Представление же о месторождении базируется в основном на геофизических данных. Данные об основных параметрах рудных залежей приведены в табл. 50.

Т а б л и ц а 50

Основные показатели	Единица измерения	№ залежи			По месторождению
		I	II	III	
Размер залежи:					
длина . . . . .	м	20 400	14 650	6500	—
ширина . . . . .	»	250	465	350	—
площадь . . . . .	тыс. м <sup>2</sup>	9282,5	6500	1832,15	17 615,0
средняя мощность . . . . .	м	75	70	65	70
Запасы категории С <sub>2</sub> . . . . .	млн. т	1260,0	915,0	225,0	2400,0

Как и на других месторождениях, руды представлены преимущественно остаточными и в подчиненном объеме (5—10%) осадочными (переотложенными).

Остаточные руды представлены главным образом маритовыми и железослюдково-маритовыми; значительно меньше гидрогематито-маритовыми и гидрогематито-гётитовыми. Прослой пустых пород содержатся в небольшом количестве.

Осадочные, брекчиевидные и конгломератовые руды залегают в основном на коренных рудах в виде разрозненных небольших линзовидных залежей. Мощность их местами достигает до 26 м. Переотложенные руды, залегающие на вмещающих породах, имеют весьма ограниченное распространение и небольшую мощность (2—3 м).

По отношению пробуренного по рудам метража плотные карбонатизированные руды несколько преобладают над рыхлыми, они распространены преимущественно в верхних горизонтах залежей. На участках, где залежи имеют небольшую мощность, руда почти целиком представлена плотными разностями.

По химическому и минеральному составу богатые железные руды близки к рудам Яковлевского и Гостищевского месторождений. Среднее содержание железа в них составляет 58,1%. По остальным скважинам оно колеблется от 55 до 64% при содержании кремнезема 4—8,3%, глинозема 2,3—4,8%, серы 0,036—0,18%, фосфора 0,037—0,004% и п. п. п. 1,1—4,4%.

Вскрытые на месторождении бокситы представлены шамозито-бёмитовым типом, каменные. Химический состав их по трем скважинам (13 проб) характеризуется содержанием: железа 14,1%, кремнезема 12,7%, глинозема 53,04%.

Исходя из данных о площади рудных залежей для каждой полосы железистых кварцитов и мощности рудных тел, перспективные запасы богатых руд месторождения, с учетом коэффициента рудоносности 0,5, оцениваются в 2400 млн. т по категории С<sub>2</sub>.

В обводнении месторождения участвуют пять основных водоносных горизонтов: 1) маастрихт-сантонский; 2) сеноман-альбский; 3) келловей-батский; 4) каменноугольный; 5) протерозойский. Благодаря погруженности поверхности кристаллического фундамента на глубину до 540—670 м напоры подземных вод над кровлей рудных залежей достигают 60 атм.

Инженерно-геологические условия месторождения характеризуются высокой устойчивостью пород непосредственной кровли рудных залежей, представленных известняками карбона мощностью до 80—180 м.

Установлено также, что скальные крепкие руды распространены большей частью вблизи кровли рудных залежей, тогда как рыхлые руды преобладают в ее нижней части.

По сравнению с другими месторождениями Белгородского железорудного района Мелехово-Шебекинское находится в менее благоприятных для разработки условиях. Факторами, осложняющими его освоение, являются большая глубина залегания, небольшие размеры залежей, их разобщенность между собой неширокими полосами сланцев, а также наличие рек Корень и Разумная, долины которых пересекают месторождение в центральной части. По этой причине, а также учитывая наличие в районе целого ряда крупных залежей богатых железных руд (Яковлевская, Лучкинская, Гостищевская и Хохлово-Дальне-игуменская), характеризующихся компактностью и значительной концентрацией больших запасов, Мелехово-Шебекинское месторождение может рассматриваться как резерв.

Для более достоверной его оценки, а также освещения бокситоносности целесообразно разбурить в северной половине месторождения один-два профиля, а в центральной части детализировать начатый бурением профиль.

### СТАРО-ОСКОЛЬСКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ РАЙОН

Старо-Оскольский железорудный район расположен в юго-восточной части Средне-Русской возвышенности, на территории Белгородской и Курской областей. Его площадь составляет 6000 км<sup>2</sup>. Через территорию района протекают р. Оскол и верховья рек Сейм, Сосна, Девица.

С востока на запад район пересекается железнодорожными магистралями Воронеж — Киев и Старый Оскол — Ржава, а с севера на юг — магистралью Москва — Донбасс.

Вся территория района покрыта комплексом магнитометрических и гравиметрических крупномасштабных съемок, обеспечивающих выявление выходов пластов железистых кварцитов под осадочные породы с детальностью, достаточной для постановки буровых работ с целью поисков железных руд. Этими съемками установлено 15 полос аномалии магнитного и гравитационного полей (рис. 51), каждая из которых вызывается одним или несколькими крутопадающими пластами железистых кварцитов.

По ближайшим населенным пунктам эти аномальные полосы или их группы получили следующие названия (с запада на восток): Марьинские, Истобняно-Медвенские, Коншинская, Шатиловские, Гладковская, Кривецкие, Мантуровские, Щигровская, Панковская, Огибнянская, Салтыковская, Ястребовская, Воскресенские, Верхне-Щигровские и Вязовские.

Между городами Старый Оскол и Губкин Салтыковская и Ястребовская аномальные полосы образуют Старо-Оскольский узел аномалий, характеризующийся сложным строением геофизических полей и вызывающийся несколькими сопряженными широкими полями железистых кварцитов.

Узлы аномалий (значительно меньших размеров и более простые по строению) фиксируются на южной половине Огибнянской аномальной полосы, на юго-западной ветви Истобняно-Медвенских аномалий и на ее сочленении с северо-восточной ветвью.

Степень освещения буровыми работами выходов железистых кварцитов различных аномалий различна, что было предопределено неодинаковой перспективностью в отношении их рудоносности.

Наиболее полно были освещены буровыми скважинами Старо-Оскольский узел аномалий и отходящая от него к югу Салтыковская полоса. Почти все полосы железистых кварцитов здесь были разбурены

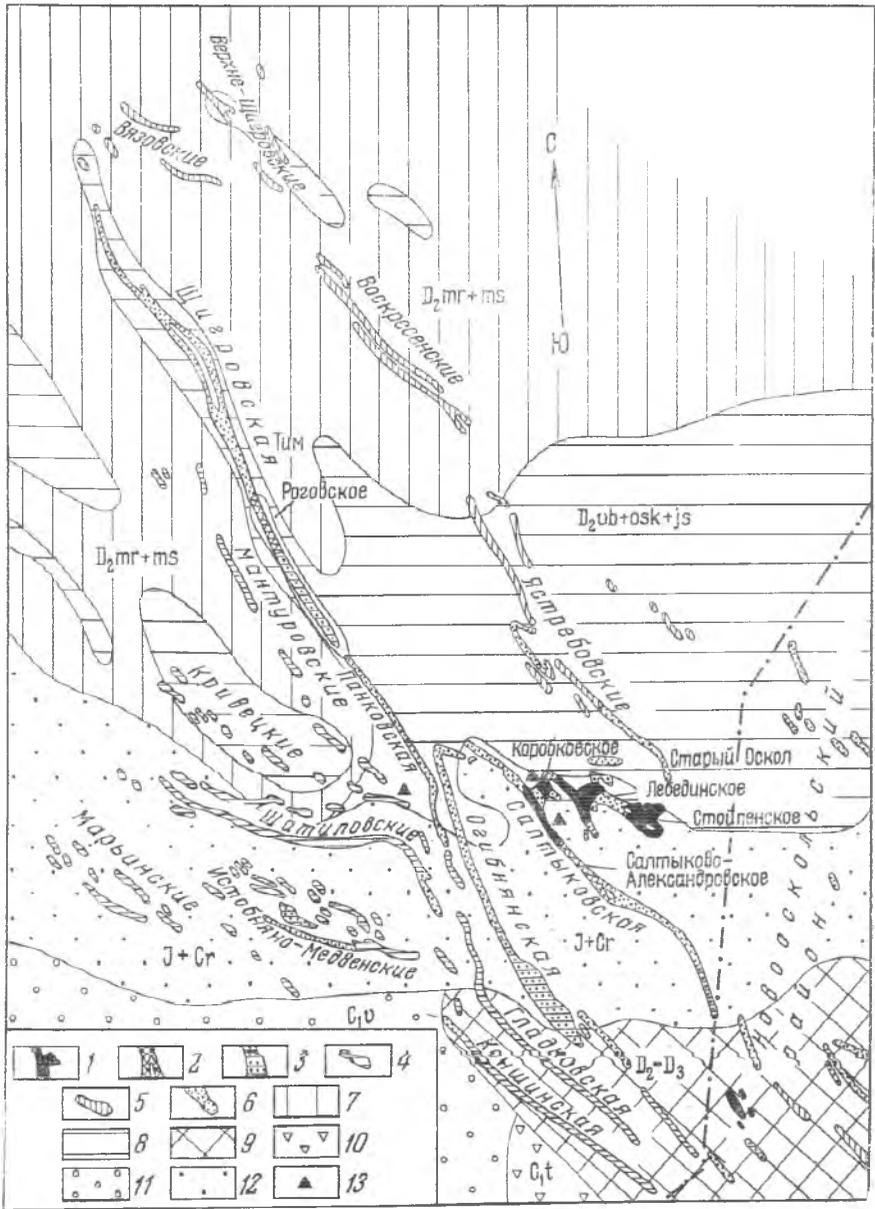


Рис. 51. Схема разведанности и рудоносности Старо-Оскольского железорудного района КМА. Составил И. А. Русиневич

Площади распространения богатых железных руд (разведанных): 1 — кат. В и С<sub>1</sub>; 2 — кат. С<sub>2</sub>; 3 — учтенных как прогнозные

Площади выходов железорудной свиты (не освещенные или слабо освещенные буровыми скважинами): 4 — пласты железистых кварцитов небольшой мощности, не перспективные для нахождения крупных залежей богатых железных руд; 5 — переслаивание тонких пластов железистых кварцитов и силикатных сланцев, не перспективных для поисков богатых железных руд значительных размеров; 6 — пласты на которых по данным буровых скважин залежи остаточных руд промышленных размеров отсутствуют

Площади, где кристаллический фундамент перекрыт отложениями: 7 — эйфельского яруса; 8 — живецкого и франского ярусов; 9 — мамонской толщи; 10 — турнейского яруса; 11 — визьинского яруса; 12 — юрского и мелового периодов; 13 — участки детальной разведки железистых кварцитов

скважинами, расположенными на профилях через 500—1000 м, т. е. обеспечивающими выявление залежей богатых железных руд, заслуживающих внимания по размерам. При этом получены сплошные пересечения железорудной свиты, дающие представление о ее стратиграфическом разрезе и минеральном составе. Здесь остался недостаточно освещенным лишь Коростовский участок Салтыково-Александровского месторождения.

Менее изучены Щигровско-Тим-Панковская, Огибнянская и Ястребовская аномальные полосы. Вызывающие их пласты железистых кварцитов освещены преимущественно лишь одиночными поисковыми скважинами, расположенными на расстояниях 4—5 км друг от друга. Профили глубоких наклонных скважин, освещающие всю ширину выхода железистых кварцитов с получением перекрытых разрезов железорудной свиты, здесь были получены на Щигровско-Тим-Панковской аномальной полосе у городов Щигры, Тим, вблизи с. Осколец, на участке детальной разведки железистых кварцитов, и на Ястребовской полосе, в южной ее части. Сплошного разреза железорудной свиты на площади Огибнянской аномальной полосы получено не было.

Буровые работы, выполненные на площади Щигровско-Панковской, Ястребовской и северной части Огибнянской аномальных полос, дают достоверное представление о степени рудоносности. Здесь получены данные о стратиграфическом разрезе и минералого-петрографическом составе железорудной свиты.

Остались недостаточно освещенными бурением: значительный участок (16 км) железистых кварцитов на Тим-Панковской полосе между селами Роговое и Панки, узел аномалий на южной половине Огибнянской полосы и северная часть Ястребовской аномалии.

Очень мало изучена западная половина района, куда входят слабые по интенсивности аномалии: Коншинская, Истобняно-Медвенская, Шатиловская, Gladковская, Мантуровская, Кривецкая и Ездочинская. Здесь основные объемы поискового бурения сосредоточены на Истобняно-Медвенской группе аномалий. Однако полученные материалы не дают надежного представления о составе железорудной свиты и о ее рудоносности. Еще меньше данных получено по остальным выявленным здесь аномалиям. Ни одного перекрытого разреза железорудной свиты на площади аномалий западной половины района не получено.

В структурном отношении Старо-Оскольский железорудный район приурочен к сводовой части Воронежской антеклизы с преобладающими абсолютными отметками поверхности кристаллического фундамента от +25 до +50 м на полях сланцев и от +50 до +80—100 м на выходах железистых кварцитов под осадочные породы.

В соответствии с таким приподнятым гипсометрическим положением поверхности докембрийских пород глубина их залегания в долинах рек обычно 60—80 м, на водоразделах 170—200 м. Только в юго-западной части района, соответственно понижению поверхности докембрия в этом направлении, глубина возрастает до 230—240 м.

В геологическом строении докембрийского фундамента здесь участвуют разновозрастные, интенсивно дислоцированные, в различной степени метаморфизованные первичноосадочные, эффузивные и интрузивные породы архейского и протерозойского возраста.

К архею (А) относятся гнейсы и залегающие среди них пластовые интрузии основных и ультраосновных пород. Они прорваны и часто мигматизированы серыми плагногранитами архейского и гранитами протерозойского возраста.

Протерозойские (Pt) образования в районе представлены михайловской и курской сериями.

Михайловская (Mh) метабазитовая серия мощностью до 650 м и более сложена в нижней части (200—500 м) биотито-роговообманко-

выми гнейсами, амфиболовыми сланцами и амфиболитами, а в верхней (до 150 м) — мусковитовыми сланцами, фукситовыми кварцитами, кварцевыми порфирами, их туфами и туффитами. Эти породы прорываются жильными телами ультраосновных и основных пород. Первые из них сильно изменены метаморфическими процессами и превращены в тальковые, тальково-карбонатные и серпентино-тальково-амфиболовые сланцы; вторые представлены габбро и габбро-норитами, иногда превращенными в друзиты, и габбро-амфиболитами. Иногда породы метабазитовой серии мигматизированы плагиогранитами и розовыми микроклиновыми гранитами.

Метаморфические породы курской серии (К) в этом районе залегают на породах михайловской серии или непосредственно на архее. В составе этой серии выделяются следующие четыре свиты:

1. Нижняя, или песчаниково-сланцевая, свита ( $K_1$ ), внутри которой выделяются:

а) песчаниковая подсвита ( $K_1^1$ ), сложенная биотито-мусковитовыми сланцами, кварцитовидными метапесчаниками, гравелитами общей мощностью от 2 до 350 м;

б) сланцевая подсвита  $K_1^2$ , представленная биотитовыми, серицито-биотитовыми, хлорито-биотитовыми, иногда углистыми и гранатовыми сланцами общей мощностью до 500 м.

2. Средняя, или железорудная, свита ( $K_2$ ) с горизонтами:

а) нижний железистый горизонт ( $K_2$ ), сложенный слабослюдными силикатно-магнетитовыми и карбонатно-магнетитовыми кварцитами с прослоями силикатных сланцев общей мощностью до 200 м;

б) средний сланцевый горизонт ( $K_2^2$ ), сложенный филлитовидными слюдястыми и амфиболовыми, иногда углистыми сланцами мощностью до 100 м;

в) верхний железистый горизонт ( $K_2^3$ ), представленный железно-слюдково-магнетитовыми, магнетитовыми и подчиненными им силикатно-магнетитовыми кварцитами мощностью от 80 до 300 м.

3. Верхняя, или карбонатно-сланцевая, свита  $K_3$  с горизонтами:

а) сланцево-песчаниковый, сложенный углистыми, филлитовидными сланцами, алевролитами, метапесчаниками, местами в основании железисто-кварцевым конгломератом общей мощностью до 300 м;

б) карбонатно-сланцевый, выраженный известковистыми и слюдястыми углистыми сланцами, кристаллическими известняками и доломитами общей мощностью около 300 м.

4. Тимская свита (Тм), представленная амфиболитами, микродиабазами, диабазовыми порфирами, биотито-амфиболовыми и углистыми сланцами, алевролитами, песчаниками общей мощностью более 600 м.

Породы курской серии прорываются интрузивными телами кислого и основного состава. Среди первых выделяются интрузии плагиогранитов и более молодых розовых микроклиновых гранитов. Основные и подчиненные им по количеству ультраосновные породы залегают главным образом в виде жил, даек и штоков, реже лакколитов и представлены диорит-порфирами, диабазовыми порфирами, диоритами, габбро, горнблендитами и ультрабазитами.

Мощность, разрез, минералого-петрографический состав и строение железорудной свиты на площади различных участков аномалий не одинаковы и во многих случаях имеют резкие изменения.

В пределах Старо-Оскольского узла аномалий, на площади Коробковского, Лебединского и Стойленского месторождений, преимущественное распространение имеют магнетитовые и подчиненные им железно-слюдково-магнетитовые кварциты верхнего железистого горизонта железорудной свиты. Здесь они залегают в виде сложнорасчлененных массивов и под осадочную толщу выходят в виде широких полей,

достигающих 4—5 км в поперечнике. Силикатные кварциты нижнего горизонта этой свиты имеют значительно меньшую мощность и распространены главным образом лишь по окраинам этих массивов.

Разрез железорудной свиты на площади Тим-Панковской, Салтыковской и Огибнянской аномалий был приведен выше. Железистые кварциты нижнего и верхнего горизонтов здесь имеют мощность соответственно до 200 и 300 м и залегают в виде моноклинально падающих пластов или сильно вытянутых сплюснутых складок с крутым (70—80°) параллельным падением крыльев. Под осадочную толщу они выходят в виде полос обычно до 300—350 м шириной, протягивающихся на несколько десятков километров. Лишь в отдельных местах Салтыковской и Огибнянской аномалий, имеющих синклинальное строение, ширина выходов кварцитов достигает соответственно 500 и 1500 м.

Для всех трех аномальных полос (Тим-Панковской, Салтыковской и Огибнянской), а также для Старо-Оскольского узла аномалий характерны повышенные значения магнитного поля (обычно от 40—60 до 100 тыс. *гамм*). Обусловлено это большой мощностью (массой) железистых кварцитов, вызывающих аномалии.

Мощность железорудной свиты на площади Ястребовской аномальной полосы составляет 120—143 м. Представлена она здесь несколькими (от трех до пяти) горизонтами силикатно-магнетитовых кварцитов, разделенных пластами алюмосиликатных сланцев мощностью от 5—6 до 33 м. От общей мощности свиты кварциты здесь составляют около 60%.

Малая общая мощность железистых кварцитов (от 70 до 100 м) и расчлененность их сланцами является причиной того, что значения магнитной аномалии Ястребовской полосы всегда ниже (15—20 тыс. *гамм*), чем на Старо-Оскольском узле аномалий и на полосах аномалий Тим-Панковской, Салтыковской и Огибнянской, вызываемых мощными пластами и широкими полями железистых кварцитов.

Состав и строение железорудной свиты на площади, еще не освещенной буровыми работами Воскресенских, Верхне-Щигровских и Вязевских аномалий, вероятно, близки ее составу и строению на площади Ястребовской аномалии, северным продолжением которой они являются. В пользу этого служит тот факт, что все четыре аномалии имеют близкие и в общем невысокие значения магнитного поля.

На площади очень слабо изученных западных аномалий (Марьинских, Мантуровских, Кривецких, Шатиловских, Истобняно-Медвенских, Гладковских и Коншинских) разрез железорудной свиты не установлен. По данным мелких скважин, входящие в ее состав железистые кварциты представлены мартитовыми и железослюдково-мартитовыми разностями. На востоке они имеют обычное для КМА весьма крутое (70—80°) падение. К западу оно постепенно выполаживается до 20—30°.

По данным геофизических съемок, на площади этих аномалий железистые кварциты выходят под осадочную толщу в виде трех-четырех сильно сближенных узких (100—150 м) пластов, вызывающих одну аномальную полосу. Лишь в одном случае, на Истобняно-Медвенских аномалиях, ширина выхода кварцитов достигает 500 м, что, по-видимому, связано с их пологим залеганием.

Значения магнитного поля западных аномалий обычно не превышают 10—12 тыс. *гамм*, т. е. значительно ниже, чем для Ястребовской аномальной полосы. Такое ослабление магнитной аномалии можно считать следствием того, что здесь, как и на площади Ястребовской полосы, в разрезе железорудной свиты имеет место частое чередование пачек сланцев и маломощных железистых кварцитов.

Вполне возможно также, что здесь мы имеем железистые кварциты не железорудной свиты курской серии, а более древние — михайловской серии или архея.

Отмеченные факторы, характеризующие особенности железорудной свиты — ее мощность, литологический состав, форму залегания и особенно размеры выходов железистых кварцитов под осадочную толщу, предопределили, с одной стороны, степень оруденения последних, а с другой — размеры залежей богатых железных руд, сохранившихся от размыва на площади различных аномалий.

Среди интенсивно дислоцированных докембрийских образований на территории Старо-Оскольского железорудного района были установлены две крупные весьма сложные тектонические структуры первого порядка, отчетливо прослеживающиеся почти на всей территории бассейна.

Одна из них имеет синклиналиное строение и по сложности является синклинорием. Она занимает центральное положение и приурочена к территории северо-восточной полосы КМА, характеризующейся преобладающим распространением пород протерозойского возраста. В пределах района на ее площади распространены Вязевские, Воскресенские, Ястребовские, Салтыковская, Щигровско-Тимская и Огибнянская аномалии, в большинстве характеризующиеся высокой интенсивностью.

Вторая крупная структура имеет антиклинальное строение и в 1951 г. получила название Главного антиклинория КМА. Она расположена в западной части района, непосредственно юго-западнее синклинория северо-восточной полосы КМА. В ней преобладающее значение имеют породы архея. Железистые кварциты среди них залегают в виде маломощных пластов, вызывающих Марьинские, Истобняно-Медвенские, Коншинскую, Шаталовские, Гладковскую, Кривецкие и Мантуровские аномалии низкой интенсивности магнитных полей.

Эти две основные тектонические структуры района (и бассейна) осложнены большим количеством разнообразных по величине складок более высоких порядков, с характерными для всей территории КМА северо-западным простиранением и крутым (60—80°) падением крыльев преимущественно северо-восточного направления.

На площади синклинория северо-восточной полосы КМА наиболее крупными из них являются две структуры второго порядка — на севере района весьма сложный по строению Тим-Ястребовский синклинорий, расположенный между Щигровско-Тимской и Ястребовской полосами аномалий, ограничивающими площадь распространения пород верхней свиты курской серии, и на юге — такой же крупный Огибнянско-Салтыковский антиклинорий между Огибнянской и Салтыковской аномалиями, заключающими площадь почти сплошного распространения пород архея.

Наиболее полно на территории КМА было изучено тектоническое строение Старо-Оскольского узла аномалий, являющегося периклинальной частью Щигровско-Ястребовского синклинория. Здесь были установлены (Русинович, 1948; Прозоровский, 1951ф; Голивкин, 1963ф) следующие наиболее крупные, отчетливо выделяющиеся структуры третьего порядка.

1. Западный антиклинал, расположенный между Салтыковским и Лебединским месторождениями, южнее Коробковского рудного поля. От Огибнянско-Салтыковского антиклинория он отделен узкой Салтыковской синклиналью.

2. Восточный антиклинал, расположенный южнее действующего Лебединского карьера, между Южно-Лебединским участком и Стойленским месторождением.

3. Стойленско-Лукьяновский синклинал (мульда), расположенный непосредственно севернее Стойленского месторождения. Юго-западное его крыло одновременно служит северо-восточным крылом Восточного антиклинала. Оно усложнено дополнительной складчатостью с образованием небольших по размерам, сильно сплюснутых (синклинальной

и антиклинальной) складок. С востока синклинал ограничивается Ястребовской полосой железистых кварцитов, а на севере короткой антиклинальной складкой широтного простирания, названной Лукьяновским куполом.

4. Северный синклинал, расположенный севернее Лебединского месторождения, между Лукьяновским куполом и Коробковским месторождением.

5. Теплоколодезянский синклинал, расположенный севернее Коробковского месторождения.

Перечисленные складки осложняются складками более высоких порядков и представляют собой сложные складчатые комплексы. Так, в периклинальной части Западного антиклинала, на площади Коробковского месторождения, установлено около десяти крупных сильно сдавленных складок, в свою очередь осложненных дополнительной складчатостью.

Судя по часто резко меняющейся ширине выходов железистых кварцитов на площади складчатого сооружения Старо-Оскольского узла аномалии, можно считать, что здесь имеют место и поперечные перегибы складок.

Кроме широко распространенных пликативных дислокаций на площади Старо-Оскольского узла аномалии, отмечается ряд нарушений с разрывом сплошности северо-западного и северо-восточного простираний.

В строении осадочной толщи района, залегающей на коре выветривания докембрийских образований, участвуют девонские, юрские, меловые, третичные и четвертичные отложения. Их состав и мощности приводятся в табл. 51.

Таблица 51

Возраст	Литологический состав	Мощность, м	
		минимальная	максимальная
Q	Элювиально-делювиальные суглинки, аллювиальные песчано-глинистые отложения (в долинах рек) . .	0,0	37,0
Pg	Вверху белые мушкетерские пески и глины полтавского яруса, внизу зеленовато-серые глины, глинистые пески и песчаники харьковского яруса . . . . .	0,0	44,0
Cr <sub>2</sub> t + cn + st	Серовато-белый мергель и белый пишущий мел . .	0,0	118,0
Cr <sub>1</sub> al + Cr <sub>2</sub> cm	Мелко- и среднезернистые слабоглинистые пески . .	16,0	42,0
I <sub>3</sub>	Серые песчаные глины и глинистые пески . . . . .	0,0	36,0
D <sub>2</sub> + D <sub>3</sub>	Известковые глины и мергели . . . . .	0,0	26,0
	Пестроцветные плотные глины . . . . .	0,0	25,0
	Сланцеватые, иногда сильнопесчаные пестроцветные глины, известняковистые глины, мергели . .	—	36,0
	Брекчии, конгломераты, осадочные руды . . . . .	—	13—20
	Общая мощность девонских отложений . . . . .	0,0	99 м

Повсеместное распространение в районе имеют лишь сеноман-альбские пески. Сантонский мергель и третичные отложения сохранились от размыва лишь на водораздельных пространствах. В наиболее глубоких речных долинах местами полностью размыт также коньяк-туронский мел и частично сеноман-альбские пески. Юрские отложения отсутствуют только на площади наиболее повышенных участков залегания железистых кварцитов. Девонские отложения имеют сплошное распространение лишь в северной части района, где их мощность часто достигает 70—80 м. В центральной части они сохранились главным образом лишь на пониженных участках в основном на полях сланцев и гнейсов за пределами железорудной свиты. В южной части района девонские отложения не обнаружены. Здесь они, по-видимому, отсутствуют.

Общая мощность пород осадочной толщи непостоянна: на приподнятой площади фундамента в области северо-восточного синклинория она колеблется от 60—80 м в долинах рек до 170—200 м на водоразделах. В юго-западном направлении, по мере погружения поверхности докембрия в сторону Днепровско-Донецкой впадины, мощность возрастает до 200—240 м.

Проведенными в районе геологопоисковыми работами установлено наличие залежей богатых железных руд остаточного генезиса, имеющих распространение по всей территории района, почти на всех обследованных буровыми работами аномалиях.

Наиболее крупные рудные тела были встречены на широких полях железистых кварцитов на площади Старо-Оскольского узла аномалий. Здесь открыты и детально разведаны Коробковское, Лебединское и Стойленское месторождения. Последние два пригодны для рентабельного применения открытого способа разработки и находятся в стадии промышленного освоения. Их основные залежи характеризуются значительным площадным распространением (2,6 км<sup>2</sup> центральная Лебединская и 2,9 км<sup>2</sup> Стойленская) и весьма неправильной формой в плане.

На Салтыковской аномальной полосе разведывалось Салтыково-Александровское месторождение, представленное небольшими (0,1—1,4 км<sup>2</sup>) залежами, расположенными вдоль полосы железистых кварцитов. Более крупные из них имеют вытянутую форму при ширине 300—500 м и приурочены к относительно широкой полосе железистых кварцитов горизонта  $K_2^3$ .

Даже наиболее крупные из разведывавшихся здесь залежей Салтыково-Александровского месторождения (№ 2, 3, 8) не могут служить объектами рентабельной разработки открытым способом в настоящее время и рассматриваются как возможный резерв для покрытия выбывающих мощностей района после 1980 г.

Судя по ширине выхода железистых кварцитов, такую же перспективу промышленного освоения имеет и залежь № 9 Коростовского участка этого месторождения.

На Щигровско-Тим-Панковской аномальной полосе расположено Роговское месторождение. Его залежь протяженностью 13 км и шириной до 300 м при глубине залегания 168 м менее благоприятна для разработки, чем залежи Салтыково-Александровского месторождения.

Кроме перечисленных месторождений наличие богатых железных руд установлено поисковыми скважинами на площади Огибнянской, Коншинской и Истобяно-Медвенских аномалий. Ни одно из этих оруденений не разведывалось.

Несмотря на относительно высокую степень освещения, на Ястребовской аномальной полосе буровыми скважинами признаков оруденения встречено не было.

Для разведывавшихся рудных залежей характерны следующие особенности:

1. Горизонтальное залегание руды в виде плащеобразных тел с более или менее ровной кровлей и неровной извилистой подошвой.

2. Форма и размеры рудных залежей находятся в прямой зависимости от размеров выходов железистых кварцитов под осадочную толщу. При пластообразном их залегании, залежи руд, как правило, имеют сильно вытянутую, узкую форму и небольшие размеры; на широких полях кварцитов, соответствующих узлам аномалий, они сильно расширяются и увеличиваются по площади.

3. Плотные руды преобладают над рыхлыми и в среднем по различным месторождениям составляют от 54 до 85%. Исключением является только залежь Центрального участка Лебединского месторождения, на котором плотные руды составляют 47%.

4. Среднее содержание железа по различным месторождениям 52—56%, серы 0,24—0,74%, кремнезема 5—7% и фосфора не более 0,9%.

Относительно невысокое содержание железа в рудах обусловлено главным образом значительным содержанием сидерита, что не снижает их качества и не может требовать каких-либо обогатительных операций по удалению кремнезема. Несколько повышенное содержание серы на отдельных небольших участках при разработке верхних горизонтов залежей может потребовать десульфатизацию руд перед доменной плавкой.

5. Значительная глубина залегания рудных тел (средняя для различных месторождений от 72 до 168 м) и относительно небольшая мощность руд (средняя от 10 до 22 м).

6. Наличие в кровле залежей рыхлых песчано-глинистых пльвунных пород, обводненных напорными водами с гидростатическим давлением от 4—5 до 7—10 атм, на водоразделах до 15 атм.

Последнее обстоятельство является серьезным препятствием в решении вопросов о применении в Старо-Оскольском районе подземного способа добычи железных руд. До настоящего времени эта проблема остается нерешенной. В связи с этим проектные организации считают, что по горно-геологическим условиям этого района в промышленное освоение могут быть вовлечены лишь залежи, рентабельные для открытого способа разработки.

Из приведенного выше обзора вытекает, что все выходы железистых кварцитов в Старо-Оскольском районе по перспективности в отношении нахождения на них промышленных залежей богатых железных руд могут быть разделены на следующие четыре типа.

1. Неправильные широкие поля железистых кварцитов типа Старо-Оскольского узла аномалий, характеризующиеся особо сложной структурой и повышенными значениями аномальных полей. Они являются носителями наиболее значительного оруденения. Только к таким полям приурочены все известные промышленные месторождения, пригодные для открытого способа разработки Старо-Оскольского, Ново-Оскольского и Орловско-Курского железорудных районов. Вполне возможно, что промышленным окажется также и оруденение, приуроченное к широкому (до 1500 м) полю железистых кварцитов на юге Огибнянской аномалии, но выполненных работ недостаточно для окончательной оценки перспектив рудоносности. Здесь установлено наличие богатых железных руд мощностью от 4,5 до 16 м.

Учитывая пологое залегание докембрийских пород, наличие благоприятных для развития промышленного оруденения широких выходов железистых кварцитов можно предполагать на площади Истобняно-Медвенских аномалий. Здесь заслуживает внимания юго-западная ветвь аномалий в области замкнутого гравитационного максимума. По геофизической интерпретации максимум вызывается двумя близко расположенными пластами железистых кварцитов шириной около 250 м каждый. На них установлено наличие богатых руд мощностью от 6 до 17,5 м. Перспективы этого оруденения не выяснены. При слиянии или расширении закартированных двух пластов железистых кварцитов оно может представлять практический интерес.

2. На втором месте по возможным размерам залежей остаточных богатых руд стоят широкие полосы железистых кварцитов (400—500 м) Салтыковской, Щигровско-Тим-Панковской и Огибнянской (северная часть) аномалий. Как было видно на примере хорошо разбуренной площади Салтыково-Александровском месторождении.

3. Западные аномалии: Истобняно-Медвенские, Шатиловские, Кривецкие, Мантуровские, Коншинские, Ездоченские и Гладковские, каждая из которых, по данным геофизических съемок, вызывается несколькими (3—4) пластами железистых кварцитов малой мощности; они являются носителями рудных залежей остаточного генезиса значительно

меньших размеров, чем Салтыковская или Щигровско-Тим-Панковская аномальные полосы, и которые, конечно, не могут иметь практического значения, по крайней мере при современном состоянии техники горного дела.

4. На площади Ястребовской и являющейся ее продолжением Воскресенской, а также Верхне-Щигровских и Вязовских аномальных полос, судя по литологическому составу вызывающей их железорудной свиты (чередование маломощных пластов железистых кварцитов и сланцев), могут быть встречены лишь весьма мелкие залежи остаточных богатых железных руд непромышленного типа.

Прогнозные запасы богатых железных руд на площади различных аномалий составляют 640 млн. т, в том числе: на широком поле Огибнянской аномалии — 270 млн. т, на Истобнянско-Медвенском узле аномалий 155 млн. т, на южной части Роговского месторождения — 66 млн. т и залежь Коростовского участка Салтыковской аномалии — 64 млн. т.

Исходя из приведенного выше обзора, первоочередными объектами поисковых работ должны служить недостаточно освещенные буровыми скважинами широкие поля кварцитов на юге Огибнянской аномальной полосы и на участке гравитационного максимума юго-западной ветви Истобнянско-Медвенских аномалий. Менее перспективными являются площади прогнозных запасов Роговской (южная половина) и Салтыково-Александровской (Коростовский участок) аномалий.

До положительного решения вопроса о возможности выемки богатых железных руд подземным способом в горно-геологических условиях Старо-Оскольского района Кошшинская, Гладковская, Шатиловская, Мантуровские, Кривецкие и Марьинские площади аномалий не могут рекомендоваться для поисков богатых железных руд. Здесь целесообразно выяснить строение и состав железорудной свиты. По литологическому составу железорудной свиты Ястребовская, Воскресенская, Верхне-Щигровские и Вязовские площади аномалий тоже не являются объектами для поисков крупных рудных залежей.

Кроме остаточных и сопровождающих их переотложенных богатых железных руд, составляющих 100% учтенных запасов, в Старо-Оскольском железорудном районе установлено наличие гидротермальных и остаточного-метаморфических богатых железных руд протерозойского возраста. Первые из них встречены одной скважиной на Тимском участке

Таблица 52

Руды	Запасы	Балансовые		Забалансовые
		кат. В + С <sub>1</sub>	кат. В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>	кат. В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>
1. Богатые руды . . . . .		392,7	475,5	46,0
		355,5	475,9	17,0
2. Железистые кварциты . . . . .		3735,4	4379,4	1150,4
		2629,5	4244,5	1018,4
в том числе:				
неокисленные, полуокисленные . . . . .		3660,4	4304,4	499,0
		2494,5	3912,5	367,0
окисленные . . . . .		75,0	75,0	651,0
		135,0	332,0	
	Всего . . . . .	4128,1	4854,9	1196,4
		2985,0	4720,4	1035,4

Примечание. В числителе — фактически разведанные запасы на I/VII 1965 г., в знаменателе — числящиеся на балансе на I/I 1964 г.

мощностью около 10 м и в подземных горных выработках Южно-Коробковского рудника (до 2—3 м), а вторые — на Южном участке Лебединского рудника (от 1—2 до 20 м). Все залежи этих руд имеют согласное с вмещающими их железистыми кварцитами крутое падение. Специальные работы с целью выяснения перспектив этого типа руд не производились. Надежных геологических и геофизических критериев для их поисков нет.

Разведанные запасы железных руд Старо-Оскольского района приведены в табл. 52 (млн. т).

Богатые железные руды в районе разрабатываются карьером на Лебединском месторождении с 1959 г. В 1963 г. здесь добыто 5 млн. т товарной руды. С этой же целью производится строительство Стойленского карьера.

Железистые кварциты в районе разрабатываются подземным способом на Коробковском месторождении. В дальнейшем планируется начать эксплуатацию железистых кварцитов Лебединского и Стойленского месторождений.

Ниже приводится краткое описание месторождений богатых железных руд Старо-Оскольского железорудного района.

### ЛЕБЕДИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Лебединское месторождение богатых железных руд находится в окрестностях с. Лебеди Старо-Оскольского района Белгородской области. По северной его окраине проходит железная дорога Старый Оскол — Ржава со ст. Лебеди, расположенной на площади месторождения. Здесь же почти в широтном направлении протекает р. Осколец. Пойма реки имеет ширину около 1 км, сильно заболочена и частично используется под отвалы вскрышных пород рудника. Ее абсолютные отметки находятся в пределах 132—139 м. В сторону водоразделов они постепенно повышаются до 200—228 м. Оба склона долины прорезаются глубокими оврагами.

На северо-западе месторождение граничит с действующим Южно-Коробковским кварцитовым рудником, а на юго-востоке — строящимся Стойленским рудником.

Лебединское месторождение открыто в 1931 г. Геологическим трестом КМА, возглавлявшимся геологами К. Я. Пятовским и Ф. С. Золозовым при консультации профессора Н. И. Свитальского. Работы по разведке месторождения были начаты в 1931 г. и с перерывами продолжались до 1965 г. В различное время ставилась детальная разведка богатых железных руд и железистых кварцитов на площади Центрального (Северного) и Южного участков и предварительная разведка руд Сретенского участка.

Лебединское месторождение находится в восточной части Старо-Оскольского узла аномалий и приурочено к широкому полю железистых кварцитов, слагающих периклинальную часть Тим-Ястребовского синклинория (рис. 52).

На площади месторождения вскрыты породы:

1. Архей (А) — мигматиты, гнейсы.
2. Михайловская серия протерозоя (Мн) — амфиболиты, биотитово-роговообманковые гнейсы, кварцевые порфиры.
3. Курская серия протерозоя (К), представленная здесь: а) нижней, песчаниково-сланцевой свитой ( $K_1$ ), внутри которой выделяются две подсвиты: нижняя ( $K_1^1$ ) — кварцитовидные слюдистые, фукситовые песчаники с прослоями гравелитов, вверху мусковитовые песчаники; верхняя ( $K_1^2$ ) — мусковитовые, биотито-мусковитовые и андалузито-мусковитовые сланцы; б) средней, железорудной свитой, внутри

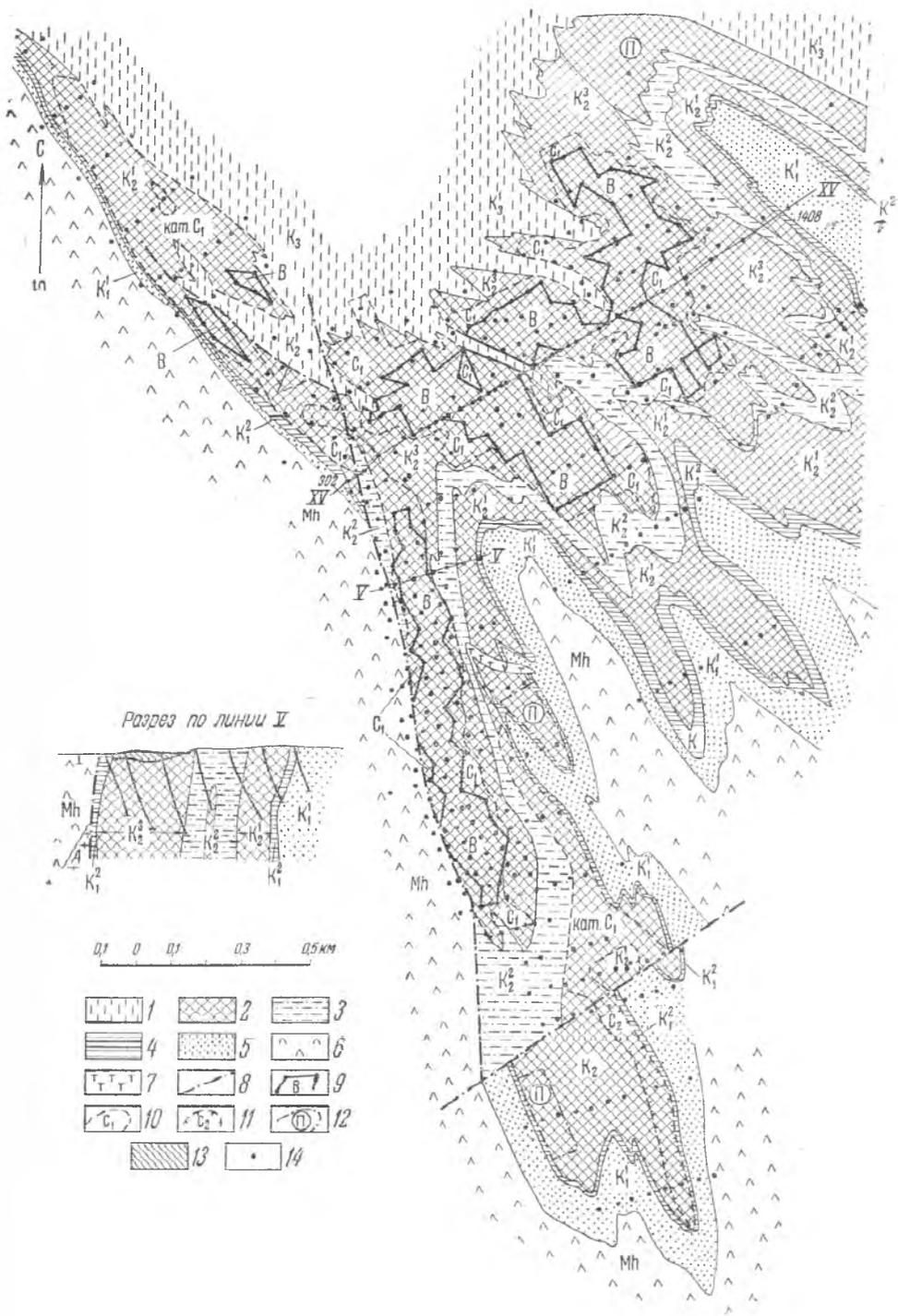
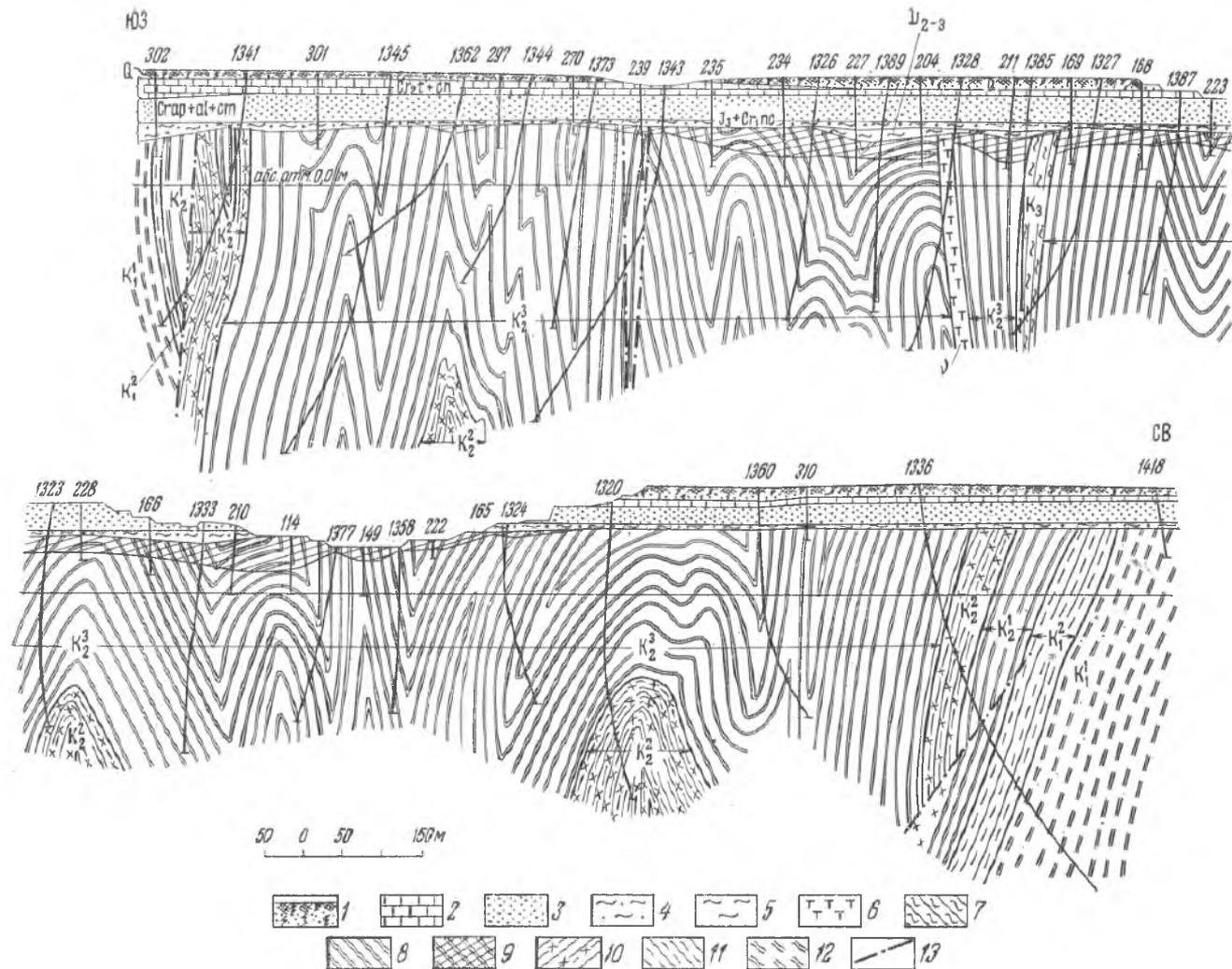


Рис. 52. Геологическая схема докембрия Лебединского месторождения. По Н. И. Голивкину (1964 г.)

1 — сланцы  $K_3^1$ ; 2 — железистые кварциты; 3 — сланцы  $K_2^2$ ; 4 — сланцы  $K_1^2$ ; 5 — песчаники, гравелиты, прослой сланцев  $K_1^1$ ; 6 — кварцевые порфиры, сланцы, амфиболиты Mh; 7 — дайки диорит-порфиритов v; 8 — тектонические разрывы. Контуры запасов богатых железных руд; 9 — кат. В; 10 — кат. С<sub>1</sub>; 11 — кат. С<sub>2</sub>; 12 — прогнозные; 13 — богатые железные руды; 14 — буровые скважины

Рис. 53. Геологический разрез Лебединского месторождения по профилю XV. По Н. И. Голивкину (1964 г.)

1— суглинки, пески; 2— мел; 3— пески; 4— глины, пески, прослои песчаников; 5— глины, песчаники, брекчии, осадочные руды; 6— дайки; 7— сланцы  $K_3$ ; 8— железистые кварциты; 9— богатые железные руды; 10— сланцы;  $K_2^2$ ; 11— сланцы  $K_1^2$ ; 12— кварцитовидные песчаники, гравелиты  $K_1^1$ ; 13— тектонические разрывы



которой выделяются три горизонта (подсвиты): нижний ( $K_2^1$ ) мощностью от 80 до 150 м — куммингтонито-магнетитовые, актинолитом-магнетитовые, щелочноамфиболо-магнетитовые, иногда железослюдково-магнетитовые и тальково-карбонатно-магнетитовые кварциты; внизу и вверху по контакту с вмещающими сланцами — слабрудные или безрудные широкополосчатые силикатно-магнетитовые кварциты 4—10 м мощности; средний ( $K_2^2$ ) от нескольких метров до 50—100 м мощности — двуслюдяные филлитовидные, редко кварцево-гранатобiotитовые сланцы с прослоями слабрудных силикатно-магнетитовых кварцитов; верхний ( $K_2^3$ ) мощностью от 100 до 220—230 м, представленный преимущественно куммингтонито-магнетитовыми, щелочно-амфиболо-магнетитовыми, доломито-куммингтонито-магнетитовыми с подчиненными им железослюдково-магнетитовыми кварцитами с тонкими прослоями биотитовых и амфиболовых сланцев; заканчивается горизонт пластом слабрудных кварцитов мощностью до 10 м. Он является переходным к сланцам свиты  $K_3$ , местами отсутствует; в) верхней карбонатно-сланцевой свитой ( $K_3$ ), представленной серпичито-биотитовыми, слегка углистыми и гранато-биотитовыми сланцами.

Породы курской серии секутся многочисленными дайками, представленными породами доломито-биотитового, биотито-роговообманкового состава, диорит-порфиритом, габбро-диоритом. Мощность даек от нескольких сантиметров до 15—20 м.

Лебединское месторождение делится на три участка: Центральный, Южно-Лебединский и Сретенский.

Центральный участок представляет собой широкое (до 3,5 км) поле железистых кварцитов, собранных в систему изоклинальных, сильно сплюснутых складок северо-западного простиранья, с крутым погружением на северо-запад под породы верхней карбонатно-сланцевой свиты (рис. 53).

Южно-Лебединский участок сложен также железистыми кварцитами железорудной свиты, залегающими в крыле сплюснутой антиклинальной складки северо-западного простиранья.

На Сретенском участке железистые кварциты являются крылом крупной синклинальной структуры, усложненным складчатостью более высоких порядков. К западу от него распространены породы архея и нижней свиты, а к востоку — верхней свиты курской серии.

Структура месторождения осложнена разрывными нарушениями и дайками основного и кислого состава от 1 до 5—6 м мощности.

Один из наиболее крупных разрывов северо-западного простиранья проходит по западной окраине месторождения, а другой с перпендикулярным ему направлением смещает полосу железистых кварцитов Южного участка.

На эрозионной поверхности кристаллического фундамента лежат породы осадочного комплекса. Данные о их составе и мощности приводятся в табл. 53.

Из перечисленных отложений повсеместно распространены лишь четвертичные суглинки, мергельно-меловая толща, сеноман-альбские пески и юрские отложения. Третичные отложения встречаются лишь на водоразделах с абсолютными отметками выше 200 м, ниже они размыты. Девонские породы имеют линзовидное залегание и встречаются на площади наиболее низких отметок погребенной поверхности докембрия.

На месторождении установлено шесть плащеобразных горизонтальных залежей остаточных богатых железных руд. Наиболее крупная из них (около 3 км<sup>2</sup>) приурочена к широкому полю железистых

Таблица 53

Возраст	Литологический состав	Мощность, м				
		мини-мальная	максимальная	средняя		
				Средней залежи	Центральной залежи	Южной залежи
Q	Покровные элювиально-делювиальные суглинки и песчано-глинистый элювий . . . . .	0,0	22,0	15,0	7,0	23,0
Pg	Плотные глины, глинистые пески, прослой песчанников . . . . .	0,0	33,0	—	—	—
Cr <sub>3</sub> t + cn + st Cr <sub>1</sub> al + Cr <sub>2</sub> cm	Мергель и мел . . . . . Верху мелко- и среднезернистые кварцево-глауконитовые пески с желваками фосфоритов, внизу серые и светло-серые крупнозернистые пески, переходящие в гравий . . . . .	0,0 17,0	91,0 40	25,0 33,0	16,0 35,0	46,0 32,0
I <sub>3</sub>	Песчанистые глины, глинистые пески, плотные глины, прослой сидеритовых песчанников . . . . .	0,0	36,0	26	11,0	7,0
D <sub>2</sub> + D <sub>3</sub>	Плотные глины, карбонатизированные железистые брекчии и конгломераты Вся осадочная толща . . . . .	0,0 52	24,0 144	4,0 103	3,0 72	1,0 108

кварцитов Центрального участка. К северу от нее расположена Сретенская залежь площадью 547 тыс. м<sup>2</sup>. Остальные четыре залежи размером от 60,6 до 752 тыс. м<sup>2</sup> приурочены к выходам железистых кварцитов под осадочные породы на Южно-Лебединском участке.

Кровлей рудных залежей на подавляющей части их площади служат юрские песчано-глинистые отложения и лишь на отдельных разрозненных небольших участках с наиболее низкими абсолютными отметками поверхности руды — глины и конгломераты девона.

Поверхность рудных тел представляет собой довольно ровный эрозионный срез. Подошва их неровная с амплитудой колебаний до 30—40 м.

Мощность руд изменяется от нуля до 60 м. При этом максимальные мощности приходится на центральные части рудных тел. К окраинам они обычно уменьшаются. Средние значения мощности по различным залежам изменяются от 5 до 22 м.

Остаточные руды почти полностью слагают все шесть залежей и составляют около 97—98% их объема. Представлены они преимущественно (70%) мартиновыми и железнослюдково-мартиновыми типами. Кроме них на месторождении имеются гидрогематито-мартиновые, хлорито-мартиновые и гидрогематитовые руды.

Среди остаточных руд встречаются прослой пустых пород. Они составляют около 7% объема рудных тел, причем около 6% приходится на сланцы и около 1% на неоруденелые кварциты.

Осадочные конгломерато-брекчиевые руды составляют около 2—3%. Они имеют распространение на площади остаточных руд и реже на головах сланцев верхней и нижней свит курской серии, приурочиваясь к наиболее низким участкам их эрозионной поверхности. Залегают осадочные руды в виде разрозненных линзовидно пережимающихся тел мощностью обычно до 4—5 м, реже до 10—30 м.

На Центральном участке рыхлые руды составляют около половины объема залежи и имеют преимущественное распространение на нижних и средних ее горизонтах. Плотные руды приурочены к верхним горизонтам залежи. На Сретенском и Южно-Лебединском участках преобладают плотные руды, составляющие около 65%. Рыхлые

руды здесь встречаются в местах повышенной мощности, где они залегают в виде линз среди плотных руд.

Основные данные, характеризующие каждую из залежей богатых руд, приведены в табл. 54.

Таблица 54

Основные показатели	Единица измерения	Залежь Сретенского участка	Залежь Центрального участка	Залежи Южно-Лебединского участка			
				№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1. Площадь . . . . .	тыс./м <sup>2</sup>	547	2568	752	400	80	60
2. Средняя мощность . . . . .	м	11	21,6	16,6	5,1	18,7	28,2
3. Средняя глубина залегания .	м	103	72	108	126	122	94

Кроме отмеченных двух генетических типов богатых руд на Южно-Лебединском участке встречены осадочно-метаморфические карбонатно-магнетитовые руды, не связанные с процессами выветривания. Залегают они на границе железистых кварцитов железорудной и сланцев песчаниково-сланцевой свит курской серии. Их залежь была прослежена на протяжении 400 м по простиранию и 355 м по падению. Мощность этих руд изменяется от 1—2 до 20 м.

Данные о химическом составе богатых железных руд приведены в табл. 55.

Таблица 55

Компоненты	Содержание по участкам, %						
	Сретенский	Центральный			Южный		
		обе разности	плотные	рыхлые	обе разности	плотные	рыхлые
Fe <sub>об</sub>	55,7	55,6	60,2	56,6	53,8	59,1	55,6
Fe <sup>III</sup>	—	43,7	55,7	48,8	34,0	50,0	39,7
Fe <sup>II</sup>	—	11,9	4,5	7,8	19,8	9,1	16,9
SiO <sub>2</sub>	6,5	6,5	6,5	8,1	3,9	5,0	4,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	3,7	2,5	3,0	2,6
S	0,42	0,24	0,15	0,19	0,35	0,166	0,29
P	—	—	—	0,09	—	—	0,054
MgO	—	—	—	0,44	0,61	0,43	0,50
CaO	—	—	—	1,06	1,43	0,83	1,21
MnO	—	—	—	0,27	0,07	0,06	0,06
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	0,16	0,20	0,28	0,23
Щелочи	—	—	—	0,57	0,34	0,47	0,39
П. п. п.	7,5	—	—	6,5	13,72	6,33	11,4
As	—	—	—	0,005	—	—	—
H <sub>2</sub> O <sub>к</sub> ист	—	—	—	1,68	—	—	—
CO <sub>2</sub>	—	—	—	5,16	—	—	—
Объемный вес	3,3	4,47	3,18	3,29	3,55	3,05	—
Пористость	—	10	25	18,7	—	—	—
Влажность	—	—	—	—	3,7	9,87	—

В изменении химического состава руд внутри залежей здесь, как и на других месторождениях КМА, отмечаются следующие закономерности.

1. Рыхлые руды по сравнению с плотными всегда имеют более высокое содержание общего и окисного железа и более низкое содержание закисного железа и серы.

2. Внутри каждой залежи наиболее богатые железом руды чаще всего распространены на участках повышенной мощности в централь-

ных частях разреза, сложенных преимущественно рыхлыми рудами. В направлении плотных руд содержание железа постепенно уменьшается. На участках малой мощности всегда пониженное содержание железа в руде.

3. Наиболее высокие содержания серы приурочены к верхним горизонтам залежей; к низу ее содержание постепенно уменьшается.

Выполненные разведочные работы на Лебединском месторождении достаточно надежно освещают кору выветривания железистых кварцитов в отношении ее рудоносности почти на всей площади их выхода. Неосвещенными остались лишь выходы железистых кварцитов, расположенные северо-восточнее залежи Центрального участка, в пределах когда-то сильно заболоченной поймы р. Осколец. Судя по ширине их выхода, здесь можно ожидать наличие залежей богатых руд, которые, учитывая непосредственную близость к уже разрабатываемой залежи, могут иметь промышленное значение. Особенно это следует подчеркнуть для широкого (550—600 м) поля кварцитов, где разведанная залежь осталась неоконтуренной.

Разведанные балансовые запасы богатых железных руд по состоянию на 1/1 1964 г. приведены в табл. 56.

Таблица 56

Участок	Запасы, млн. т			
	кат. В	кат. С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
Сретенский и Центральный . . . . .	89,4	60,5	—	149,9
Южный:				
залежь № 1 . . . . .	28,5	14,0	—	42,5
залежь № 2 . . . . .	—	6,2	2,4	8,6
Итого: . . . . .	117,9	80,7	2,4	201,0

Кроме приведенных в табл. 56 запасов, определены прогнозные запасы руд, установленных одиночными скважинами на площади залежей № 3 и 4 Южно-Лебединского участка, а также по северо-восточной окраине месторождения. По ориентировочному подсчету они составляют: по залежи № 3—4,9 млн. т, по залежи № 4—5,4 млн. т. и по северо-восточной окраине — 30 млн. т.

В основу подсчета запасов богатых руд приняты следующие кондиционные требования (табл. 57).

Таблица 57

Участок	Минимальная мощность, м	Минимальное содержание железа, %	Максимальное содержание кремнезема, %
Сретенский . . . . .	3	50, для карбонатных руд 45	—
Центральный . . . . .	2	45	25
Южный . . . . .	3	45, для карбонатных руд 35	25, для карбонатных руд 20

Железистые кварциты повсеместно залегают в основании богатых железных руд. Общая площадь их выхода под осадочные породы на месторождении более 6 км<sup>2</sup>, в том числе под залежами богатых железных руд 4,4 км<sup>2</sup>. Залегая непосредственно под богатыми рудами раз-

данные железистые кварциты имеют неровную извилистую поверхность с абсолютными отметками около +25 м на севере и около +85 м на юге месторождения.

Разведочными работами кварциты прослежены на глубину 400 м от поверхности до горизонта —250 м. Основными минералами железистых кварцитов являются кварц, магнетит, амфиболы и второстепенные железная слюдка, карбонат, хлорит, эгирин, биотит тальк (примесь), пирит, апатит.

Зона проявления мартитизации достигает 78 м. На Центральном участке внутри нее здесь выделяется зона окисленных кварцитов со средней мощностью 8—9 м. На Южном участке средняя мощность зоны мартитизации 43 м.

Данные о среднем химическом составе разведанных запасов железистых кварцитов приводятся в табл. 58.

Таблица 58

Компоненты	Среднее содержание, %				
	Центральный участок			Южный участок	
	окисленные	полуокисленные	неокисленные	окисленные	неокисленные
Fe <sub>об</sub> . . . . .	35,8	36,6	35,0	36,6	35,8
Fe <sub>рудн</sub> . . . . .	35,0	35,3	33,4	—	33,9
Fe <sub>слик</sub> . . . . .	0,9	1,3	2,6	—	1,9
FeO . . . . .	7,0	11,4	16,1	10,5	13,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	43,2	39,4	32,5	38,4	35,9
SiO <sub>2</sub> . . . . .	39,3	41,7	41,5	39,0	40,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,4	1,0	1,2	1,6	1,5
S . . . . .	0,152	0,116	0,094	—	0,09
P . . . . .	0,063	0,109	0,101	0,07	0,09
MgO . . . . .	0,64	0,91	2,61	0,9	2,18
CaO . . . . .	0,87	1,15	1,97	2,3	2,3
MnO . . . . .	—	—	—	0,10	0,04
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,275	0,152	0,129	0,07	0,14
П. и. п. . . . .	4,7	3,9	2,5	1,7	0,96

По данным рациональных анализов, в неокисленных кварцитах основная часть рудного железа (около 30%) входит в состав магнетита и всего лишь около 2,5% приходится на железную слюдку; в полуокисленных кварцитах с магнетитом связано 11—20% рудного железа, а в окисленных оно почти полностью идет на образование маррита, гидроокислов железа и инфильтрационного сидерита.

Спектральными анализами в железистых кварцитах установлено присутствие марганца, хрома, меди, цинка, никеля и германия.

Испытание обогатимости железистых кварцитов Центрального участка месторождения производилось по 11 лабораторным и 2 промышленным технологическим пробам.

Лабораторные пробы весом от 250 до 2400 кг показали, что из неокисленных и полуокисленных железистых кварцитов всех минералогических типов могут быть получены концентраты с содержанием железа от 63 до 67%.

Промышленные испытания обогатимости производились на двух пробах № 1—9500 т и № 2—7600 т, составленных из неокисленных и полуокисленных кварцитов в соотношении соответственно 64 и 36%, что примерно отвечает среднему составу кварцитов, проектируемых к добыче в первые 15 лет существования рудника. Состав и результаты испытания обеих проб сведены в табл. 59.

Таблица 59

№ пробы	Содержание в пробе, %			Выход концентрата, %	Извлечение железа, %	Содержание Fe, %	
	Fe <sub>общ</sub>	FeO <sub>общ</sub>	FeO магнетита			в концентрате	в хвостах
1	34,3	13,2	10,5	40,8	78,1	64,9	12,5
2	35,1	13,7	11,5	42,2	82,1	65,6	11,9

При испытании обогатимости трех проб неокисленных железистых кварцитов Южно-Лебединского участка методом магнитной сепарации были получены следующие результаты (табл. 60).

Таблица 60

№ пробы и тип кварцитов	Содержание в кварцитах				Выход концентрата, %	Содержание Fe в концентрате, %	Извлечение Fe, %
	Fe <sub>общ</sub>	FeO	гематита	магнетита			
1. Магнетитовые с гематитом . . . . .	35,1	24,0	6,0	94,0	47,7	63,5	85,8
2. Гематито-магнетитовые . . . . .	36,8	27,4	20,0	80,0	40,9	65,8	71,4
3. Магнетитовые . . . . .	35,4	23,6	3,0	97,0	50,5	64,5	90,9

Проведенными испытаниями обогатимости окисленных железистых кварцитов Южно-Лебединского участка доказывается возможность получения концентратов с удовлетворительным содержанием железа и хорошим его извлечением при обжиге-магнитной, магнитно-флотационной и флотационной схемах обогащения (табл. 61).

Таблица 61

Схема обогащения	Содержание Fe, %	Извлечение Fe, %
1. Гравитационная . . . . .	58,5—66,6	24,6—50,7
2. Обжиг-магнитная . . . . .	62,3—66,1	86,3—87,7
3. Магнитно-флотационная . . . . .	60,1—64,5	90,9—93,6
4. Флотационная . . . . .	65,5—63,3	90,8—89,2

Выполненными испытаниями установлено, что железистые кварциты, за исключением полностью окисленных, являются легкообогатимыми по единой схеме мокрой магнитной сепарации. Окисленные кварциты требуют более сложных и более дорогих схем обогащения, которые в настоящее время являются малорентабельными. Запасы железистых кварцитов были разведаны на Центральном и Южном участках.

На Центральном участке их разведка была произведена в пределах контура проектируемой отработки богатых железных руд до горизонта минус 250 м или на глубину до 400 м от поверхности земли. Всего для этой цели было пробурено 60 скважин, расположенных в профилях на расстоянии от 75 до 200 м друг от друга, при расстоянии между профилями 200 и 400 м.

На Южно-Лебединском участке железистые кварциты разведывались сетью скважин 100×200 м на глубину до горизонта минус 125 м, т. е. около 230 м от поверхности земли.

В соответствии с кондиционными требованиями при проведении разведочных работ и подсчете запасов к кондиционным относились железистые кварциты, удовлетворяющие следующим условиям:

- а) Для Центрально-Лебединского участка Fe общ. >25%;  
 б) для Южно-Лебединского участка для неокисленных разностей Fe рудн. >25% и для окисленных Fe рудн. >30%.

Разведанные запасы кварцитов в 1965 г. были приняты ГКЗ в следующих количествах (табл. 62).

Т а б л и ц а 62

Запасы кварцитов	Балансовые, млн. т			Забалансовые, млн. т	
	В	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
<b>Центрально-Лебединский участок</b>					
1. Полуокисленные . . . . .	29,7	41,7	6,6	20,4	11,2
2. Неокисленные . . . . .	583,8	1015,7	412,4	274,6	192,8
Итого по участку . . . . .	613,5	1057,4	419,0	295,0	204,0
<b>Южно-Лебединский участок</b>					
1. Окисленные . . . . .	54,2	20,8	—	—	—
2. Неокисленные . . . . .	360,1	203,9	65,4	—	—
Итого по участку . . . . .	414,3	224,7	65,4	—	—
Итого по месторождению	1027,8	1282,1	484,4	295,0	204,0

В обводнении месторождения принимают участие четыре водоносных горизонта: четвертичный, коньяк-гуронский, сеноман-альбский и протерозойский, создающие напор над кровлей рудной залежи до 55—60 м. Первые три из них образуют единый безнапорный водоносный комплекс, имеющий гидравлическую связь с водами р. Осколец. От протерозойского горизонта он отделен относительно водоупорными глинами юры мощностью от 1—2 до 10 м.

Водопроницаемость пород и другие данные о водоносных горизонтах приведены в табл. 63.

Т а б л и ц а 63

Водоносный горизонт	Преобладающая мощность, м	Напор над кровлей в естественных условиях, м	Коэффициент фильтрации, м/сутки
1. Четвертичный в аллювиальных песках . . . . .	7,0	Безнапорный	До 1,0
2. Коньяк-гуронский в мелах:			
а) в долине р. Осколец . . . . .	6,0—8,0	»	0,8—15,5
б) на водоразделе . . . . .	15,0—20,0	»	Менее 0,1
3. Сеноман-альбский в песках . . . . .	30,0—35,0	5,0—20,0	10,0—16,0
4. Протерозойский:			
а) в рудах . . . . .	—	55,0—60,0	0,5
б) в кварцитах . . . . .	—	—	0,1
в) в сланцах . . . . .	—	—	Незначительный

Начиная с 1957 г. в связи со строительством и эксплуатацией Лебединского карьера на месторождении осуществляются водопонижительно-дренажные работы. По состоянию на 1/1 1965 г. в контуре карьера полностью осушены водоносные породы осадочной толщи и рудная зона. В протерозойском горизонте общее понижение уровня достигло

92,5 м. Образовавшаяся при этом воронка депрессии имеет радиус около 9—11 км и в основном стабилизировалась.<sup>1</sup>

Фактические водопритоки из всех водоносных горизонтов в течение 1963—1964 гг. изменялись от 3006 до 4450 м<sup>3</sup>/час.

В бортах карьера, имеющих уклон 16—18°, в осушенном состоянии оказались достаточно устойчивые породы осадочной и кристаллической толщ. Наблюдавшиеся деформации уступов носили локальный характер и были связаны главным образом с переувлажнением пород атмосферными осадками.

На Центральном участке с 1959 г. действует Лебединский карьер (I+II очереди) проектной производительностью 5,7 млн. т товарной руды в год с содержанием железа 55,7%. Фактическая добыча в 1963 г. составила 5 млн. т.

Малая глубина залегания и благоприятная форма залежи (коэффициент вскрыши 1,80 м<sup>3</sup>/т) позволили получить самую низкую расчетную себестоимость руды — 1,99 руб/т<sup>1</sup>. По данным Центрального научно-исследовательского экономического института (ЦЭНИИ), стоимость чугуна из аглоруды залежи Лебединского рудника 23,08 руб/т (без учета транспортных расходов на перевозку руды до завода).

На базе богатых железных руд залежи № 1 Южного участка производится строительство III очереди Лебединского карьера производительностью 1,93 млн. т товарной руды в год с содержанием железа 52,9%. Значительно большая глубина залегания и сильно вытянутая форма залежи увеличили значение среднего коэффициента вскрыши до 4,3 м<sup>3</sup>/т и расчетную стоимость руды до 3 руб. 16 коп.

Проектами для обоих карьеров предусматривается выемка открытым способом только 70% запасов категорий В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> всего Лебединского месторождения. Вопрос о разработке 30% запасов, остающихся за пределами контура запроектированных карьеров (окраинных частей основных залежей Центрального и Южного участков, а также мелких залежей № 2, 3, 4), специально не прорабатывался. Возможно, что частичная их выемка будет рентабельна подземным способом из карьеров при помощи штолен, когда осадочная толща будет сильно сдренажена.

По данным института Центрогипроруда, Сретенская залежь с учтенными запасами 20 млн. т интереса для промышленности не представляет, так как основная ее часть (14 млн. т) находится в охранных целях железной и шоссеиной дорог. Учитывая, что эти дороги имеют местное значение и по мере развития горноэксплуатационных работ в районе могут быть реконструированы, по нашему мнению, этот вывод нельзя считать окончательным.

По мере разработки богатых железных руд Центрального участка на значительной площади будут обнажаться железистые кварциты и будут создаваться благоприятные условия для их эффективного освоения. По расчетам института Центрогипроруда, из карьера для добычи богатых руд залежи Центрального участка, за счет его углубления на 200 м без разнота бортов, можно добыть 675 млн. т неокисленных и окисленных кварцитов.

Значительные площади железистых кварцитов будут вскрыты также и при разработке богатых руд Стойленской залежи, расположенной в 6 км южнее Лебединского карьера. Это позволяет создать единый Лебединский горнообогатительный комбинат, потребляющий железистые кварциты обоих месторождений. Для I очереди предусматривается годовая производительность 8 млн. т концентрата с содержанием железа 63,3% стоимостью 2,57 руб/т, или железа в концентрате 4,51 руб/т.

<sup>1</sup> Фактическая себестоимость на 1963 г. составляет 2,3 руб/т.

Весьма важным обстоятельством является то, что железистые кварциты обоих месторождений представлены преимущественно магнетитовыми разностями, легко обогащающимися методом магнитной сепарации. Это их выгодно отличает от железослюдково-магнетитовых кварцитов Михайловского месторождения, для своего обогащения требующих применения флотационных методов.

В проектном задании на разработку богатых руд залежи № 1 Южного участка не предусматривается использование карьера для разработки разведанных здесь неокисленных железистых кварцитов. Причиной является сильно вытянутая узкая форма залежи и днища карьера, позволяющая произвести их выемку в количестве всего лишь 42 млн. т.

По подсчету института Центроргипроруда, эксплуатационные запасы окисленных кварцитов здесь составляют 51 млн. т. Учитывая развитие и совершенствование их обогащения, институт рассматривает эти запасы как возможный резерв для снабжения Южно-Коробковской обогатительной фабрики.

### СТОЙЛЕНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Стойленское месторождение железных руд находится вблизи сел Стойло Белгородской области, на водоразделе между правыми притоками р. Оскола — Оскольцом и Чуфичкой. На севере оно граничит с действующим Лебединским рудником, через который проходит железная дорога Старый Оскол — Ржава.

Поверхность месторождения представляет собой распаханное степное водораздельное плато, расчлененное глубокими оврагами. Абсолютные отметки поверхности обычно 220—229 м, а в тальвегах оврагов они понижаются до 140 м.

Открыто Стойленское месторождение в 1934 г. геофизическими и поисково-разведочными работами Геологического треста КМА, возглавлявшимися геофизиком А. И. Дюковым и геологом Ф. С. Золозовым. В период с 1953 по 1958 г. залежи установленных здесь богатых железных руд Геологическим управлением центральных районов разведывались детально. В 1964 г. здесь им начата детальная разведка железистых кварцитов.

Стойленское месторождение богатых руд приурочено к крайней юго-восточной части Старо-Оскольского узла аномалий.

На его площади распространены следующие породы кристаллического комплекса:

1) породы архея — мигматизированные биотитовые и двуслюдяные гнейсы;

2) породы протерозоя, представленные двумя сериями: нижней — михайловской, сложенной здесь кварцевыми порфирами, и верхней — курской.

Курская серия представлена тремя свитами — нижней, средней и верхней.

Нижняя свита ( $K_1$ ) делится на две подсвиты: нижнюю, сложенную кварцитовидными песчаниками, безрудными кварцитами, кварцевыми конгломератами и слюдяными сланцами, и верхнюю, сложенную серицито-биотитовыми, слюдяными, иногда углистыми и гранато-биотитовыми сланцами.

Средняя железорудная свита ( $K_2$ ) на всю свою мощность сложена железистыми кварцитами и подчиненными им сланцами. В зависимости от минерального состава среди железистых кварцитов выделяются: куммингтонито-магнетитовые, щелочноамфиболово-магнетитовые и резко подчиненные им железослюдково-магнетитовые и слабородные силикатно-магнетитовые кварциты.

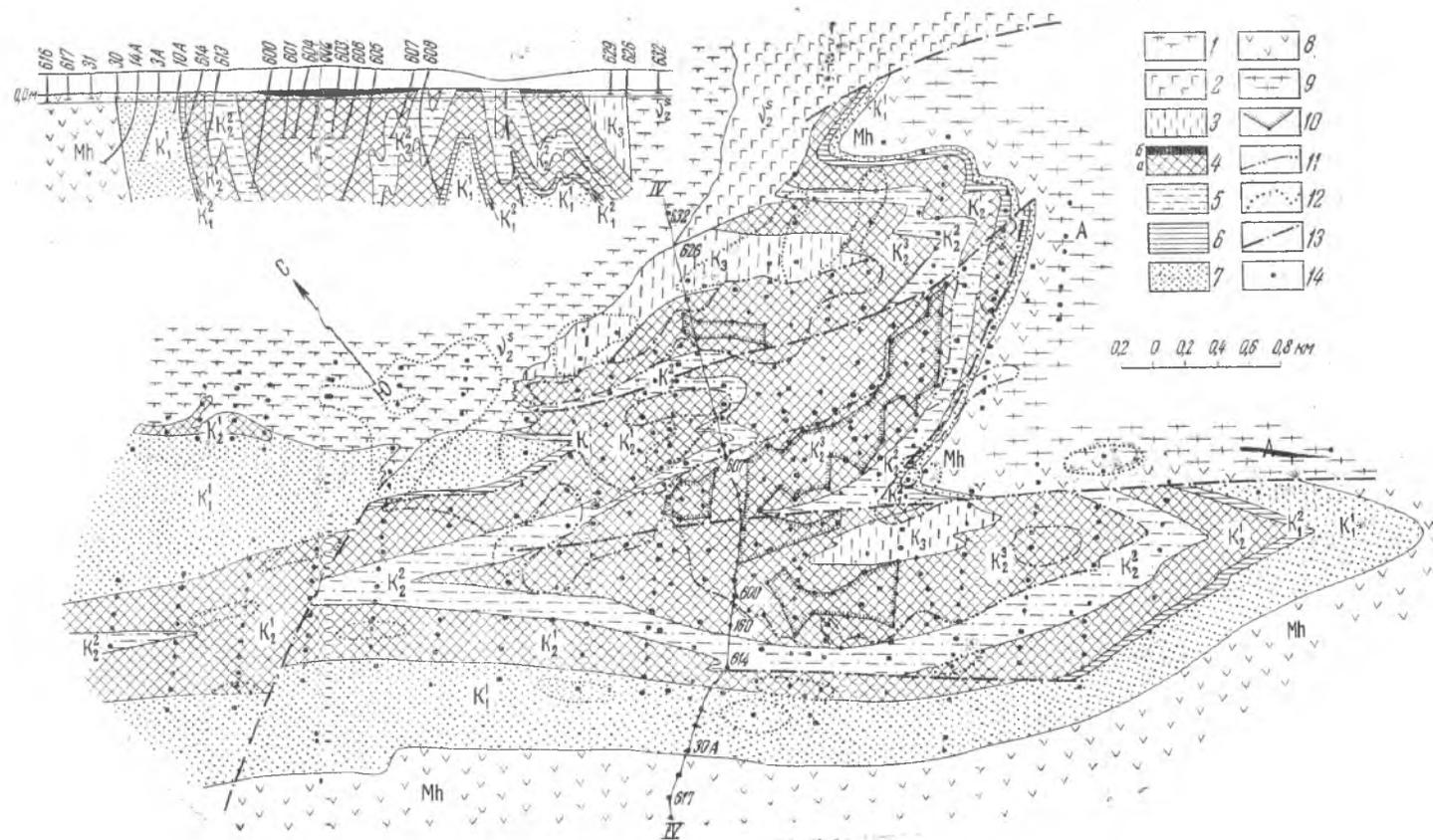


Рис. 54. Геологическая схема Стойленского месторождения. По Н. И. Голивицкому (1965 г.)

1 — диориты и кварцевые диориты  $v_2^S$ ; 2 — габбро-диориты  $v_2^S$ ; 3 — сланцы  $K_3$ ; 4 — железистые кварциты  $K_2$  (а) и богатые железные руды на разрезе (б); 5 — сланцы  $K_2^2$ ; 6 — сланцы  $K_1^2$ ; 7 — метапесчанки и конгломераты  $K_1^1$ ; 8 — кварцевые порфиры, сланцы и амфиболиты  $Mh$ ; 9 — гнейсы и мигматиты  $A$ . Контуры запасов богатых руд; 10 — кат. В; 11 — кат.  $C_1+C_2$ ; 12 — непроизводительной мощности; 13 — разрывные нарушения; 14 — буровые скважины

В составе средней железорудной свиты (300—500 м мощности), как и на Лебединском месторождении, выделяются три горизонта (подсвиты):

1) нижний ( $K_1^1$ ) — амфиболо-магнетитовые и железослюдково-магнетитовые кварциты;

2) средний ( $K_2^2$ ) — переслаивание слабурудных силикатно-магнетитовых кварцитов и двуслюдяных, реже биотитовых сланцев; 3) верхний ( $K_3^3$ ) — доломито-магнетитовые, амфиболо-магнетитовые и в подчиненном количестве железослюдково-магнетитовые и слабурудные силикатно-магнетитовые кварциты.

Как и во всем бассейне КМА, головы железистых кварцитов интенсивно мартитизированы на глубину нескольких десятков метров с образованием соответствующих типов мартитовых кварцитов.

Глубина проникновения мартитизации обычно не превышает 10—15 м от поверхности железистых кварцитов, реже — контактов кварцитов со сланцами. В зоне разрывных нарушений она достигает 25—30 м и более. У подошвы рудных залежей кварциты нередко интенсивно сидеритизированы с отчетливо выраженным замещением кварца и силикатов сидеритом.

Верхняя свита ( $K_3$ ) представлена филлитовидными мусковито-биотитовыми, биотитовыми, иногда гранато-биотитовыми и углистыми сланцами.

На северо-западе Стойленского месторождения отчетливо устанавливается наличие довольно крупной синклинальной складки северо-западного простирания с параллельным падением крыльев в северо-восточном направлении под углом 60—80°. В юго-восточной части месторождения, где производились детальные геологоразведочные работы, структура докембрия гораздо более сложная и еще не расшифрована. Предположительно здесь выделены одна синклиналь и одна антиклиналь (рис. 54). Они сильно усложнены складчатостью более высоких порядков, в связи с чем выход железистых кварцитов в эрозионном срезе здесь сильно расширяется и образует сплошное широкое поле (массив) до 2 км в поперечнике. На севере весь комплекс прорывается интрузивом пород основного состава.

Таблица 64

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		средняя	минимальная	максимальная
Q	Элювиально-делювиальные суглинки, местами переходящие в вязкие глины, и современный песчано-глинистый овражный элювий . . . . .	9,0	1,0	28,0
Pg	Песчаные глины и пески . . . . .	—	0,0	28,0
Cr <sub>2</sub> st	Серовато-белый слюдястый мергель . . . . .	12,2	1,0	33,0
Cr <sub>2</sub> l + Cn	Белый пышущий мел . . . . .	59,6	28,0	71,0
Cr <sub>1</sub> al + Cr <sub>2</sub> cm	Мелко- и среднезернистые кварцево-глауконитовые пески с желваками фосфоритов, иногда внизу серые и светло-серые разномерные пески . . . . .	31,6	23,0	38,0
J <sub>2+3</sub>	Глинистые алевролитовые пески и песчаные глины, иногда грубозернистые пески . . . . .	15,5	0,7	41,0
D	Плотные глины . . . . .	1,6	0,0	25,0
	Карбонатизированные железистые брекчии и конгломераты . . . . .	0,2	0,0	3,00
	Вся осадочная толща . . . . .	130,0	84,0	167,0

В районе месторождения предполагается наличие двух систем разрывных нарушений, имеющих одна северо-западное, другая северо-восточное простирание.

Толща осадочных пород представлена отложениями девонского, юрского, мелового, третичного и четвертичного возраста. Ее мощность изменяется от 84 до 167 м при среднем значении по месторождению 130 м. Данные о литологическом составе и мощности отдельных стратиграфических горизонтов сведены в табл. 64.

Повсеместным распространением из перечисленных отложений пользуются четвертичные, меловые и юрские отложения. Третичные породы имеют распространение лишь на участках с наиболее высокими абсолютными отметками поверхности. Вблизи глубоких оврагов они совершенно размыты. Здесь же в значительной степени размыта и мергельно-меловая толща. Девонские отложения сохранились лишь на участках наиболее низких абсолютных отметок поверхности докембрия. На большей части площади, непосредственно на кристаллических породах, залегают юрские песчано-глинистые отложения.

В пределах Стойленского месторождения установлено 22 тела богатых железных руд. Из них только восемь имеют промышленную мощность и были включены в подсчет запасов. В том числе четыре коренных (№ 1, 2, 3, 4) и четыре переотложенных (№ 1п, 6п, 8п, 9п). Группируясь между собой, они образуют четыре (I, II, III, IV) рудных залежи, из которых I и II, расположенные на площади массива железистых кварцитов, как наиболее крупные, подвергались детальной разведке. На них сосредоточено 97% учтенных запасов. Обе эти залежи имеют горизонтальное плащеобразное залегание с более или менее ровной кровлей и неровной извилистой нижней границей.

Кровлей рудных залежей служат преимущественно юрские песчано-глинистые отложения и реже на пониженных участках конгломераты и глины девона. На отдельных возвышениях поверхности руды возможно ее соприкосновение с сильно обводненными сеноман-альбскими песками.

Подошвой руды служат железистые кварциты и лишь на небольших участках, сложенных одними осадочными рудами, рыхлые продукты выветривания сланцев и гнейсов. В соответствии с неvyдержанным характером подошвы мощность руды колеблется от 1—2 до 32 м.

Данные о размерах и глубине залегания различных рудных тел приводятся в табл. 65.

Таблица 65

Основные показатели	Единица измерения	№ залежи				Месторождение
		I (1, 1п, 9п)	II (2, 8п)	III (3, 6п)	IV (4, 9п)	
1. Площадь залежи . . . . .	тыс. м <sup>2</sup>	2908	550	86	89	3633
2. Средняя мощность . . . . .	м	14,4	7,3	5,0	13,7	13,0
3. Запасы руды:						
категория В . . . . .	млн. т	50,5	1,7	—	—	52,2
категория С <sub>1</sub> . . . . .	»	68,0	12,2	1,8	2,6	84,6
категория С <sub>2</sub> . . . . .	»	14,3	0,6	—	1,3	16,2
категория В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> . . . . .	»	132,8	14,4	1,8	3,9	153,0
4. Среднее содержание:						
железа . . . . .	%	54,7	54,9	51,4	48,0	54,9
кремнезема . . . . .	»	5,6	6,2	5,5	4,0	5,5
глинозема . . . . .	»	3,3	2,1	1,0	1,1	3,1
летучих . . . . .	»	9,8	9,9	13,8	10,9	9,9
серы . . . . .	»	0,22	0,34	0,38	0,06	0,26
фосфора . . . . .	»	0,08	0,07	0,06	0,10	0,08
5. Средняя глубина залегания	м	132	120	113	160	132

Остаточные (коренные) руды на месторождении составляют около 89% объема выявленных запасов. Они слагают основную массу залежей. Осадочные, или переотложенные, конгломерато-брекчиевые руды имеют ограниченное распространение и залегают в виде мелких линзовидных тел в кровле остаточных руд или на продуктах выветривания сланцев. Их мощность обычно до 4—7 м и лишь иногда достигает 13 м.

Основное распространение имеют магнетито-мартитовые и мартитовые руды. В подчиненном им количестве встречаются гидрогематито-мартитовые, гидрогематитовые и железнослюдково-мартитовые. В основании залежей нередко встречаются магнетито-мартитовые руды с значительным содержанием остаточного кварца.

Плотные интенсивно сидеритизированные скальные руды составляют около 70%. Рыхлые руды не имеют сплошного распространения и встречаются преимущественно в центральных частях рудных тел с повышенной мощностью.

Среди богатых руд прослой пустых пород (преимущественно гидрогематизированные, каолинизированные сланцы и слабо оруденевшие железистые кварциты) составляют около 5% от объема разведанных залежей. Мощность таких прослоев обычно не более 1,5—2 м.

Содержание железа в рудах колеблется от 36 до 66%. Более богатыми (среднее 58,5%) являются рыхлые их разности и более бедными (53,6%) плотные интенсивно сидеритизированные разности, приуроченные в основном к горизонтам, прилегающим непосредственно к осадочной толще и к участкам залежей с малой мощностью.

Содержание кремнезема и глинозема в рудах обычно не превышает 5—7% и лишь в единичных случаях достигает 20—26%.

Будучи представленными преимущественно плотными разностями, руды имеют повышенное содержание летучих ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ), достигающее в наиболее сидеритизированных разностях 25—27%.

Содержание серы колеблется от сотых долей до 1—2%. Высокое ее содержание приурочено к верхней части рудных тел, прилегающей к осадочной толще. С глубиной оно постепенно уменьшается. Содержание фосфора обычно не превышает сотых долей процента.

Среднее содержание главных химических компонентов отдельно по каждой из залежей приведено в табл. 65. Немногочисленные полные анализы установили наличие в рудах от 0,05 до 1,5%  $\text{TiO}_2$ , 0,17—15,5%  $\text{CaO}$ , 0,38—1,5%  $\text{MgO}$ , 0,04—0,11%  $\text{MnO}$ , 0,12—0,14  $\text{Na}_2\text{O}$ .

По данным полуколичественных спектральных анализов, богатые железные руды имеют максимальные содержания: бериллия — 0,001%, ванадия — 0,009%, меди — 0,003%, цинка — 0,06%, никеля — 0,003%, циркония — 0,06%, хрома — 0,003% и бария — 0,003%. В руде отсутствуют: мышьяк, теллур, скандий, сурьма, таллий, тантал, свинец, олово, ниобий, вольфрам, галлий, германий, индий, висмут, молибден, литий, кадмий, серебро, кобальт и стронций.

По химическому составу руды Стойленского месторождения вполне пригодны для доменной плавки без обогащения.

Средний объемный вес плотных разностей руд 3,52, рыхлых 3,2, при влажности соответственно 3,7 и 3,9%.

Разведанные запасы богатых железных руд были утверждены ГКЗ в следующих количествах: а) балансовые запасы по категориям В — 52,2 млн. т,  $C_1$  — 84,6 млн. т и  $C_2$  — 16,2 млн. т; б) забалансовые запасы по категории  $C_1$  — 7,8 млн. т.

К балансовым запасам отнесены руды с минимальной мощностью 3 м, с содержанием  $\text{Fe} \geq 45\%$  и  $\text{SiO}_2 \leq 25\%$  в пробе и 10% в блоке, а при повышенном содержании летучих (карбонатные руды) —  $\text{Fe} \geq 35\%$  и  $\text{SiO}_2 \leq 25\%$  в пробе и 10% в блоке. Руды с более высоким содержанием кремнезема учитывались как забалансовые.

Учитывая, что при разработке богатых железных руд открытым способом возникает вопрос о разработке железистых кварцитов, нами был произведен ориентировочный подсчет их запасов на 100 м углубки. В пределах площади всех четырех промышленных залежей они составляют 11,9 млрд. т<sup>1</sup>.

Химический состав железистых кварцитов в зоне окисления характеризуется содержанием железа от 27 до 44,5% (среднее — 38%) и кремнезема от 15,2 до 46,1%.

Основными водоносными горизонтами на Стойленском месторождении являются два: сеноман-альбский в песках и протерозойский в кристаллических образованиях. Водоупором между ними служат глины юры и девона. Сеноман-альбский горизонт приурочен к толще мелко- и среднезернистых песков мощностью от 20 до 38 м, имеющих коэффициенты фильтрации в среднем 10 м/сутки. Водопроницаемость кристаллических пород значительно ниже. Так, плотные разности богатых руд имеют коэффициенты фильтрации 0,22—0,33 м/сутки, а рыхлые — 1,12 м/сутки.

Общие напоры подземных вод над кровлей рудной залежи в естественных условиях изменялись от 47 до 86 м. Под влиянием осушения водоносных горизонтов на Лебединском месторождении, а также в связи с началом водопонижения на Стойленском строящемся карьере напоры подземных вод снижаются.

При полном осушении в районе карьера ожидаемый водоприток оценивается порядка 4000 м<sup>3</sup>/час. Осушение месторождения в значительной мере облегчается тем, что его залежь расположена в пределах водораздела.

На базе руд наиболее крупной залежи № 1 месторождения в 1961 г. начато строительство карьера I очереди с годовой производительностью 3,8 млн. т товарной руды, с содержанием железа 53,8%, с проектной себестоимостью 2 руб. 46 коп. Средний коэффициент вскрыши здесь равен 5,6 м<sup>3</sup>/т, т. е. в 3,1 раза больше, чем на площади карьера залежи Центрального участка Лебединского месторождения. Эксплуатационные запасы руды в контуре карьера 94,2 млн. т, или 61% от запасов категорий В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> всего месторождения.

По расчетам института Центрогипроруда карьером возможна дополнительная добыча еще 19,4 млн. т руды в северо-западной и юго-западной частях залежи № 1 с более худшими горно-экономическими показателями, что предполагается выполнить карьером II очереди. Остальная часть запасов богатых железных руд месторождения может быть вынута лишь частично при помощи подземных выработок из карьера.

Этим же институтом составлен проект добычи цементного сырья для цементного завода с годовым потреблением 4,3 млн. т мергеля и мела и 0,83 млн. т глин, которые будут добываться попутно при вскрытии железорудного месторождения. Проектируемая себестоимость цемента значительно ниже, чем на наиболее крупных заводах. Это частичное использование пород вскрыши снижает себестоимость руд на 0,17 руб/т.

Карьер Стойленского месторождения планируется использовать для добычи железистых кварцитов по мере их обнажения при выемке богатых руд. По данным института, возможные к выемке без разноса бортов карьера запасы железистых кварцитов составляют 836 млн. т, в том числе 310 млн. т окисленных. Кварциты проектируется использовать для получения концентрата на планируемом к строительству Лебединском обогатительном комбинате.

<sup>1</sup> Детальная разведка железистых кварцитов на Стойленском месторождении начата в 1964 г.

По расчету ЦЭНИИ, стоимость 1 т предельного чугуна из богатой руды Стойленского месторождения без учета стоимости ее перевозки до металлургического завода 24 руб. 18 коп.

### КОРОБКОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Коробковское месторождение железных руд находится восточнее г. Губкина в Белгородской области, в среднем течении р. Осколец. На юго-востоке оно граничит с Лебединским, а на юго-западе — с Сал-

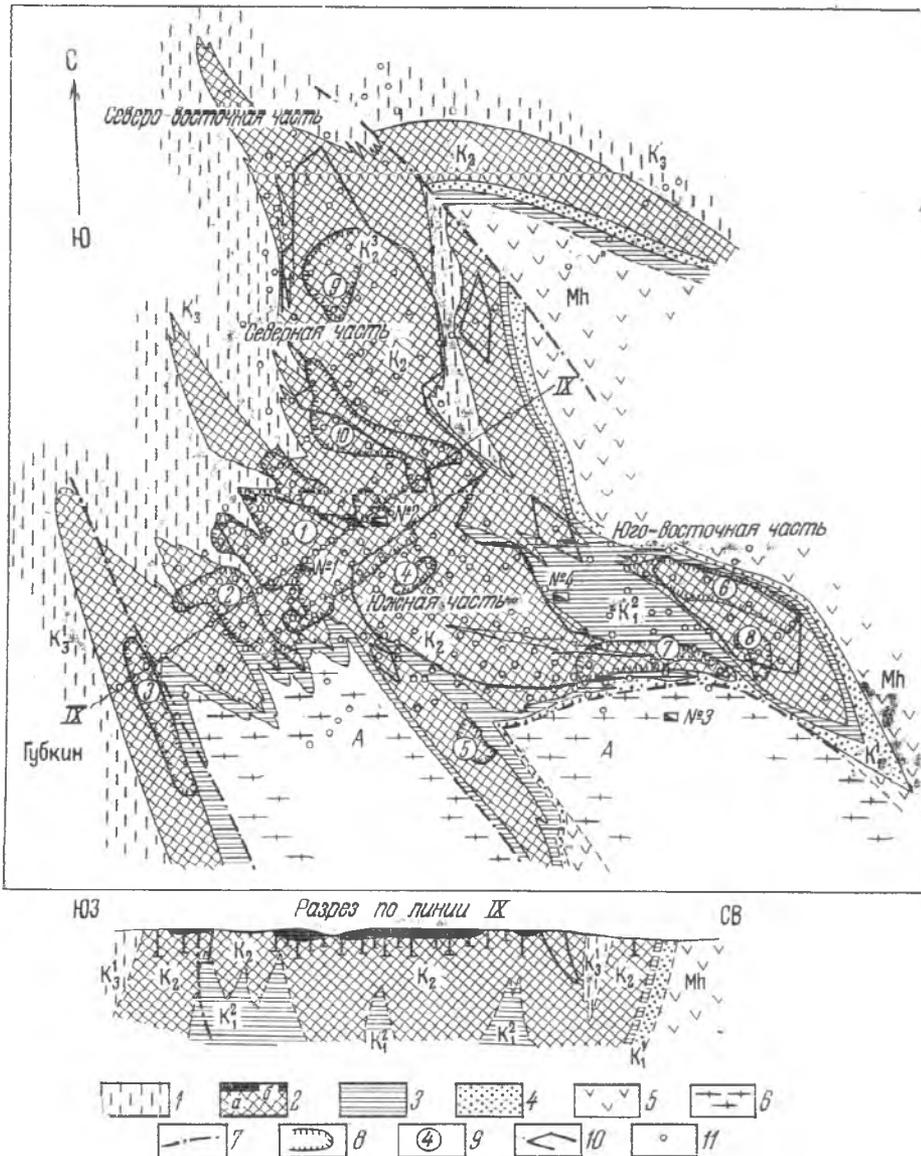


Рис. 55. Геологическая схема докембрия Коробковского месторождения КМА. По А. А. Прозоровскому (1953 г.) и Н. И. Голивкину (1963 г.)

1 — сланцы  $K_3^1$ ; 2 — железистые кварциты  $K_2$  (а) и богатые руды (б); 3 — сланцы  $K_1^1$ ; 4 — кварцитовидные песчаники, кварциты, конгломераты  $K_1^1$ ; 5 — амфиболиты, кварцевые порфиры Mh; 6 — гнейсы, мигматиты; 7 — тектонические разрывы; 8 — контур рудных залежей; 9 — номер залежи; 10 — контур разведанных железистых кварцитов; 11 — буровые скважины

тыково-Александровским месторождениями. По южной границе проходит однопутная железная дорога Старый Оскол — Ржава.

Поверхность имеет более или менее ровный рельеф с абсолютными отметками 145—150 м в долинах рек и до 200—210 м на водоразделах.

Богатые железные руды на Коробковском месторождении открыты в 1930 г. поисковыми работами Геологического треста Курской магнитной аномалии, возглавлявшимися геологами К. Я. Пятовским и Ф. С. Золозовым при консультации профессора Н. И. Свитальского.

Детальная разведка на месторождении проводилась с 1931 по 1941 г. и с 1947 по 1956 г. Ее задачей было выявление промышленных запасов богатых железных руд (в первом периоде) и железистых кварцитов (во втором периоде).

Коробковское месторождение приурочено к широкому полю железистых кварцитов в центральной части Старо-Оскольского узла аномалий (рис. 55). В строении кристаллического фундамента принимают участие породы обеих распространенных на КМА серий протерозоя — михайловской (Mh) и курской (K).

Курская серия представлена всеми тремя свитами: нижней (песчаниково-сланцевой), средней (железородной) и верхней (карбонатно-сланцевой).

Слагающие железородную свиту железистые кварциты представлены магнетитовым, железослюдково-магнетитовым и слабородным силикатно-магнетитовым типами. В зависимости от присутствия силиката среди них выделяются куммингтонитовые и щелочноамфиболовые разности.

В пределах месторождения железистые кварциты смяты в серию сплюснутых опрокинутых складок с параллельным крутым (60—70°) падением крыльев в северо-восточном направлении. Головы железистых кварцитов окислены с образованием различных маритовых и мартитизированных кварцитов. Мощность зоны окисления кварцитов изменяется от 10 до 74 м, средняя 35—40 м. Все три свиты курской серии секутся дайками метаморфизованных жильных пород.

Осадочную толщу пород слагают девонские, юрские, меловые и четвертичные отложения. Общая их мощность колеблется от 66 до 179 м. Данные о литологическом составе и мощности отложений оса-

Таблица 66

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		средняя	минимальная	максимальная
Q	Делювиальные и элювиальные суглинки	21,0	0,0	37,0
Cr <sub>2</sub> t+cn+st	Серовато-белый слюдястый мергель, белый пишущий мел . . . . .	33,0	10,0	67,0
Cr <sub>1</sub> l+sm	Плита фосфоритовых желваков на кремнисто-фосфоритовом цементе. Тонкозернистые слабоглинистые кварцевые пески; грубо- и среднезернистые слабоглинистые кварцевые пески . . . . .	31,0	16,0	54,0
J <sub>3</sub>	Мелкозернистые сильноглинистые пески и песчанистые глины с прослойками сидерито-кварцевых песчаников . . . . .	13,0	0,0	57,0
D <sub>2+3</sub>	Вверху тонкослоистые плотные глины, внизу кварцевые песчаники на сидеритовом цементе и брекчии выветрелых кристаллических пород . . . . .	3,0	0,0	6,0
	Вся осадочная толща . . . . .	101,0	61,0	140,0

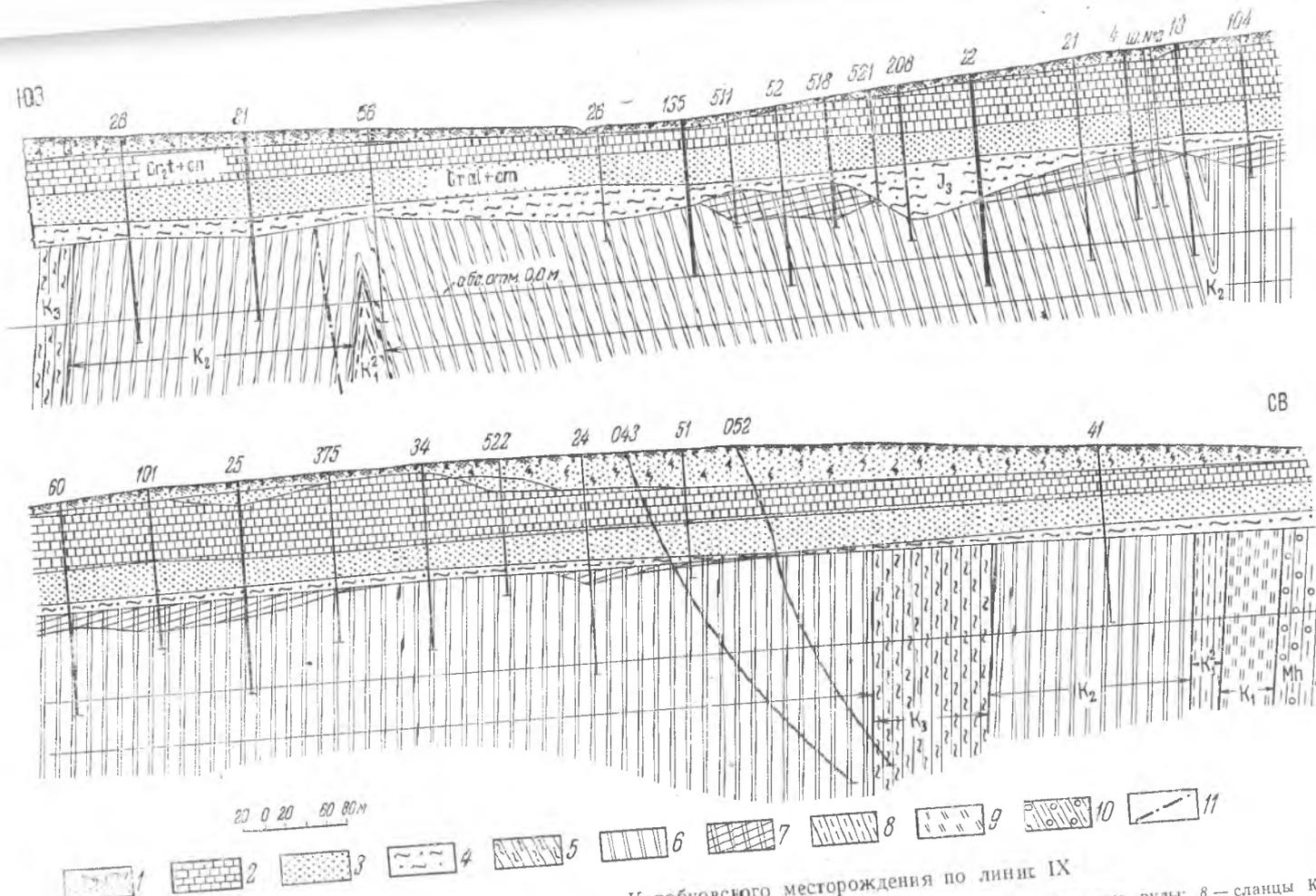


Рис. 56. Геологический разрез Коробковского месторождения по линии IX

1 — суглинки; 2 — мергель и мел; 3 — песок; 4 — песчанистая глина; 5 — сланцы K<sub>3</sub>; 6 — железистые кварциты; 7 — богатые железные руды; 8 — сланцы K<sub>1</sub><sup>2</sup>; 9 — кварциты, конгломераты; 10 — кварцевые порфиры, акфаболиты; 11 — тектонические разрывы

дочного комплекса на площади Коробковского месторождения приведены в табл. 66.

Повсеместным распространением из перечисленных отложений пользуются четвертичные, меловые и юрские. Девонские отложения сохранились лишь в юго-восточной и южной частях месторождения, на участках наиболее низких отметок поверхности докембрия.

На площади Коробковского месторождения установлено десять горизонтальных рудных залежей (№ 1—10) площадью от 16,5 до 336,5 тыс. м<sup>2</sup> (см. рис. 55). Все они находятся в пределах весьма широкого поля железистых кварцитов. Кровлей их служат юрские отложения и лишь в отдельных мелких пониженных участках — породы девона (рис. 56).

Подошва залежей весьма неровная с амплитудой колебаний до 30 м. Мощность руд от 1—2 до 57 м, а средняя по различным залежам от 6 до 29 м. Глубина залегания руд от 61 до 140 м, средняя — 101 м. Данные о размерах и глубине залегания залежей приведены в табл. 67.

Таблица 67

№ залежи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средняя глубина залегания, м . . . . .	104	79	—	137	—	89	89	89	134	116
Площадь, тыс. м <sup>2</sup> . . . . .	337	95	61	16	19	103	43	21	86	128
Средняя мощность, м . . . . .	15	15	21	11	29	15	18	6	8	6

Остаточные руды на Коробковском месторождении составляют около 85%. Представлены они здесь преимущественно мармитовыми и железнослюдково-мармитовыми разностями, в подчиненном количестве находятся гидрогематито-мармитовые и глинистые гидрогематитовые руды. Прослой сланцев и слабооруденевших железистых кварцитов среди остаточных руд составляют около 10%.

Осадочные руды составляют 5% от общего объема запасов. Они залегают в кровле остаточных руд, реже на сланцах в виде мелких разрозненных, линзовидных тел, обычно небольшой мощности (4—5 м).

Плотные разности руд на Коробковском месторождении составляют 60% от объема выявленных запасов. Они имеют преимущественное распространение на близких к кровле залежей горизонтах и на их участках с пониженной мощностью. На рыхлые руды приходится около 40%. Они чаще всего залегают на некоторой глубине от поверхности рудных тел, приурочиваясь к участкам залежей повышенной мощности.

Рыхлые руды обладают значительной пористостью, изменяющейся от 23 до 43% при среднем значении 26%. У плотных руд она значительно меньше и в среднем равна 10%.

Богатые руды Коробковского месторождения, кроме железа, содержат: кремнезем, глинозем, летучие, серу, фосфор, титан, кальций, магний, марганец и щелочные металлы.

Наиболее богатыми железом (среднее 57,5%) являются рыхлые мармитовые, менее богатыми — гидрогематито-мармитовые (53,8%) и самыми бедными — плотные сидерито-мармитовые руды (50,4%). Среднее содержание железа по всем типам руд 53,2%.

Среднее содержание кремнезема в плотных сидерито-мармитовых рудах равно 6,26%, в рыхлых гидрогематито-мармитовых — 4,6%, в мармитовых — 7,9% и для всех вместе — 6,8%.

Наибольшее содержание серы в плотных рудах (среднее 0,58%), несколько меньшее (0,557%) в рыхлых гидрогематито-мармитовых и

еще меньшее (0,449%) в мармитовых рудах. Среднее содержание серы по всем рудам 0,536%.

Среднее содержание фосфора в рудах 0,09%. Содержание глинозема колеблется от нуля до 10%, среднее — 2,67%.

Содержание остальных компонентов приводится в табл. 68.

Таблица 68

Компоненты	Содержание, %		
	мини- мальное	макси- мальное	среднее
MgO . . . . .	0,03	2,02	0,57
CaO . . . . .	0,38	15,98	2,05
MnO . . . . .	0,00	1,40	0,19
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,25	1,36	0,66
As . . . . .	0,015	0,02	0,017
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,80	24,94	7,88
TiO <sub>2</sub> . . . . .	Следы	0,04	—

Выполненными полуколичественными спектральными анализами установлено присутствие до 0,01% меди, молибдена и никеля.

Объемный вес богатых железистых руд изменяется от 3,13 до 3,94%. Из обнаруженных 10 залежей детально разведаны лишь две наиболее крупные — восточная (№ 1) и западная (№ 2). Остальные восемь залежей были установлены немногочисленными или единичными скважинами.

Выявленные запасы руд категорий В и С<sub>1</sub> были приняты ЦКЗ (1937 г.) и частично ВКЗ (1956 г.) в количестве соответственно 7,8 и 16,5 млн. т, в том числе 8,5 млн. т категории С<sub>1</sub> забалансовых.

Данные о среднем химическом составе неокисленных железистых кварцитов по четырем разведанным участкам месторождения приводятся в табл. 69.

Таблица 69

Компоненты	Среднее содержание, %			
	Юго-восточ- ная часть	Южная часть	Северная часть	Северо-восточ- ная часть
Fe <sub>общ.</sub> . . . . .	32,8	34,63	34,39	34,00
Fe <sub>раст.</sub> . . . . .	30,5	33,25	32,76	32,07
Fe <sub>силикат.</sub> . . . . .	2,3	1,38	1,63	1,93
FeO . . . . .	13,4	13,59	14,14	14,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	31,7	34,35	33,36	32,90
SiO <sub>2</sub> . . . . .	43,8	41,59	42,90	42,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,01	1,65	1,34	1,63
S . . . . .	0,14	0,13	0,10	0,09
P . . . . .	0,04	0,09	0,07	0,07
Mg . . . . .	2,3	2,09	2,60	—
CaO . . . . .	2,5	1,82	2,82	—
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,12	0,07	0,09	—
MnO . . . . .	—	0,05	0,03	—
Щелочи . . . . .	0,16	0,27	1,03	—
П. п. п. . . . .	2,1	3,67	2,17	0,77

Основная масса железистых кварцитов характеризуется содержанием растворимого железа в пределах от 30 до 37%. Содержание кремнезема колеблется от 36,52 до 60,96% и глинозема от 0,30 до 2,97%.

Среднее содержание серы в кварцитах равно 0,11%, фосфорита 0,05%. Спектральными анализами в кварцитах обнаружено максимальное содержание молибдена в количестве 0,01%, хрома — 0,1% и никеля — 0,01%.

Пористость железистых кварцитов не превышает 1%, водопоглощаемость колеблется от 0,05 до 0,23% по весу, прочность на сжатие от 580 до 1135 кг/см<sup>2</sup>, объемный вес изменяется от 3,3 при содержании железа до 26% до 3,6 при его содержании до 40%.

Обогатимость железистых кварцитов этого месторождения изучена значительно полнее по сравнению с другими месторождениями бассейна. Здесь работают две обогатительные фабрики № 1 и 2, перерабатывающие неокисленные магнетитовые и железнослудково-магнетитовые кварциты. Обогащение на этих фабриках производится методом магнитной сепарации. В 1965 г. ими было получено 1,44 млн. т концентрата с содержанием железа 63,6% при его выходе 44,19% и извлечении 81,6%. Себестоимость полученного концентрата 6,62 руб./т.

Детальная разведка железистых кварцитов производилась до абсолютной отметки — 125 м, т. е. примерно на глубину 200—300 м от поверхности докембрийских пород. Их балансовые запасы составляют: по категории В — 437 млн. т, по категории С<sub>1</sub> — 319,2 млн. т, по категории С<sub>2</sub> — 7,6 млн. т и забалансовые по категориям В+С<sub>1</sub> — 318,8 млн. т.

При подсчете запасов к балансовым были отнесены неокисленные железистые кварциты с содержанием железа не ниже 25%, залегающие ниже горизонта — 5 м, а к забалансовым — преимущественно окисленные кварциты, разведанные выше этого горизонта.

На Коробковском месторождении развиты водоносные горизонты: четвертичный в аллювиальных песках, коньяк-гуронский в мелах, сеноман-альбский в песках, юрский в песках и протерозойский в богатых железных рудах и трещиноватых породах докембрия.

Наблюдения в горных выработках рудника показали, что богатые руды водоносны во всей массе. По данным опытных откачек, коэффициенты фильтрации их плотных разностей 1,38—1,73 м/сутки, а рыхлых — 0,50 м/сутки. У трещиноватых железистых кварцитов и гнейсов он значительно ниже и находится в пределах 0,0026—0,068 м/сутки. Глубинные водоносные зоны, приуроченные к разрывным тектоническим нарушениям и контактам железистых кварцитов со сланцами, встречаются редко.

Фактический приток воды в подземные горные выработки действующего кварцитового рудника только за счет протерозойско-архейского водоносного горизонта достигает 250—300 м<sup>3</sup>/час.

Еще в довоенный период (1931—1941 гг.) на базе богатых железных руд залежей № 1 и 2 Коробковского месторождения производилось строительство опытного рудника им. Губкина. В связи со сложностью горно-геологических условий и отсутствием опыта по разработке месторождений такого типа эти работы были прекращены, а построенные сооружения рудника было решено использовать для разработки железистых кварцитов. Для этой цели здесь было построено два рудника — им. Губкина и Южно-Коробковский, которые впоследствии были объединены в Шахтоуправление им. Губкина.

Разработка железистых кварцитов начата в 1952 г. Добываются их неокисленные разности за пределами обводненной сильно трещиноватой зоны окисления. Выемка производится без осушения пород осадочной толщи под прикрытием предохранительного потолочного целика 100—150 м, который вместе с поддерживающими его межкамерными целиками остается в недрах. Это влечет за собой исключительно большие потери разведанных запасов. В настоящее время Шахтоуправление поставляет 1,4—1,5 т концентрата в год.

Учитывая высокую себестоимость концентрата из коробковских кварцитов, институт Центрогипроруда считает, что Шахтоуправление сразу после отработки существующих эксплуатационных горизонтов, т. е. примерно с 1970—1971 гг. должно прекратить свое существование как нерентабельное с прекращением его обогатительных фабрик на переработку кварцитов Лебединского месторождения, которые будут добываться открытым способом.

Согласно данным этого института, залежи богатых железных руд Коробковского месторождения в настоящее время промышленного интереса не представляют, так как, по его подсчету, основная часть учтенных запасов находится в охранных целиках действующих рудников им. Губкина и Южно-Коробковского, а также железной дороги и города. Возможные к выемке запасы составляют всего лишь около 15 млн. т. Рудник им. Губкина может быть использован как база для опытной выемки богатых руд подземным способом, еще нигде не производившейся в горно-геологических условиях Старо-Оскольского района. Это тем более необходимо иметь в виду в связи с тем, что в довоенный период для выемки богатых руд на руднике были проведены значительные по объему горноподготовительные работы.

### САЛТЫКОВО-АЛЕКСАНДРОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Салтыково-Александровское месторождение имеет форму узкой (до 1,0—1,5 км) полосы северо-западного простирания, прослеживающейся на протяжении 45 км вблизи населенных пунктов: Панки, Теплый Колодезь, Губкин, Салтыково, Александровка, Долгая Поляна и Коростово Белгородской области. В северной части месторождение граничит с Коробковским месторождением богатых железных руд. Здесь на его площади проходит железная дорога Старый Оскол — Ржава, соединяющая две крупные магистрали: Москва — Харьков и Москва — Донбасс. Рудоносную полосу пересекают два правых притока р. Оскол — на севере ручей Осколец и на юге ручей Дубенка.

Богатые железные руды на этом месторождении впервые были встречены в 1924 г. скважинами геологопоисковых работ ОККМА, выполнявшихся под руководством А. Д. Архангельского (1926). Но на них тогда не было обращено нужного внимания.

В последующие периоды разведочные работы здесь проводились Геологическим трестом КМА с 1930 по 1941 г. с целью поисков и детальной разведки богатых железных руд и Курской железорудной экспедицией треста Курскгеология с 1948 по 1950 г. с целью детальной разведки железистых кварцитов и освещения рудоносности Салтыковской аномальной полосы.

Салтыково-Александровское месторождение приурочено к Салтыковской полосе железистых кварцитов (рис. 57\*). В северной его части она представлена двумя пластами, имеющими более или менее спокойное залегание. В южной половине полосы имеет место ряд раздувов с разветвлениями на 3—4 пласта и пережимов, где она представлена всего лишь одним пластом.

В строении кристаллического фундамента на месторождении участвуют породы архея — гнейсы и прорывающие их плагиограниты, и породы протерозоя, имеющие следующее деление (снизу вверх):

1. Михайловская серия (Mh) — амфиболиты, амфиболо-биотитовые сланцы, кварцевые порфиры и их туфы, серпентиниты.

2. Курская серия ( $K_1$ ), представленная:

а) нижней песчаниково-сланцевой свитой — безрудные кварциты ( $K_1^1$ ), кварцево-сланцевые и филлитовидные сланцы ( $K_1^2$ );

б) средней железорудной свитой, разделяющейся на три горизон-

та; нижний, железистый мощностью от 75 до 175 м — слаборудные куммингтонито-магнетитовые кварциты ( $K_2^1$ ); средний, сланцевый мощностью от 30 до 400 м — углистые филлитовидные сланцы ( $K_2^2$ ) и верхний, железистый мощностью от 150 до 500 м, сложенный по контакту со сланцами слаборудными куммингтонито-магнетитовыми кварцитами, а ближе к центральной части щелочноамфиболово-магнетитовыми и карбонатно-магнетитовыми кварцитами ( $K_2^3$ );

в) верхней карбонатно-сланцевой свитой ( $K_3$ ) — серицитовые и серицито-биотитовые филлитовидные сланцы.

На всем протяжении юго-восточнее г. Губкина Салтыковская полоса имеет синклинальное строение (рис. 58). Ядро этой синклинали

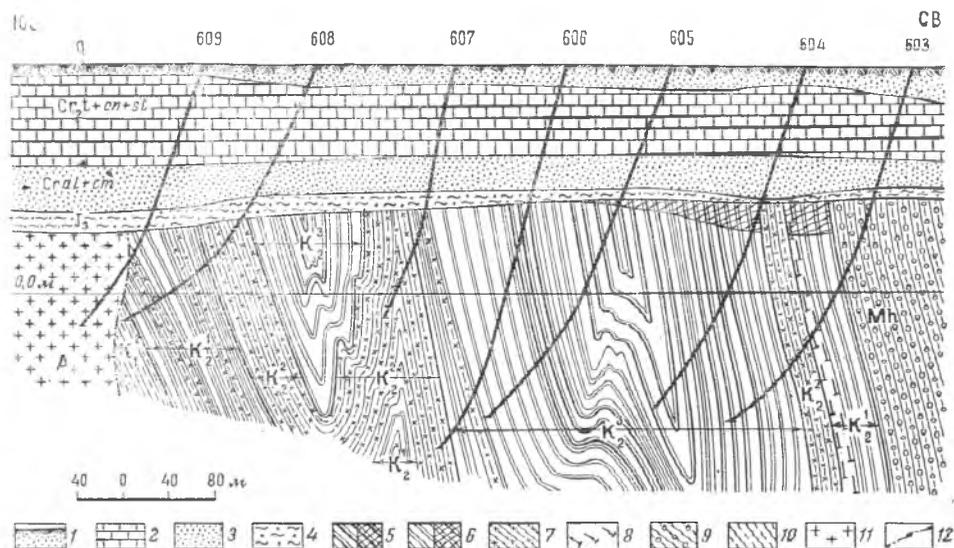


Рис. 58. Геологический разрез Салтыково-Александровского месторождения по линии III. По А. А. Прозоровскому

1 — суглинок; 2 — мергель и мел; 3 — песок; 4 — песчаные глины; 5 — железнолюдково-магнетитовые кварциты (а) и железнолюдково-мартиитовые руды (б); 6 — магнетитовые кварциты (а) и мартиитовые руды (б); 7 — сланцы  $K_2^2$ ; 8 — слаборудные и безрудные кварциты; 9 — кварцевые порфиры, амфиболиты; 10 — сланцы  $K_1^2$ ; 11 — граниты А; 12 — тектонические разрывы

сложено железистыми кварцитами и сланцами железорудной свиты. По обе стороны от нее распространены более древние породы протерозоя и архея. Породы верхней свиты ( $K_3$ ) здесь встречаются лишь в ядре синклинали зажатыми среди железистых кварцитов в виде небольших вытянутых участков. Ось синклинали имеет ряд ундуляционных перегибов, обусловивших раздувы и пережимы рудоносной полосы. Эта основная синклиналь осложняется дополнительной складчатостью более высоких порядков.

В северной части (севернее г. Губкина) рудоносная полоса имеет одинарное строение. Прослеживающиеся здесь оба пласта железистых кварцитов круто падают в северо-восточном направлении и уходят под породы верхней свиты. К западу от них распространены сланцы и кварциты  $K_1^2$  и гнейсы архея.

Докембрийские породы несогласно перекрываются породами осадочной толщи, представленной четвертичными, нижнетретичными, меловыми, юрскими и девонскими осадками. Данные о их мощности и составе сведены в табл. 70.

Из перечисленных отложений осадочного комплекса повсеместным распространением пользуются лишь коньяк-туронский мел и сеноман-

Т а б л и ц а 70

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		мини- мальная	макси- мальная	средняя
Q	Элювиально-делювиальные суглинки и глины. Песчано-глинистый элювий, торфяники . . . . .	0,0	15,0	10,0
Pg	Глинистые пески, глины, опоковидные глины, слабо сцементированные песчаники	0,0	50,0	3,0
Cr <sub>2</sub> st	Плотный мергель . . . . .	0,0	53,0	10,0
Cr <sub>2</sub> t+сп	Плотный однородный пишущий мел, нередко сверху закарстованный . . . . .	17,0	65,0	47,0
Cr <sub>1</sub> al+Cr <sub>2</sub> sm	В верхней части кварцево-глауконитовые мелко- и тонкозернистые слабоглинистые пески с желваками фосфоритов. В нижней половине средне- и мелкозернистые пески с примесью глауконита с линзами грубозернистых (до гравелистых) кварцевых песков . . . . .	23,0	41,0	29,0
J <sub>3</sub>	В верхней части разреза песчаные глины с линзами мелкозернистых глинистых песков с прослоями сидеритовых песчаников. Внизу—коричневато-серые глины, к низу переходящие в грубозернистые пески. . . . .	0,0	47,0	20,0
D <sub>2+3</sub>	Пестроцветные плотные глины с прослойками сидеритовых песчаников . . . . .	0,0	33,0	—
	Темно-зеленые плотные глины с прослоями известняков, брекчии, конгломераты, осадочные руды . . . . .	0,0	20,0	—
	Вся осадочная толща . . . . .	58,0	192,0	119,0

альбские пески, а также юрские и четвертичные отложения. Нижнетретичные и сантонские породы сохранились лишь на водоразделах, а девонские отложения встречены единичными скважинами в виде мелких разрозненных линз, приуроченных к наиболее низким участкам поверхности докембрийского ложа, обычно за пределами полосы железистых кварцитов.

Богатые железные руды залегают сразу под осадочной толщей на головах железистых кварцитов, образуя цепочку разобщенных между собой горизонтальных узких залежей, обычно вытянутых в юго-восточном направлении.

Кровлей руд служат рыхлые песчано-глинистые отложения юрского возраста и лишь в единичных случаях встречаются девонские отложения.

Мощность руды изменяется от 2—3 до 55 м при среднем значении ее по различным залежам от 5 до 30 м, глубина залегания колеблется от 58 до 192 м, средняя 119 м.

Преимущественным распространением пользуются плотные руды, составляющие сколо 85%. Рыхлые руды залегают в виде мелких разрозненных линз в основании залежей или среди плотных руд.

Остаточные руды составляют около 95% объема выявленных залежей. В соответствии с минеральным составом железистых кварцитов главную массу составляют мартитовые руды, в подчиненном количестве находятся железослюдково-мартитовые и встречающиеся в единичных скважинах гидрогематито-мартитовые разности.

Осадочные руды составляют всего 5% и встречаются в виде разрозненных мелких линзовидных тел мощностью до 5—10 м.

По химическому составу руды описываемого месторождения не имеют существенных отличий от руд других месторождений Старо-

Оскольского района и характеризуются средними содержаниями железа 52,2%, кремнезема 5,2%, летучих 11,5% и серы 0,74%. Наиболее богатые железом разности руд (до 60—65%) встречаются в центральной части разреза залежей.

Содержание серы весьма непостоянно и изменяется от сотых долей до нескольких процентов. Содержание летучих находится в пределах от 1—2 до 25%, СаО — 0,7—6,5% и MgO — 0,3—3,0%.

Все месторождение делится на четыре разведочных участка: Панково-Осколецкий, на котором установлено четыре залежи богатых руд; Салтыковский с семнадцатью залежами; Александровский — залежь № 8 и Коростовский — залежь № 9.

Наиболее полное освещение буровыми работами получили залежи богатых руд № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Салтыковского и залежь № 8 Александровского участков. Выявленные здесь запасы были приняты НТС ГУЦР по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>. По категории С<sub>2</sub> были приняты ТКЗ также и запасы на небольшой площади на юге залежи № 9 Коростовского участка. Остальные десять залежей Салтыковского, а также все четыре залежи Панково-Осколецкого участков были установлены единичными поисковыми скважинами и из-за их малых размеров при подсчете запасов не учитывались. Общие возможные запасы этих залежей по ориентировочному подсчету всего лишь порядка 23 млн. т.

При выполнении геологоразведочных работ не был произведен подсчет запасов на большей части площади значительной по размерам залежи № 9 Коростовского участка. По этой причине возможные здесь запасы учитываются как прогнозные.

Данные о глубине залегания, мощности и количестве запасов, а также о химическом составе руд для наиболее крупных залежей, могущих иметь практическое значение, приводятся в табл. 71.

Таблица 71

№ залежи	Средняя мощность, м	Запасы, млн. т			Средняя глубина залегания, м	Среднее содержание, %		
		кат. С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	прогнозные		железа	кремнезема	серы
	30,2	—	3,4	—	76	58,6	4,9	0,5
	16,8	23,0	—	—	95	54,9	4,7	0,7
	11,8	18,5	—	—	131	49,8	3,8	0,7
	14,6	—	2,0	—	143	49,6	2,6	0,3
	33,1	—	1,7	—	152	54,1	7,5	1,0
	14,2	—	5,7	—	167	51,4	5,0	0,9
	6,2	—	0,7	—	140	47,8	3,8	—
	13,8	—	31,7	—	156	50,9	5,2	0,9
	10,2	—	19,0	45,0	108	52,0	5,5	—
1—9*	—	41,5	64,2	45,0	—	—	—	—

\* На 1/1 1964 г. балансом запасов учитывается: категория С<sub>1</sub>—4,3 млн. т и категория С<sub>2</sub>—101,8 млн. т.

Кроме богатых железных руд на Салтыковском участке вблизи залежей № 2 и 3 была произведена разведка железистых кварцитов, принятых ГКЗ по категориям В<sub>1</sub>, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> в следующих количествах (табл. 72).

По условиям системы разработки к балансовым были отнесены запасы лишенных интенсивной трещиноватости неокисленных железистых кварцитов ниже горизонта —5 м, а к забалансовым — обычно трещиноватые и окисленные кварциты, залегающие выше этого горизонта.

Произведенные технологические испытания установили возможность получения из железистых кварцитов Салтыковского участка

Т а б л и ц а 72

Запасы, млн. т			Среднее содержание, %				
кат. В	кат. С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	железа	кремне- зема	глинозема	серы	фосфора
<b>Балансовые</b>							
184,56	218,08	117,48	32,0	42,4	1,2	0,16	0,08
<b>Забалансовые</b>							
109,53	91,13	—	33,1	—	—	—	—

концентраты с содержанием железа 60—63%, кремнезема 10—15%, глинозема 1,0—2,5%, серы 0,18—0,3% и фосфора 0,05—0,06% при выходе 46—51% и извлечении железа 86—90%.

В обводнении Салтыково-Александровского месторождения принимают участие три основных водоносных горизонта: коньяк-туронский, сеноман-альбский и протерозойско-архейский. Их водоносность и гидродинамические свойства характеризуются данными, приведенными в табл. 73.

Т а б л и ц а 73

№ п/п	Водоносный горизонт	Мощность водоносных пород, м	Напор над кровлей в естественных условиях, м	Удельный дебит скважин, л/сек	Коэффициенты фильтрации, м/сутки
1.	Коньяк-туронский в мелах	17,0—40,0	Без напора	0,0018—0,59	0,007—3,85
2.	Сеноман-альбский в песках	23,0—40,5	20,0—40,0	0,435—1,43	1,51—4,52
3.	Протерозойский в рудах и кварцитах . . . . .	40,0—70,0	60,0—120,0	—	0,0015—0,3

Воды, приуроченные к четвертичным, юрским и девонским песчано-глинистым отложениям, имеют второстепенное значение. По ориентировочному расчету водопиток при осушении месторождения не будет превышать 2500 м<sup>3</sup>/час.

По данным института Южгипроруда, ни открытый, ни подземный способы не могут быть рекомендованы для выемки руды Салтыково-Александровского месторождения в настоящее время.

В 1962 г. институтом Центрогипроруда технико-экономические показатели ЮГР в части открытой разработки залежей были уточнены (табл. 74). В связи с этим залежи № 2, 3 и 8 могут явиться резервом. Кроме них на Салтыково-Александровском месторождении представляет интерес залежь № 9 Коростовского участка, установленная единичными скважинами. Учитывая неглубокое залегание и значительные прогнозные запасы (45 млн. т), она заслуживает более детального освещения буровыми скважинами.

Детально разведанные на Салтыковском участке железистые кварциты, находясь под мощным покровом осадочных пород, не могут служить базой промышленного освоения их в ближайшие десятилетия.

Таблица 74

Институт	Южгипроруда					Центрогипро- руда
	подземный		открытый			открытый
№ залежи	8	2 и 3	2	3	8	2, 3, 8, (последова- тельная отработка)
Промышленные запасы, млн. <i>т</i> . . . . .	26,9	25,1	10,2	17,3	29,5	57,0
Содержание железа в товарной руде, %	49,2	50,3	53,0	48,2	49,2	50,0
Производительность, млн. <i>т</i> . . . . .	1,2	1,3	0,6	0,7	1,2	2,5
Срок строительства, лет . . . . .	3,0	3,0	3,5	4,0	5,7	4,0
Срок службы, лет . . . . .	22,4	19,3	17	25	25	25
Удельные капитальные затраты на про- мышленное строительство, руб. . . . .	13,8	12,8	47,5	55,9	52,6	26,5
Себестоимость товарной руды, <i>руб/т</i> . . . . .	4,2	3,6	6,0	6,2	7,0	3,9

### РОГОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Роговское месторождение богатых железных руд находится вблизи сел Роговое, Пузачи и Лобовые Дворы Курской области, на водоразделе рек Оскол и Тим, в 8 км от ст. Кривец ж.-д. линии Старый Оскол — Ржава<sup>1</sup>. Оно приурочено к Тим-Панковской полосе железистых кварцитов. Открыто месторождение в 1949 г. работами Тимской геологоразведочной партии треста Курскгеология.

В строении кристаллического фундамента на месторождении принимают участие (снизу вверх):

1. Архейские — катаклазированные парагнейсы и плагиограниты.
2. Породы курской серии протерозоя, в том числе: а) нижняя свита ( $K_1$ ) хлористо-серицитовые сланцы; б) средняя свита ( $K_2$ ), внутри которой выделяются три горизонта: силикатные мармитовые кварциты — 181 м, филлитовидные и серицито-биотитовые сланцы — 80 м и железистые кварциты — 217 м; в) верхняя свита курской серии ( $K_3$ ) — серицитовые и известково-биотитовые сланцы и кристаллические известняки.

Все перечисленные породы имеют моноклинальное крутое (60—70°) падение в северо-восточном направлении и слагают западное крыло Тим-Ястребовской синклинали (рис. 59).

Геофизическими работами средняя свита фиксируется в виде двух полос железистых кварцитов: западной и восточной.

В разрезе осадочной толщи принимают участие четвертичные, третичные, меловые, юрские и девонские отложения. Данные о их составе и мощности приводятся в табл. 75.

Девонские отложения имеют сплошное распространение лишь на полях сланцев нижней и верхней свит курской серии. Здесь их мощность достигает 70—80 м. На площади железистых кварцитов (и залегающих на них рудных залежей) она постепенно уменьшается, и в центральной, наиболее возвышенной части месторождения породы девона отсутствуют.

Богатые железные руды залегают в виде сильно вытянутой горизонтальной залежи, приуроченной к полосе железистых кварцитов. Общая ее длина около 17 км и ширина до 400 м (см. рис. 59).

<sup>1</sup> Очерк составлен по данным работы Н. А. Плаксенко и Т. Н. Антоновой «Результаты геологоразведочных работ по Роговскому, Тимскому и Тим-Щигровскому участкам с 1950 по 1954 г.».

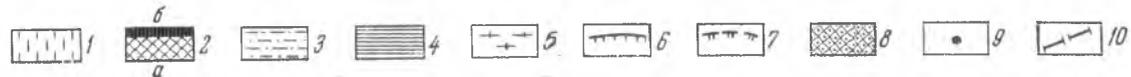
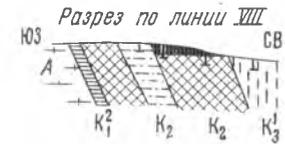
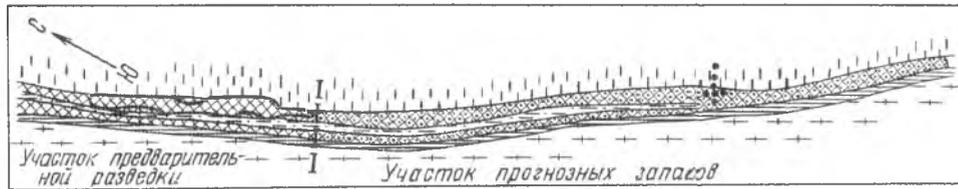
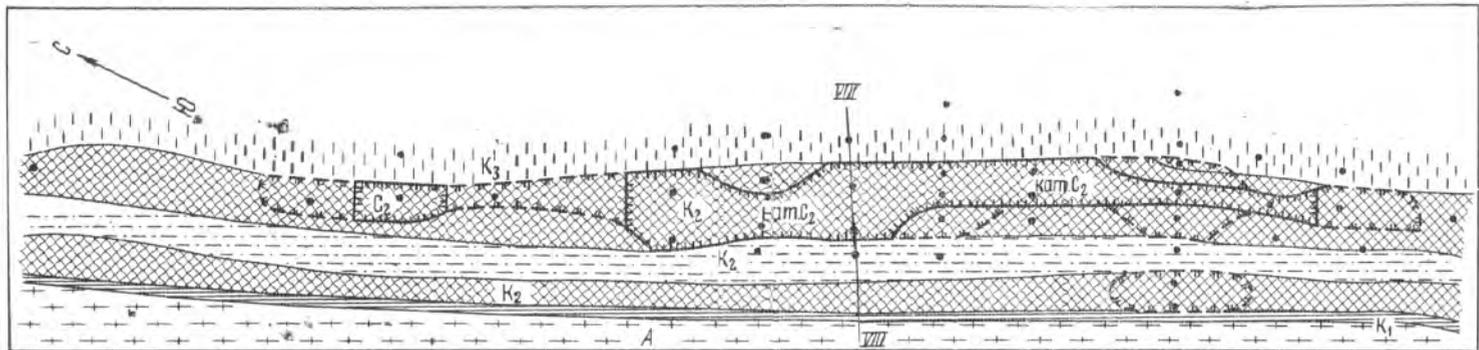


Рис. 59. Геологическая схема докембрия Роговского месторождения КМА

1 — сланцы  $K_3$ ; 2 — железистые кварциты  $K_2$  (а) и богатые руды (б); 3 — сланцы  $K_2$ ; 4 — сланцы  $K_1$ ; 5 — гнейсы, граниты и мигматиты А. Контуры запасов богатых железных руд: 6 — кат.  $C_2$ ; 7 — непромышленной мощности; 8 — прогнозные запасы; 9 — буровые скважины; 10 — границы участков

Возраст	Литологический состав	Средняя мощность, м
Q	Суглинки, песчаные глины . . . . .	5,0
Pg	Вверху мелкозернистые кварцевые пески, внизу зеленовато-серые глины с прослоями песков . . . . .	30,0
C <sub>2</sub> t+cn+st	Мергель и мел . . . . .	67,0
C <sub>1</sub> al+C <sub>2</sub> cm	Разнозернистые кварцево-глауконитовые пески . . . . .	25,0
I <sub>3</sub>	Вверху слабоглинистые пески с прослоями песчанистых глин, внизу глины с прослоями песков . . . . .	34,0
D <sub>2</sub> +D <sub>3</sub>	Зеленые и бурые глины с прослоями известняков, полосчатые плотные глины, пески, алевриты, брекчии, конгломераты, песчаники, осадочные руды . . . . .	40,0—80,0

Северная часть месторождения протяжением 5 км была освещена предварительной разведкой. Здесь залежь имеет среднюю глубину залегания 168 м и мощность до 27 м при среднем ее значении 12,6 м. В кровле руд залегают девонские и юрские отложения. В отличие от других месторождений КМА здесь большим распространением пользуются осадочные конгломератовидные руды, составляющие около 34% и лишь 66% приходится на остаточные.

Среднее содержание в рудах железа общего 55%, кремнезема 5,3%, серы 0,25% и окиси кальция 1,8%, объемный вес 3,1—3,4.

Выявленные предварительной разведкой запасы были приняты ТКЗ по категории C<sub>2</sub> в количестве 29 млн. т.

Наличие богатых железных руд на неразведывавшейся южной части месторождения предполагается по данным геофизических съемок и было подтверждено всего лишь одним поисковым профилем в 9 км южнее разведывавшегося участка у с. Лобовые Дворы. По данным четырех скважин, встретивших руду, средняя мощность залежи 9 м, максимальная 18 м и глубина залегания около 165 м. В рудах среднее содержание железа 58,3%, кремнезема 9,6%, серы 0,23%. Ориентировочные прогнозные запасы руд 66 млн. т.

Вследствие небольших запасов при неблагоприятных горно-геологических условиях залегания, богатые железные руды Роговского месторождения не могут быть объектом промышленного освоения в ближайшие десятилетия. Их запасы с 1963 г. балансом запасов не учитываются.

## НОВО-ОСКОЛЬСКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ РАЙОН

Магнитные аномалии в этом районе известны по работам ОККМА (1919—1926 гг.). Богатые железные руды здесь впервые были обнаружены в процессе поискового бурения Геологоразведочным трестом КМА в 1934 г. В результате возобновившихся в 1956 г. геофизических работ в Ново-Оскольском районе Курской геофизической экспедицией Геологического управления центральных районов было закартировано около 17 аномалий, из которых Погромецкая и Чернянская имеют значительные размеры. Они были рекомендованы для первоочередной проверки на рудоносность бурением.

Первыми проверочными скважинами на Погромецкой аномалии в 1957 г. и на Чернянской аномалии в 1959 г. были вскрыты богатые руды, позволившие оценить эти аномалии как достаточно крупные месторождения, названные Погромецким и Чернянским. На каждом из них проведены детальные разведочные работы.

Кроме того, в период с 1959 по 1965 г. в Ново-Оскольском районе проведены поисковые работы на других аномалиях. Были обследова-

ны Волотовская, Становская, Никитовская, Голофеевская, Волоконовская, Шидловско-Шаталовская, Алексеевская и ряд аномалий Верхососенской группы.

Перечисленные участки аномалий освещены бурением неодинаково. Кроме Погромецкой и Чернянской, из остальных детальнее других бурением изучены Волотовская и Ново-Оскольские аномалии, которые разбурены несколькими профилями с довольно частым расположением скважин. Остальные аномалии разбурены одиночными скважинами. В результате проверки аномалий выяснилось, что они неоднородны по своей природе. Коншинские, Голубинские, Ново-Оскольские, Волотовские и другие аномалии обусловлены узкими полосами железистых кварцитов. На большинстве Шидловско-Шаталовских аномалий, расположенных в восточной части района, железистые кварциты не встречены. Эти аномалии оказались связанными с развитием пород метабазитовой серии, образующих многочисленные полосовидные выходы, в структурном отношении представляющие ядра синклинальных складок. Железистые кварциты здесь имеют ограниченное распространение, приурочиваясь к наиболее прогнутым синклинальным складкам.

Алексеевские и Тихососенские аномалии, расположенные в южной части района, освещены буровыми скважинами слабо. На отдельных аномалиях здесь несколькими скважинами вскрыты железистые кварциты небольшой мощности (50—100 м). Волоконовские и Валуйские аномалии, находящиеся в юго-западной части района, бурением не проверены. Результаты поисковых работ отражены в отчете А. К. Романцака, Б. В. Каукина и Л. М. Штерновой (1962).

В итоге выполненных геофизических, геологопоисковых и разведочных работ установлено, что основные структуры Ново-Оскольского района являются продолжением структур Старо-Оскольского района. Вместе с тем, находясь в присводовой части Воронежской антеклизы, она характеризуется более глубоким погружением поверхности кристаллического фундамента, чем в Старо-Оскольском районе.

В северной присводовой части антеклизы поверхность кристаллического фундамента имеет преобладающие абсолютные отметки от 0 до —50 м, что соответствует глубине залегания от 130 до 180 м. В южной половине района абсолютные отметки постепенно понижаются от —50 до —200—250 м. Соответственно с этим мощность осадочных пород здесь составляет в речных долинах 130—150 м и на водоразделах до 230 м. В южной части района (г. Валуйки) соответственно погружению кристаллического фундамента мощность осадочной толщи увеличивается до 400—500 м.

В строении осадочной толщи района принимают участие четвертичные, неогеновые, палеогеновые, меловые, юрские, нижнекаменноугольные и верхнедевонские отложения.

Девонские отложения распространены в северо-восточной половине района, где они представлены песчано-глинистой толщей мамонских слоев. Южная граница их распространения проходит несколько южнее Чернянки и Красногвардейска. Южнее этой границы на поверхности докембрия лежат каменноугольные отложения, представленные песчано-глинистыми образованиями и известняками турнейского яруса. По продолжительности средне- и верхнепалеозойского континентального этапа развития региона Ново-Оскольский район характеризуется полной общностью со Старо-Оскольским районом, т. е. здесь продолжительность эпохи формирования латеритной коры выветривания и связанного с ней образования богатых руд была примерно одинаковой.

В строении кристаллического фундамента в районе отмечается

более глубокая денудация пород, в связи с чем разрез протерозойских образований значительно сокращен. Протерозойский комплекс сохранился в ядрах синклиналиных складок, в большинстве своем узких, разобренных широкими полями архейского гранито-гнейсового субстрата, который в отличие от других районов КМА претерпел интенсивную мигматизацию. Разнообразные гнейсы здесь подверглись почти повсеместной гранитизации, связанной с интрузиями серых и розовых гранитов. Особенно широкого развития мигматизация достигла в районе Чернянского месторождения и в южной части района (к югу от г. Новый Оскол). В некоторых местах мигматизации подвергся не только гнейсовый комплекс обоянской серии, но и породы курской серии.

Протерозойский комплекс в районе имеет тот же состав и строение, что и в других районах КМА. Для него характерны следующие особенности.

1. Широкое распространение пород михайловской серии (Mh) при относительно небольшой мощности (100—200 м). Наибольшее развитие породы этой серии получили на площади Шидловско-Шаталовских аномалий, где они слагают многочисленные полосы небольшой ширины, часто значительной протяженности и вызывают аномалии слабой интенсивности (до 10 000 гамм).

В центральной части района метабазиты имеют существенное значение в строении структур в области Никольской и Симоновской аномалий.

2. Курская метаморфическая серия в большинстве структур здесь представлена только нижней и средней свитами. Более полный разрез она имеет в пределах Волотовской синклиналиной структуры, в которой сохранилась и верхняя сланцевая свита.

Нижняя, песчаниковая, подсвита ( $K_1^1$ ) отличается весьма изменчивой мощностью — от 10 до 200 м. Наибольшая мощность ее установлена в западном крыле Волотовской синклинали и на Чернянском месторождении (центральная часть района), где мощность горизонта составляет соответственно 200 и 70 м. К востоку и западу от центральной структурной зоны песчаники выклиниваются и в пределах крайних западных аномалий (Голубинские и др.) кварцито-песчаники выпадают из разреза. В ряде мест в составе песчаниковой подсвиты устанавливается развитие метаконгломератов и гравелитов, образующих в базальной части песчаниковой толщи локализованные линзовидные залежи.

Верхняя, сланцевая, подсвита ( $K_1^2$ ) характеризуется существенной редуцированностью, вследствие этого мощность ее в Чернянско-Погромецкой структурной зоне не превышает 50—100 м, а в западной (Коншинская и Огибнянская аномалии) и в восточной (Волотовские и Шаталовские аномалии) частях района уменьшается до 10—15 м. Таким образом, к периферическим частям района происходит выклинивание сланцевой толщи до полного выпадения ее из разреза.

Кроме того, сланцы в этом районе отличаются более высоким метаморфизмом, чем в других районах, в связи с чем они нередко характеризуются развитием в их составе гранатов, а также более крупной раскристаллизованностью. Более глубокий метаморфизм их, по-видимому, обусловлен глубоким эрозионным срезом докембрийских структур, в связи с чем здесь обнажаются зоны более глубокого метаморфизма. С другой стороны, более высокая степень метаморфизма, по-видимому, также связана с интенсивно проявленной гранитизацией, охватывающей и нижнюю часть разреза курской метаморфической серии.

Средняя, железорудная, свита ( $K_2$ ) в этом районе обнаруживает

ряд своеобразных черт: в ее составе участвуют эффузивные образования, представленные амфиболитами, являющимися, по-видимому, продуктами глубокого метаморфизма основных эффузивных пород. Амфиболиты ассоциируют со сланцевой пачкой, приуроченной к средней части железорудной свиты, где они образуют в сланцах прослой мощностью от нескольких сантиметров до нескольких метров. На Чернянском месторождении они образуют в нижней части сланцевой подсвиты мощную толщу.

В отдельных местах (Чернянское месторождение) в составе железорудной свиты широко распространены своеобразные диасхистового типа жильные породы биотито-карбонатного состава, образующие преимущественно пластообразные линзовидные тела.

Весьма характерным для железорудной свиты района является также появление в ее составе щелочных силикатов (рибекит, эгирин), которые местами (нижний горизонт верхней, кварцевой, подсвиты) развиты в таких количествах, что кварциты переходят по существу в эгириниты (магнетито-эгириновые породы).

Наиболее полно железорудная свита представлена в Чернянско-Погромецкой структурной зоне, где ее состав и строение близки строению железорудной свиты в Старо-Оскольском районе. В строении железорудной свиты Чернянского и Погромецкого месторождений, расположенных в центральной части района, выделяются две пачки железистых кварцитов и разделяющая их толща филлитовых сланцев мощностью от 50 до 200 м.

Нижняя подсвита ( $K_1^1$ ) имеет небольшую мощность — от 20 до 200 м на Погромецком месторождении и 70—260 м на Чернянском. Сложена она силикатно-магнетитовыми грубополосчатыми разновидностями кварцитов, относительно бедными железом. Часто в них содержатся щелочные силикаты, представленные эгирином и щелочным амфиболом. В почве и кровле железистых кварцитов залегают метапесчаники в виде горизонтов мощностью от 20 до 60 м. С метапесчаниками часто ассоциируют прослой биотитовых, биотито-куммингтонитовых и гранато-биотитовых сланцев мощностью до 1 м.

Средняя, сланцевая, подсвита ( $K_2^2$ ) сложена обычными для курской серии филлитовыми двуслюдистыми и биотитовыми сланцами. На Чернянском месторождении в виде пластов и прослоев среди слюдистых филлитовидных сланцев встречаются прослой и пласты амфиболовых сланцев (от нескольких сантиметров до нескольких метров), представляющих собой, по-видимому, метаморфизованные основные эффузивы. В восточном борту Чернянского месторождения амфиболиты слагают нижнюю часть сланцевой подсвиты, где мощность их достигает 20 м. На отдельных участках в основании сланцевой подсвиты присутствуют метапесчаники и конгломераты. Мощность сланцевой пачки изменяется от 40 до 400 м.

Верхняя подсвита ( $K_2^3$ ) железистых кварцитов мощностью около 400—500 м сложена эгириновыми, щелочноамфиболовыми, железно-слюдково-магнетитовыми и сидерито-куммингтонито-магнетитовыми кварцитами. Эти минералогические типы кварцитов в указанной последовательности образуют самостоятельные стратиграфические горизонты.

К западу и востоку от Чернянского и Погромецкого месторождений разрез железорудной свиты существенно изменяется (рис. 60). В западной части района, на Коншинской аномалии, расположенной в 36 км к северо-западу от Чернянского месторождения, железорудная свита, залегающая в ядрах мелких синклиналиных складок находящихся уже в области Курско-Корочанского антиклинория, характери-

зается небольшой мощностью (не более 50—70 м) и наличием прослоев филлитовидных сланцев.

Железистые кварциты в пределах этой аномалии отличаются своеобразным обликом и преимущественно магнетитовым составом. Силликаты представлены биотитом и имеют ограниченное развитие.

К востоку от Чернянского и Погромецкого месторождений полные разрезы железорудной свиты здесь имеются в обоих крыльях Волотовской синклинали, отстоящей в 20 км к востоку от Погромецкого месторождения, причем строение ее в западном крыле отличается от строения в восточном крыле.

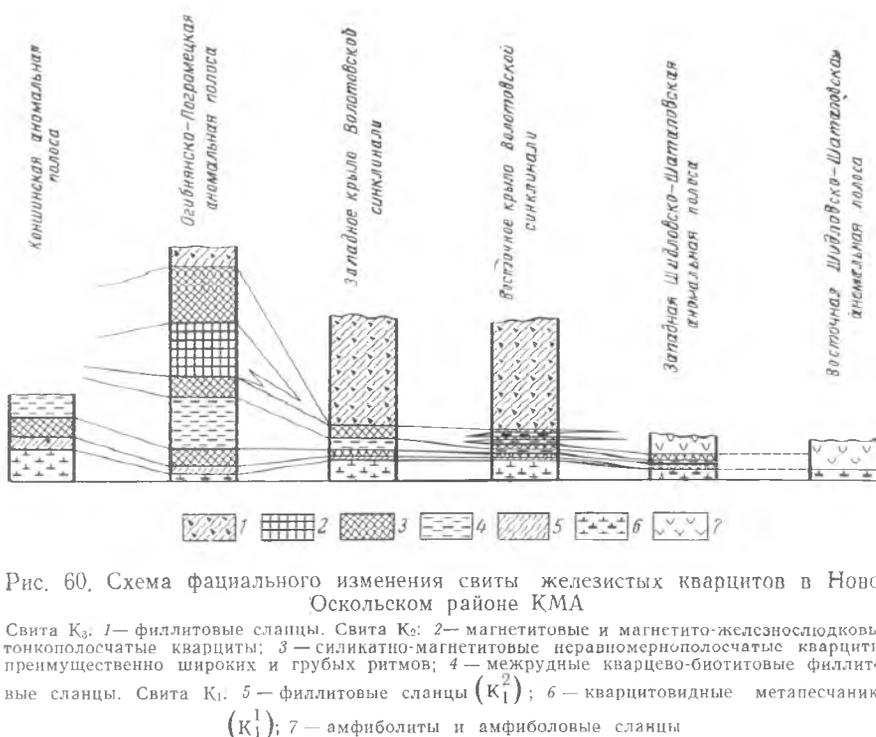


Рис. 60. Схема фациального изменения свиты железистых кварцитов в Ново-Оскольском районе КМА

Свита  $K_3$ . 1 — филлитовые сланцы. Свита  $K_2$ . 2 — магнетитовые и магнетито-железослюдковые тонкополосчатые кварциты; 3 — силикатно-магнетитовые неравномернополосчатые кварциты, преимущественно широких и грубых ритмов; 4 — межрудные кварцево-биотитовые филлитовые сланцы. Свита  $K_1$ . 5 — филлитовые сланцы ( $K_1^2$ ); 6 — кварцитовидные метапесчаники ( $K_1^1$ ); 7 — амфиболиты и амфиболовые сланцы

В западном крыле железорудная свита представлена двумя пачками железистых кварцитов и разделяющим их сланцевым горизонтом. Мощность нижней пачки 20—30 м, верхней 50—70 м. Кварциты силикатно-магнетитовые и силикатные грубополосчатые. В восточном крыле синклинали железорудная свита представлена пятью пластами железистых кварцитов и четырьмя сланцевыми. Верхние три пласта сложены амфиболово-магнетитовыми тонкополосчатыми разновидностями. Нижние и верхние части этих пластов характеризуются более широкополосчатыми текстурами. Средний пласт мощностью 15—20 м в главной своей части представлен магнетитовыми кварцитами микрополосчатого сложения, очень богатыми железом. Рудные и кварцевые прослои в них имеют ширину от долей миллиметра до 1—2 мм. Местами полосчатость утрачивается и кварцит имеет массивный песчаниковидный облик. В почве и кровле средний пласт содержит в существенных количествах амфибол, имеет более широкую полосчатость и характеризуется низкими содержаниями железа.

Нижний пласт образован магнетитовыми тонкополосчатыми кварцитами в средней части и широкополосчатыми, существенно амфиболовыми в почве и кровле пласта, по текстурному облику близкими к

кварцитам Чернянского и Погромецкого месторождений. Кварциты этого пласта лежат непосредственно на метапесчаниках  $K_1^1$ . Сланцы подрудной свиты ( $K_1^2$ ) из разреза здесь выпадают.

Таким образом, в Волотовской структуре, на сравнительно небольшом расстоянии (4 км между крыльями по выходам железистых кварцитов) железорудная свита обнаруживает отчетливые фациальные изменения. Эти изменения сводятся к фациальному замещению железистых кварцитов сланцами, к выпадению (выклинивание) из разреза окисных фаций (железнослюдковые и чисто магнетитовые) кварцитов, а также к изменению текстуры пород. В пределах крайних северо-восточных аномальных полос (Шидловско-Шаталовские), расположенных в 20 км к востоку от Волотовской синклинали, железистые кварциты отсутствуют или представлены маломощными пластами, залегающими над амфиболитами.

Верхняя сланцевая свита ( $K_3$ ) ввиду глубокого размыва имеет ограниченное распространение в районе. Она сохранилась только в Волотовской синклинали, где нормальная мощность сохранившейся части здесь составляет более 2000 м. Она сложена углистыми, филлитовидными, кварцево-хлоритовыми и слюдисто-известковистыми сланцами. В основании верхней свиты, на границе с железистыми кварцитами, встречены конгломераты, состоящие из обломков железистых кварцитов, свидетельствующие о залегании сланцевой свиты на размытой поверхности железорудной свиты. Грубокластогенных и вулканогенных образований, соответствующих тимской и курбакинской свитам, в составе надрудной сланцевой толщи здесь не обнаружено.

По геофизическим материалам и данным поискового и структурно-картировочного бурения, кристаллический фундамент в районе характеризуется сложноскладчатой структурой, состоящей из ряда параллельно вытянутых с северо-запада на юго-восток синклинальных складок. Для структурного плана района характерна отчетливо выраженная линейность структур.

В южной части района отдельные структуры, судя по магнитным аномалиям, имеют резкие изгибы, часто приобретают дугообразную форму.

Вследствие глубокого размыва структур докембрия, сочетающегося с резкими ундуляциями шарнирных складок, синклинальные зоны по простираию местами распадаются на отдельные брахисинклинали. К числу последних относятся Чернянская и Погромецкая брахисинклинали. В связи с ундуляцией шарниров структурных зон и различной глубиной среза их в строении синклинальных структур принимают участие различные толщи протерозойских образований.

Большая часть синклинальных структур, отвечающих магнитным аномалиям, характеризуется небольшой глубиной их заложения, в связи с чем можно считать, что они сложены железистыми кварцитами и подстилающими их породами.

Ввиду распространения железистых кварцитов в этих структурах на небольшую глубину магнитные аномалии в большинстве своем характеризуются небольшой интенсивностью. Максимальная интенсивность магнитных аномалий в этом районе не превышает 40—50 тыс. *гамм*, в то время как в Старо-Оскольском районе она достигает 100 тыс. *гамм*. В восточной части района структуры, соответствующие Шидловско-Шаталовским аномалиям слабой интенсивности (до 10 тыс. *гамм*), сложены породами метабазитовой серии.

На площадях большинства магнитных аномалий (Коншинская, Становская, Никольская, Симоновская, Ново-Оскольская, Холанская, Волоконовская и др.) железистые кварциты образуют узкие синклинальные складки. В этих складках железистые кварциты выходят под

осадочные породы в виде узких полос (до 100 м), на которых богатые железные руды остаточного типа представлены также узкими лентообразно вытянутыми залежами. Ввиду малой мощности развитой коры выветривания залежи остаточных богатых железных руд в пределах этих аномалий имеют небольшую мощность (не более 10—15 м). Ввиду небольшой мощности и ширины рудных залежей, малых запасов богатых руд, залегающих на глубине до 250 м, промышленной ценности на большинстве аномалий эти руды не имеют.

Восточная группа аномалий (Шидловско-Шаталовские) слабой интенсивности (до 10 тыс. гамм), по данным бурения, вызвана основными породами (амфиболиты), слагающими здесь синклиналильные складки. Железистые кварциты в пределах этих аномалий отсутствуют или образуют маломощные пачки. Таким образом, многочисленные аномалии восточной части района представляются малоперспективными на богатые руды.

Развитие промышленно интересных скоплений богатых железных руд в этом районе ограничивается центральной структурной зоной, прослеживающейся через Огибное — Чернянку — Новый Оскол, в пределах которой свита железистых кварцитов имеет большую мощность и участвует в строении синклиналильных складок более глубокого заложения. В этой зоне выявлено два крупных месторождения: Погромецкое и Чернянское, приуроченные к брахисинклиналиям, в пределах которых железистые кварциты образуют крупные массивы, характеризующиеся значительными площадными размерами.

Здесь еще недостаточно выяснена перспектива рудоносности Ново-Оскольских аномалий с широкими полями железистых кварцитов. На площади Ново-Оскольского месторождения богатые руды были встречены девятью скважинами. Их мощность достигает 18 м, средняя — 12,3 м. В 1948 г. их запасы были определены в количестве 21 млн. т. Прогнозные запасы по Ново-Оскольским аномалиям были определены в 250 млн. т.

Южная группа аномалий (Алексеевские и Тихососенские), несмотря на их весьма слабую изученность, не представляются перспективными для выявления промышленно интересных скоплений богатых железных руд остаточного типа, так как они связаны с очень узкими полосами железистых кварцитов.

Общие запасы железных руд Ново-Оскольского района по состоянию на 1/VII 1965 г. составляют (в млн. т) <sup>1</sup>:

	Кат. В + C <sub>1</sub>	Кат. В + C <sub>1</sub> + C <sub>2</sub>
Богатые руды . . . . .	532,0	604,3
	526,7	615,1
Железистые кварциты . . . . .	—	7387,1
		0,0

Таким образом, определившийся в последние годы Ново-Оскольский железорудный район по запасам богатых руд превосходит Старо-Оскольский и Курский районы КМА, при этом большая часть руд может быть отработана открытым способом. Значение этого района возрастает в связи с тем, что Погромецкое и Чернянское месторождения обладают крупными запасами железистых кварцитов, представленных относительно легко обогатимыми разновидностями, что позволит в дальнейшем организовать в крупных масштабах их добычу без дополнительных затрат на вскрытие.

<sup>1</sup> В числителе запасы, фактически разведанные на 1/VII 1965 г., в знаменателе — числящиеся на балансе на 1/I 1964 г.

## ПОГРОМЕЦКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Погромецкое месторождение богатых железных руд открыто в 1957 г. Курской геологоразведочной партией (ст. геолог И. Д. Кармазин) Геологического управления центральных районов.

Ново-Оскольской геологоразведочной партией на месторождении в период 1957—1959 гг. была выполнена детальная разведка богатых железных руд и с 1959 г. производится предварительная разведка железистых кварцитов.

Месторождение расположено на территории Белгородской области, в 5—6 км от ст. Новый Оскол и в 3,5 км от ст. Холки железнодорожной магистрали Москва—Донбасс. Основной водной артерией района является р. Оскол, протекающая в 7 км западнее рудных залежей.

Поверхность месторождения расчленяется тремя оврагами. Наиболее высокие абсолютные отметки поверхности 220—242 м; в долинах оврагов они уменьшаются до 117—124 м.

Погромецкое месторождение приурочено к массиву железистых кварцитов, находящемуся на юго-восточном продолжении Осколец-Огибнянской аномалии. Породы кристаллического комплекса на его площади имеют следующий разрез (снизу вверх):

I. Архей (А) — гнейсы и мигматиты.

II. Протерозой (Pt).

1. Михайловская серия (Mh) — амфиболиты и мигматиты по ним мощностью около 400 м.

2. Курская серия (K):

а) нижняя свита ( $K_1$ ) — метапесчаники мощностью 5—10 м;

б) средняя (железородная) свита  $K_2$ , в которой выделяются следующие семь горизонты:

горизонт  $K_2^1$  — куммингтонито-магнетитовых кварцитов от 0,0 до 200 м мощности;

горизонт  $K_2^2$  — кварцево-биотитовых и кварцево-серицитовых филлитовидных сланцев мощностью от 40 до 450 м.

Горизонт  $K_2^3$  I карбонатно-куммингтонито-магнетитовых кварцитов мощностью 70—110 м.

Горизонт  $K_2^3$  II родусито-железослюдково-магнетитовых кварцитов мощностью 130—220 м.

Горизонт  $K_2^3$  III — карбонатно-амфиболо-магнетитовых и железослюдково-магнетитовых кварцитов 110—170 м.

Горизонт  $K_2^3$  IV — тальково-железослюдково-магнетитовых кварцитов около 220 м.

Горизонт  $K_2^3$  V — магнетитовых кварцитов более 60 м.

Породы верхней, карбонатно-сланцевой, свиты и верхние горизонты железородной свиты на месторождении размыты постпротерозойской эрозией.

Докембрийские породы слагают открытую сложного строения брахисинклинальную складку северо-западного простирания ( $300-310^\circ$ ) с крутым падением крыльев порядка  $60-80^\circ$ . Ядро ее сложено железистыми кварцитами  $K_2^3$ , которые здесь выходят под осадочную толщу в виде массива около 7 км по простиранию и до 2,2 км в поперечном направлении. На востоке его окаймляют сланцы  $K_2^2$  и кварциты  $K_2^1$ , а на западе — метабазиты михайловской серии (рис. 61, 62).

Ядро синклинали осложнено складками более высоких порядков, переходящими в пloyчатость. Предполагается наличие разрывного нарушения, пересекающего месторождение в северо-западном направлении под небольшим углом к простиранию синклинали.

Данные о литологическом составе и мощности отложений осадочного комплекса в пределах площади рудных залежей Погромецкого месторождения приводятся в табл. 76.

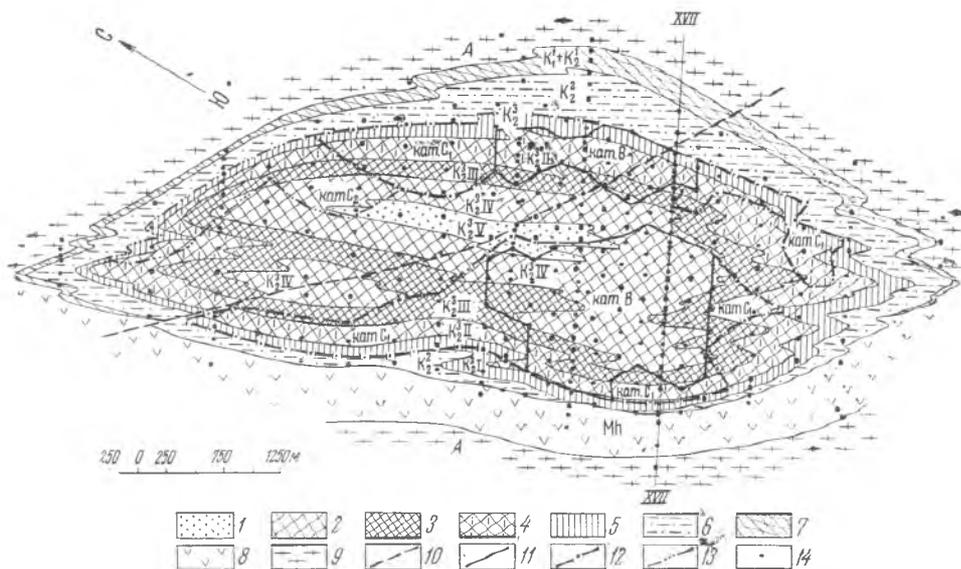


Рис. 61. Геологическая схема докембрия Погромецкого месторождения. По А. К. Романчаку (1964 г.)

Железистые кварциты горизонтов: 1 —  $K_2^3 V$ ; 2 —  $K_2^3 IV$ ; 3 —  $K_2^3 III$ ; 4 —  $K_2^3 II$ ; 5 —  $K_2^3 I$ ; 6 — сланцы  $K_2^2$ ; 7 — магнетитовые кварциты  $K_1^2$  и метапесчаники  $K_1^1$ ; 8 — амфиболиты Mn; 9 — гнейсы, мигматиты А; 10 — разрывные нарушения. Контуры запасов богатых руд: 11 — кат. В; 12 — кат. С<sub>1</sub>; 13 — кат. С<sub>2</sub>; 14 — буровые скважины

Из установленных на площади месторождения отложений осадочной толщи имеют сплошное распространение лишь коньякский, туронский, сеноманский и альбский ярусы меловой системы, а также юрекие отложения.

Более молодые отложения мелового возраста, будучи в значительной степени эродированными, полный разрез сохранили лишь на водоразделах.

Отложения карбона также не имеют сплошного распространения. В центральной части массива железистых кварцитов, где наиболее высокие абсолютные отметки его поверхности, эти отложения имеют незначительную мощность или совершенно отсутствуют. В направлении его окраин, параллельно с понижением поверхности, мощность карбона постепенно возрастает до 40—50 м.

В связи с приподнятым положением поверхности массива железистых кварцитов на площади рудных залежей имеют распространение главным образом лишь наиболее верхние горизонты карбона, представленные переслаиванием разномеристых глинистых песков и углистых глин. Залегающие ниже их известняки и более древние осадки имеют распространение лишь на севере западной и на юго-востоке восточной залежей.

Богатые железные руды приурочены к массиву железистых кварцитов  $K_2^3$ . Здесь они образуют две плащеобразные горизонтальные залежи — западную и восточную, вытянутые в северо-западном направлении.

Рис. 62. Геологический разрез Погромацкого месторождения по линии XVII. По А. К. Романцаку (1964 г.)

1 — почвенный покров, суглинки; 2 — мел; 3 — мергель; 4 — глины; 5 — песчанистые глины; 6 — переслаивание глин, песчанистых глин и песков; 7 — пески; 8 — известняки; 9 — осадочные руды; 10 — сланцы; 11 — метапесчаники; 12 — амфиболиты; 13 — гнейсы и мигматиты; 14 — разрывные нарушения; 15 — осадочные руды; 16 — железистые кварциты (а) и остаточные богатые руды (б) горизонтов: 10 —  $K_2^3$  IV; 11 —  $K_2^3$  III; 12 —  $K_2^3$  II; 13 —  $K_2^3$  I; 14 —  $K_2^1$ ; 15 — сланцы горизонтов  $K_2^3$  I и  $K_2^2$ ; 16 — метапесчаники  $K_1^1$ ; 17 — амфиболиты Мн; 18 — гнейсы и мигматиты А; 19 — разрывные нарушения

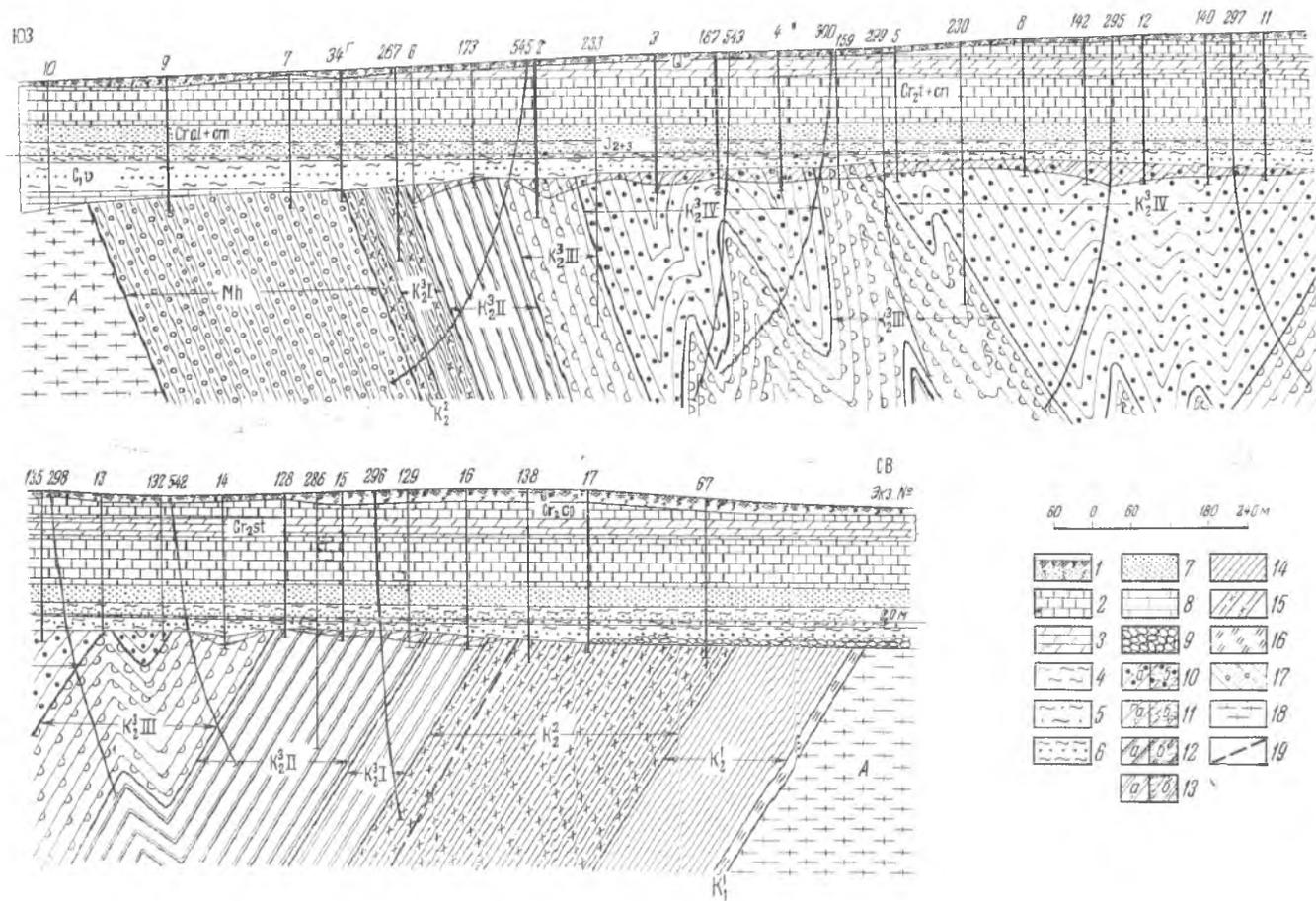


Таблица 76

Возраст	Литологический состав	Мощность, м			
		мини-мальная	максимальная	средняя	
				на западной залежи	на восточной залежи
Q	Покровные элювиально-делювиальные суглинки, песчано-глинистый овражный аллювий.	0,0	35	7	14
Cr <sub>2</sub> cp	Трешиноватый белый пясчий местами мергелистый мел . . . . .	0,0	51	10	22
Cr <sub>3</sub> st	Плотные светло-серые мергели . . . . .	0,0	33	25	25
Cr <sub>3</sub> t+cp	Плотный однородный белый пишущий мел . . . . .	60	90	81	78
Cr <sub>2</sub> cm	Мелкозернистые глинистые пески до 10 м мощности . . . . .				
Cr <sub>1</sub> al	Мелко- и среднезернистые, местами гравелистые пески до 20 м мощности . . . . .	27	33	29	29
I <sub>3</sub> ox+v	Известковистые, в нижней половине аргелитоподобные серые, несколько зеленоватые глины . . . . .	8	17	10	11
I <sub>2</sub> bt+I <sub>3</sub> cl	В верхней части разнозернистые и известковистые пески с прослоями глинистого известняка. В нижней части переслаивание тонкозернистых косослоистых песков и зеленовато-серых глин с преобладанием песков . . . . .	1	28	10	12
I <sub>2</sub> bj+I <sub>2</sub> bt	Плотные жирные глины с ходами илоедов. С юго-востока на северо-запад их мощность увеличивается от 1—2 до 20—22 м. Параллельно с этим возрастает их песчаность и появляются слои песка до 5 м мощности . . . . .	0,0	45	14	15
C <sub>1</sub> v	Переслаивание разнозернистых песков и углистых глин с мелкими прослоями известняков до 15—17 м. Серые известняки до 10 м. Переслаивание песка, глинистого песка, песчаной и жирной глины до 10—15 м. Прерывистый линзовидно пережимющийся слой бурого угля до 4 м мощности. Переслаивание известняков с мергелями и глинами до 25 м. Сухарные глины до 5 м . . . . .	0,0	50	14	15
	Вся осадочная толща . . . . .	133	273	195	217

Кровлей руд на большей части площади служат отложения карбона и лишь в зоне, приуроченной к центральной части массива кварцитов, на двух небольших участках непосредственно на рудах

Типы руд	Содержание, %					
	Среднее					
	Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Легучие	S	P
<b>Остаточные руды</b>						
Железнослюдково-мартитовые . . . . .	56,0	4,7	2,1	—	0,28	0,05
Гидрогематито-мартитовые . . . . .	52,5	5,0	4,1	—	—	0,07
Оба типа вместе, . . . . .	55,0	4,8	2,7	10,1	0,31	0,06
в том числе:						
а) плотные . . . . .	52,6	4,9	—	11,3	0,37	0,74
б) рыхлые . . . . .	61,3	4,1	—	4,6	0,28	0,05
<b>Осадочные руды</b>						
	48,5	5,9	—	14,6	0,11	0,06

залегают юрские глины. Подошва залежей неровная, с колебаниями в двух рядом стоящих на расстоянии 100 м скважинах до 20—25 м.

Западная залежь имеет площадь около 4 км<sup>2</sup> и глубину залегания от 154 до 235 м при среднем ее значении 195 м. Мощность руд изменяется от 4,7 до 52,8 м, средняя 17,3 м. При этом наибольшие мощности приходится преимущественно на западную окраину залежи, тяготеющую к контакту железистых кварцитов с вмещающими их сланцами. В восточном направлении, в сторону наиболее высоких абсолютных отметок поверхности массива железистых кварцитов, мощность руд постепенно уменьшается вплоть до полного выклинивания.

Восточная залежь богатых руд отделена от западной гребневым поднятием железистых кварцитов шириной от 200 до 1000 м. Ее площадь 2,7 км<sup>2</sup> и глубина залегания от 133 до 273 м при среднем значении 217 м. Мощность залежи до 41 м, средняя 13,6 м. Большая мощность руд встречается у контакта железистых кварцитов со сланцами по восточному борту залежи. В западном направлении, по мере повышения поверхности массива железистых кварцитов, она постепенно уменьшается.

Остаточные руды полностью слагают обе разведанные залежи и представлены преимущественно железнослюdkово-мартитовым и мартитовым типами, в подчиненном количестве присутствуют гидрогематито-мартитовые руды, приуроченные к выходам силикатно-мартитовых кварцитов.

Прослой сланцев в руде составляют около 4,5%. Их мощность обычно не превышает 2—3 м и лишь в редких случаях достигает 10—12 м. Наиболее часто они встречаются среди гидрогематито-мартитовых руд.

Преимущественное распространение на месторождении имеют плотные (скальные), интенсивно сидеритизированные руды, составляющие около 70% объема западной и 76% восточной залежей. Рыхлые и слабо сцементированные, в большинстве хлоритизированные руды встречаются лишь на участках повышенной мощности, где они залегают в виде линз среди плотных руд или в их основании непосредственно на железистых кварцитах.

Иногда в самом основании залежей богатых руд встречаются небольшой мощности кремнистые руды, представляющие собой неполностью оруденевшие железистые кварциты, трудно от них отличимые.

Осадочные или переотложенные конгломерато-брекчиевые руды были встречены за пределами контура остаточных руд. Они при подсчете запасов учтены не были, как не представляющие практического интереса ввиду небольшой их мощности.

Т а б л и ц а 77

Содержание, %				
Минимальное и максимальное				
CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	MnO
0,2—0,3 0,8—5,0	0,3—1,8 0,8—5,0	0,3—0,6 0,17	0,1—1,8 0,25	0,2—0,25 0,05—0,5
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

Средний химический состав природных типов богатых руд приведен в табл. 77.

В изменении химического состава руд отмечаются следующие закономерности:

1. Наиболее богатые железом руды чаще всего приурочены к средней части разреза рудных тел, сложенной преимущественно рыхлыми рудами. В направлении кровли и подошвы, на горизонтах развития плотных руд его содержание постепенно уменьшается.

2. Содержание кремнезема вблизи кровли и подошвы залежей обычно несколько выше, чем в средней части.

3. Наиболее высокие содержания серы встречаются в верхних горизонтах рудных тел. Книзу ее содержание обычно уменьшается.

Средний объемный вес плотных руд 3,49, рыхлых 3,21 и обеих разновидностей вместе с учетом тонких прослоев сланцев 3,4.

Разведанные запасы богатых железных руд утверждены по категориям В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> в следующих количествах<sup>1</sup> (в млн. т):

	Кат. В	Кат. С <sub>1</sub>	Кат. С <sub>2</sub>
Западная залежь . . . . .	148,25	82,92	—
Восточная залежь . . . . .	28,36	65,52	40,38
Обе залежи . . . . .	176,61	148,44	40,38

В соответствии с кондиционными требованиями, в подсчет были включены руды мощностью 5 м и выше с минимальным содержанием железа 50%, а при наличии летучих 5% и выше — 45%.

Железистые кварциты Погромецкого месторождения существенно не отличаются от железистых кварцитов других месторождений Ново-Оскольского и Старо-Оскольского районов (табл. 78). Испытание их обогатимости производилось криворожским институтом Механобр-чермет.

Т а б л и ц а 78

Типы железистых кварцитов	Среднее содержание, %		
	Fe <sub>рудн.</sub>	Fe''	TiO <sub>2</sub>
1. Железнослюдково-магнетитовые . . . . .	34,7	8,4	0,10
2. Магнетитовые . . . . .	32,0	11,0	0,11
3. Окисленные . . . . .	34,6	7,5	0,09

С 1959 г. на месторождении производится предварительная разведка железистых кварцитов верхнего горизонта (К<sub>2</sub><sup>3</sup>) до глубины около 350 м от поверхности докембрийского фундамента. Для этой цели было пробурено 25 скважин глубиной от 320 до 673 м, расположенных в двух профилях, заданных на расстоянии 1400 м друг от друга.

Т а б л и ц а 79

Тип кварцитов	Запасы, млн. т	Среднее содержание, %
1. Окисленные . . . . .	1320,6	34,6
2. Неокисленные . . . . .	6066,5	33,5
в том числе:		
а) магнетитовые . . . . .	2658,6	32,0
б) железнослюдково-магнетитовые . . . . .	3407,9	34,7
Всего . . . . .	7387,1*	33,9

\*По состоянию на 1/1 1964 г. балансом запасов не учитываются.

Выявленные по состоянию на 1/XII 1964 г. запасы кварцитов были приняты НТС ГУЦР по категории С<sub>2</sub> в следующих количествах (табл. 79).

По ориентировочному подсчету, прогнозные запасы железистых кварцитов горизонта К<sub>2</sub><sup>3</sup> до глубины 350 м от поверхности докембрия на всей площади массива составляют около 12 млрд. т, в том числе на площади рудных залежей около 8 млрд. т.

В обводнении Погромецкого месторождения принимают участие пять основных водоносных горизонтов и комплексов: коньяк-туронский, сеноман-альбский, келловей-батский, каменноугольный и протерозойско-архейский. Результаты их опробования сведены в табл. 80. Первые два горизонта — коньяк-туронский и сеноман-альбский имеют непосредственную связь с водами р. Оскол, остальные находятся в зоне затрудненного водообмена. При осушении месторождения суммарный приток воды в карьер может достигать до 4600 м<sup>3</sup>/час.

Таблица 80

Водоносные горизонты и комплексы	Глубина кровли горизонта, м	Суммарная мощность водосодержащих пород, м	Напор над кровлей горизонта, м	Удельные дебиты скважин, л/сек	Коэффициент фильтрации, м/сутки
Коньяк-туронский в мелах:					
а) на водоразделах	67,3—83,6	71,3—86,1	Без напора	0,0007—0,01	0,001—0,016
б) в долине р. Оскол и по оврагам . . . . .	0,2—40,7	48,7—63,85	Б/н — 9,0	0,10—12,09	0,3—21,3
Сенман-альбский в песках . . . . .	60,5—170,0	27,0—34,0	61,0—77,8	0,10—0,41	0,35—7,42
Келловей-батский в песках . . . . .	115,0—194,0	8,35—18,35	110,4—113,1	0,022—0,191	0,13—1,89
Каменноугольный в известняках . . . . .	176,0—195,5	0,0—26,45	126,6—153,6	0,023—0,153	0,23—0,69
Протерозойско-архейский:					
а) в рудах . . . . .	154,3—229,8	12,9—27,0	137,2—157,6	0,045—0,086	0,017—0,47
б) в кварцитах и сланцах . . . . .	219,8	31,3	146,0	0,0016	0,0054
в) в гнейсах и мигматитах . . . . .	180,0—203,1	11,35—22,4	177,0	Незначительные	

Горно-экономические условия Погромецкого месторождения весьма близки к условиям Стойленского месторождения. Это является причиной того, что как средний коэффициент вскрыши, так и себестоимость 1 т руды по этим двум месторождениям близки между собой.

В 1963 г. институтом Центрогипроруда было составлено проектное задание на строительство Погромецкого карьера с годовой производительностью 9,35 млн. т товарной руды с содержанием железа 54,4% по себестоимости 2,42 руб/т.

По проработке ЦЭНИИ стоимость чугуна аглоруды этого месторождения 23,44 руб/т без учета стоимости доставки руды к металлургическому заводу.

Предусматривается, что в первую очередь будет отработана западная, а во вторую находящаяся в более трудных горно-геологических условиях восточная залежь. Возможно, что разработка попадающих за контур карьера окраинных частей залежей будет возможна подземным способом выработками из карьера после осушения залежей в последние годы существования карьера.

На месторождении есть возможность использовать проектируемый карьер для добычи железистых кварцитов. Ориентировочные эксплуатационные запасы на площади западной залежи в пределах контура

карьера до глубины 410 м институтом Центрогипроруда определены в 1,27 млрд. т. По расчетам института горнотехнические условия позволяют принимать производительность 30 млн. т кварцита в год, из которых обогащением может быть получено 16 млн. т концентрата. Добыча кварцитов может быть начата через 7—10 лет после начала разработки руды.

#### ЧЕРНЯНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Чернянское железорудное месторождение расположено в Белгородской области в 4 км к северо-востоку от районного центра пос. Чернянка. В 1 км от месторождения проходит железнодорожная магистраль Москва — Донбасс. В 3—4 км к западу от него протекает р. Оскол со средним расходом воды 26,8 м<sup>3</sup>/сек. Рельеф поверхности месторождения равнинный с некоторым наклоном к западу. Абсолютные отметки его поверхности колеблются в пределах 128—208 м, уреза воды в реке — 112,3 м. В 1 км к югу и северу от месторождения находятся глубокие овраги.

Месторождение было открыто в 1959 г. геологопоисковыми работами Ново-Оскольской геологоразведочной партии, поставленными по рекомендации Курской геофизической экспедиции (партия № 6). На месторождении проведена детальная разведка богатых руд и предварительная разведка железистых кварцитов. Чернянское месторождение находится в южной части северо-восточной полосы курских магнитных аномалий, на юго-западном склоне Воронежской антеклизы.

Архейский комплекс пород на площади месторождения представлен биотитовыми и роговообманково-биотитовыми гнейсами обоянской серии, обычно мигматизированными протерозойскими плагногранитами и реже более молодыми розовыми микроклиновыми гранитами.

Нижнепротерозойский комплекс представлен михайловской метабазитовой (Мн) и курской метаморфической (К) сериями пород.

Михайловская серия достоверно не установлена. Условно к ней относятся мигматизированные амфиболовые сланцы и гнейсы.

Курская серия представлена двумя свитами: нижней, подрудной (К<sub>1</sub>), и средней, железорудной (К<sub>2</sub>). Верхняя, надрудная, свита (К<sub>3</sub>) в результате эрозии полностью смыта и на месторождении отсутствует.

Нижняя, подрудная, свита (К<sub>1</sub>) представлена обеими подсвитами: нижней (К<sub>1</sub><sup>1</sup>), сложенной метапесчаниками с прослоями конгломератов, и верхней (К<sub>1</sub><sup>2</sup>), сложенной кварцево-двуслюдяными сланцами. Их мощность соответственно составляет 5—50 и 3—30 м.

Средняя, железорудная, свита (К<sub>2</sub>) делится на 3 подсвиты и имеет следующий разрез (снизу вверх):

а) нижняя подсвита К<sub>2</sub><sup>1</sup> мощность от 70 до 260 м. В ней выделяются:

I горизонт (К<sub>2</sub><sup>1</sup> I) — слабо рудные магнетито-куммингтонитовые кварциты мощностью 30—120 м;

II горизонт (К<sub>2</sub><sup>1</sup> II) — куммингтонито-магнетитовые широкополосчатые кварциты мощностью 30—120 м;

III горизонт (К<sub>2</sub><sup>1</sup> III) — слабо рудные магнетито-куммингтонитовые кварциты (К<sub>2</sub><sup>1</sup> III) мощностью 10—20 м.

б) средняя, сланцевая, подсвита (К<sub>2</sub><sup>2</sup>) мощностью от 70 до 290 м, разделяемая на три горизонта:

I горизонт (К<sub>2</sub><sup>2</sup> I) — амфиболовые, биотито-амфиболовые сланцы и амфиболиты общей мощностью до 120 м, являющиеся продуктом метаморфизма вулканогенных образований. Породы этого горизонта распространены только на северо-восточной окраине месторождения;

II горизонт ( $K_2^2$  II) — метапесчаники с линзовидными прослоями метагравелитов и метаконгломератов мощностью 0—50 м;

III горизонт ( $K_2^2$  III) — кварцево-двуслюдяные сланцы с быстро выклинивающимся пластом железистых кварцитов мощностью до 30 м. Общая мощность пород этого горизонта 70—120 м. Предполагается, что верхняя часть разреза горизонта местами эродирована во время внутриформационного размыва, на что указывает наличие пласта конгломерато-брекчий мощностью до 3,5 м на границе с вышележащим горизонтом;

в) верхняя подсвита ( $K_2^3$ ) имеет мощность около 400 м. В ней тоже выделяются три горизонта:

I горизонт ( $K_2^3$  I) — щелочноамфиболово-магнетитовые эгиринизированные кварциты в основании с пластом мощностью до 10 м слабослюдных магнетито-куммингтонитовых кварцитов. Общая мощность пород горизонта составляет 65—150 м;

II горизонт ( $K_2^3$  II) — чередование тонкополосчатых магнетитовых и железослюдково-магнетитовых кварцитов. В составе горизонта выделяются три пласта железослюдково-магнетитовых кварцитов и три пласта магнетитовых кварцитов. Мощность горизонта 65—150 м;

III горизонт ( $K_2^3$  III) — карбонатно-куммингтонито-магнетитовые широкополосчатые кварциты с маломощными (до 3 м) пластами биотитовых сланцев и биотито-кварцевых песчанистых сланцев. Верхняя часть разреза этого горизонта эродирована. Оставшаяся его мощность 80—100 м.

Общая мощность средней железорудной свиты на месторождении колеблется в пределах 350—950 м и в среднем составляет 625 м.

Наличие резких колебаний мощности стратиграфических горизонтов объясняется, с одной стороны, тем, что в условиях сложноскладчатой структуры есть много мелких разрывов пластов и складок высоких порядков, не улавливаемых буровыми скважинами, а с другой — наличием размывов и фациальных изменений.

Железистые кварциты на месторождении отличаются весьма большой степенью проявления щелочного метасоматоза. Особенностью месторождения является насыщенность разреза средней железорудной свиты преимущественно субпослойными, редко секущими титаноносными дайками карбонатно-биотитового состава. Мощность их изменяется от 3—5 см до 2—3 м, редко до 10 м. Изредка встречаются маломощные дайки (до 1 м) диоритовых порфиритов, жилы гидротермального кварца, карбонатов.

Максимальное проявление инъекций дайковых пород приурочено к нижней части разреза горизонта  $K_2^3$  I, где они преобладают над кварцитами, минимальное характерно для пластов железослюдково-магнетитовых кварцитов горизонта  $K_2^3$  II, в котором они встречаются сравнительно редко.

Среди железистых кварцитов нижней подсвиты и горизонта  $K_2^3$  III верхней подсвиты встречаются биотитовые (преимущественно), а в низах горизонта  $K_2^3$  I в юго-западном крыле месторождения амфиболовые сланцы и эгириниты, образовавшиеся за счет интенсивного ошелачивания железистых кварцитов.

В структурном отношении Чернянское месторождение входит в Салтыковскую синклиналию зону. Вследствие ундуляции шарнира или же по причине блоковых перемещений месторождение оказалось обособленным от нее. Структура месторождения представляет собой весьма сложную брахисинклиналию северо-западного простирания (310—320°), сложенную железистыми кварцитами и сланцами средней железорудной свиты, окаймленными по периферии сланцами и метапесчаниками нижней подрудной свиты.



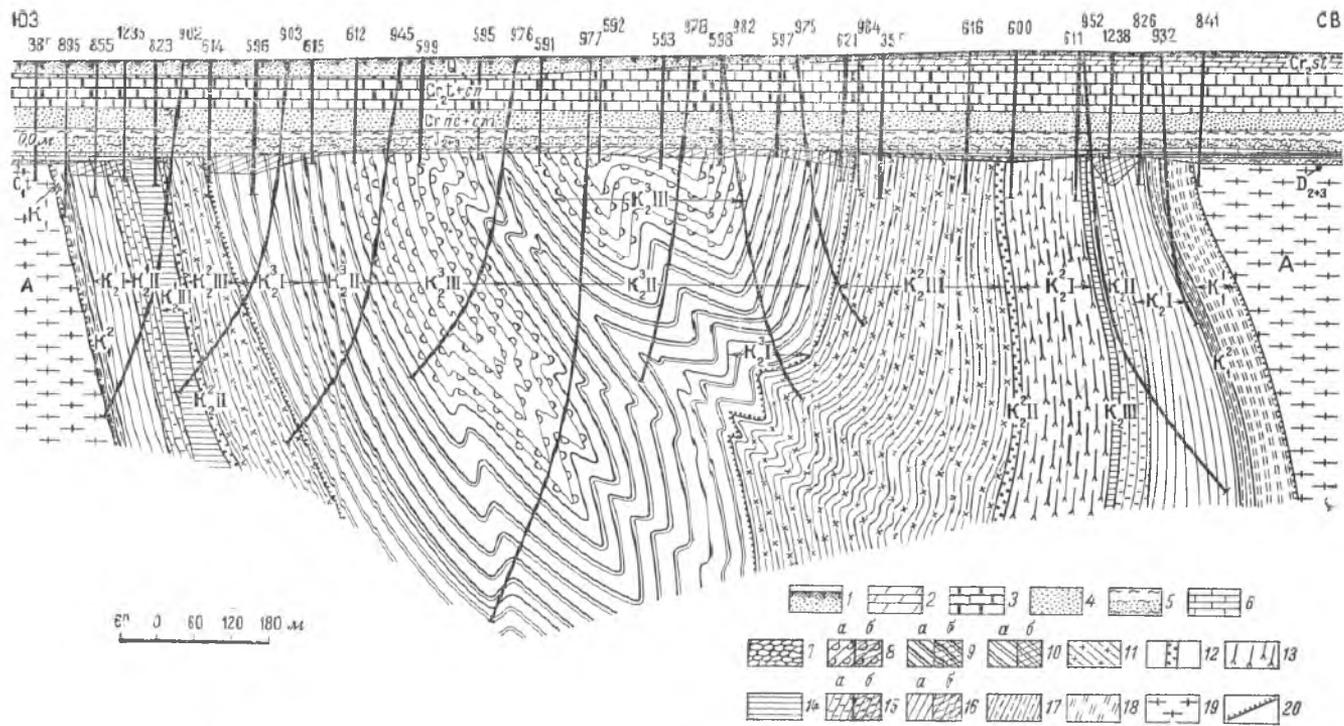


Рис. 64. Геологический разрез Чернянского месторождения по профилю 1—800. Составил А. К. Романшак

1 — почвенный покров, суглинки; 2 — мергель; 3 — мел; 4 — пески; 5 — переслаивание глин и песков; 6 — известняки; 7 — осадочные руды. Железистые кварциты (а) и богатые железные руды (б) горизонтов: 8 — K<sub>2</sub><sup>3</sup> III; 9 — K<sub>2</sub><sup>2</sup> II; 10 — K<sub>2</sub><sup>1</sup> I; 11 — сланцы K<sub>2</sub><sup>1</sup> III; 12 — метапесчаники K<sub>2</sub><sup>1</sup> II; 13 — сланцы и амфиболиты K<sub>2</sub><sup>2</sup> I. Железистые кварциты (а) и богатые железные руды (б) горизонтов: 14 — K<sub>2</sub><sup>1</sup> III; 15 — K<sub>2</sub><sup>1</sup> II; 16 — K<sub>2</sub><sup>1</sup> I; 17 — сланцы K<sub>1</sub><sup>1</sup>; 18 — метапесчаники K<sub>1</sub><sup>1</sup>; 19 — гнейсы и мигматиты А; 20 — гравелиты и конгломераты

Железистые кварциты в ядре синклинали образуют массив эллипсоидальной формы около 4,5 км по простиранию и 2 км в поперечнике. Глубина его нижней границы, по геофизическим данным, 1,5—1,6 км.

В центральной (замковой) части Чернянская синклиналь усложняется антиклинальной складкой, разделяющей ядро структуры на две дополнительные синклинали. Их амплитуда около 250 м. Они в свою очередь усложняются складками более высоких порядков, вплоть до плейчатоности. Углы падения пород, как правило, очень крутые, обычно 70—90° и лишь в ядре они иногда выполаживаются до 40—50°. Осевая поверхность синклинали имеет наклон к юго-западу.

В связи с синклинальным характером структуры докембрия Чернянского месторождения в плане оно имеет концентрическое строение (рис. 63, 64). Центральная часть его сложена железистыми кварцитами подсветы  $K_2^2$ , непосредственно их окаймляют сланцы подсветы  $K_2^1$  и затем железистые кварциты подсветы  $K_2^1$ .

В пределах месторождения устанавливается наличие поперечных, диагональных и продольных разрывов с амплитудой от 10 до 100 м. Зоны дроблений у них неширокие (до 3 м) и в большинстве случаев заполнены кварцем, кальцитом или дайковыми породами. Реже встречаются более поздние несцементированные зоны дроблений, а также открытые трещины.

Осадочная толща пород на площади месторождения представлена отложениями девонского, каменноугольного, юрского, мелового и четвертичного возраста. Данные о мощности и составе отложений упомянутых систем приводятся в табл. 81.

Таблица 81

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		минимальная	максимальная	средняя
Q	Суглинки желтовато-бурые элювиально-делювиальные, пролювиальные	1,0	10,0	5,0
	Пески и глины II надпойменной террасы долины р. Оскол, распространенные в западной половине месторождения	10,0	32,0	20,0
$Cr_2st$	Мергель	0,0	50,0	—
$Cr_2t+cn$	Мел	43,0	70,0	—
$Cr_1l+cm$	Пески разнозернистые кварцевые	26,0	40,0	36,0
$Ibj+bt+cl+v$	Песчанистые глины, пески мелкозернистые с прослоями лигнита и известняка до 2 м мощности	—	—	35,0
$C_1os+hv$	Доломитизированные, нередко глинистые известняки с тонкими прослойками глин. Распространены в периферической части месторождения и залегают на девонских отложениях или на поверхности докембрия	0,0	20,0	—
$D_2+3mm$	Каолинитизированные разнозернистые пески с гравием и галькой; есть прослой кварцевых песчаников и каолинитовых глин. Залегают в периферической части месторождения на размытой поверхности докембрия	0,0	30,0	—

На площади Чернянского месторождения установлено пять залежей богатых железных руд, горизонтально покрывающих выступы железистых кварцитов. Наиболее крупная из них — центральная приурочена к железистым кварцитам верхней подсветы, остальные четыре — западная, северная, восточная и южная — к железистым кварцитам нижней подсветы (см. рис. 63). Данные о размерах залежей, глубине залегания и мощности богатых руд сведены в табл. 82.

Таблица 82

№ п/п	Наименование залежи	Длина, м	Ширина, м	Средняя мощность, м	Средняя глубина залегания, м
1.	Центральная . . . . .	3100	900—1100	16,0	154,0
2.	Западная . . . . .	2100	100—150	19,9	173,0
3.	Северная . . . . .	950	550	12,1	137,0
4.	Восточная . . . . .	3100	100—350	14,4	176,0
5.	Южная . . . . .	850	500	17,8	200,0
По месторождению:		около 4500	до 2000	16,09	167,0

Как и на других месторождениях бассейна, каждый минералогический тип остаточных богатых железных руд у подошвы залежей сменяется определенным минералогическим типом железистых кварцитов. Это позволяет стратиграфическое деление толщи железистых кварцитов распространить и на рудную зону (табл. 83).

Таблица 83

Индексы горизонтов	Типы железистых кварцитов	Типы богатых железных руд
--------------------	---------------------------	---------------------------

#### Нижняя подсвета железистых кварцитов

$K_2^1 I$ и $K_2^1 III$	Магнетито-куммингтонитовые грубополосчатые малорудные кварциты	Мартиито-гидрогетитовые. мартиито-гидрогематитовые. Мощность до 35—38 м
$K_2^1 II$	Магнетитовые, куммингтонито-магнетитовые, широкополосчатые кварциты с прослоями сланцев	Мартиитовые, мартиито-гидрогематитовые, мартиито-гидрогетитовые. Мощность до 35 м

#### Верхняя подсвета железистых кварцитов

$K_2^3 I$	Среднеполосчатые интенсивно ошелоченные магнетитовые кварциты с большим количеством рибекита, родусита, эгирина, а также субпослойных титаноносных карбонатно-биотитовых даек. В верхней части разреза кварциты богатые, в нижней — слаборудные	Титанистые, мартиито-гидрогетитовые. Мощность до 75 м
$K_2^3 II$	Магнетитовые, железнослюdkово-магнетитовые тонкополосчатые кварциты, ошелоченные. Отличаются низким содержанием амфиболов, эгирина и малым количеством даек среди них	Мартиитовые, железнослюdkово-мартиитовые. Мощность до 35 м
$K_2^4 III$	Карбонатно-магнетитовые широкополосчатые кварциты с прослоями биотитовых и песчаных сланцев. Присутствуют титаноносные дайки	Мартиито-гидрогетитовые, мартиито-гидрогематитовые. Мощность до 20 м

В рудных телах наблюдается вертикальная зональность, обусловленная наложением на богатые руды процессов карбонатизации и хлоритизации. В связи с этим сверху вниз выделяются следующие зоны:

а) зона плотных интенсивно карбонатизированных и хлоритизированных руд;

б) зона рыхлых и слабо уплотненных руд с небольшим содержанием карбонатов или совершенно без них;  
 в) зона плотных карбонатизированных руд с остаточным кварцем;  
 г) зона мартитизированных интенсивно карбонатизированных кварцитов. Такая зональность особенно отчетливо устанавливается на участках залежей с рудами значительной мощности; при небольших мощностях (до 20 м) почти всегда развиты только плотные карбонатизированные руды.

Породы субпослойных титаноносных карбонатно-биотитовых даек и сланцев в рудной зоне превращены в хлоритовые гидрослюдистые породы, часто здесь разлагающиеся в железисто-глинистые породы рыхлого сложения.

Поверхность залежей богатых руд более или менее ровная и представляет собой эрозионный срез. Их подошва имеет исключительно неровный извилистый характер. При этом нередко в разрезе узкие языки богатых руд могут глубоко заходить в железистые кварциты.

Как и на многих месторождениях бассейна, мощность рудных залежей постепенно увеличивается от центра к периферии, где она может достигать 60—75 м. В центральной части месторождения она обычно невелика и местами руды совершенно размыты с образованием безрудных «окон».

Остаточные богатые железные руды на месторождении составляют 95% всех выявленных запасов. Среди них выделяется несколько минералогических типов: мартитовые, железнослюдково-мартитовые, гидрогематито-мартитовые и гидрогётито-мартитовые. Каждый из этих типов представлен двумя разновидностями: а) плотные интенсивно карбонатизированные руды и б) рыхлые и слабо сцементированные руды, почти совершенно лишенные карбонатов.

Соотношение различных типов и разновидностей руд приводится в табл. 84.

Т а б л и ц а 84

Минералогические типы и разновидности руд	Плотные	Рыхлые	Всего
Гидрогематито-мартитовые, гидрогётито-мартитовые . . . . .	16,0	37,6	53,6
Мартитовые, железнослюдково-мартитовые . . . . .	8,4	30,9	39,3
Осадочные . . . . .	3,4	—	3,4
Некондиционные руды и прослои нерудных пород, входящих в контур запасов . . . . .	—	—	3,7

Осадочные руды составляют всего лишь 3,4% запасов, залегают они в виде линзовидных пластов на остаточных рудах или на небольшом удалении от них, в понижениях палеорельефа.

Данные о химическом составе различных промышленных типов железных руд, выделенных согласно временным кондициям, утвержденным Госпланом РСФСР, приводятся в табл. 85.

Чернянские богатые железные руды в отличие от остальных руд КМА обладают повышенным содержанием титана, что, как известно, затрудняет технологический процесс выплавки чугуна. Титан в них связан с карбонатно-биотитовыми дайками, содержащими ильменит, рутил, лейкоксен. В свежевыветрелых дайках количество двуокиси титана достигает 7—8%, в выветрелых 15—16%. В связи с неравномерным распределением даек в разрезе подсвита железистых кварцитов в богатых рудах, развитых по ним, образуются участки с содержанием двуокиси титана более 2,5% (до 5—6%). Подавляющее количество запасов титанистых разновидностей приурочивается к одному стратигра-

Таблица 85

Промышленные типы руд	Содержание, %						
	Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Легу- чие	TiO <sub>2</sub>	S	P
1. Мартеновские. Преимущественно слабо карбонатизированные, рыхлые, с содержанием железа не менее 55% и двуокиси титана не более 2,5% . . . . .	58,9	4,0	1,9	5,7	0,83	0,096	0,095
2. Доменные							
а) слабо карбонатизированные — преимущественно рыхлые с содержанием железа 50—55%, окиси титана менее 2,5% и летучих менее 12% . . . . .	56,7	6,5	3,3	8,7	0,94	0,214	0,096
б) карбонатные — преимущественно плотные с содержанием железа 45—55%, летучих не менее 12% и двуокиси титана не более 2,5% . . . . .	50,0	4,8	3,0	14,9	0,60	0,270	0,110
в) титанистые — с содержанием двуокиси титана не менее 2,5% . . . . .	52,9	6,4	4,4	7,4	4,02	0,120	0,130

фическому горизонту  $K_2^3 I$ , где дайковые породы в нижней части разреза преобладают (до 60%) над железистыми кварцитами.

Физико-механические свойства богатых железных руд характеризуются показателями, приведенными в табл. 86.

Таблица 86

Руды	Типы руд по крепости	Сопротив- ление сжатию, кг/см <sup>2</sup>	Соот- ноше- ние, %	Удель- ный вес	Порис- тость, %	Влаж- ность, %	Благо- емкость, %
Плот- ные	Скальные крепкие . . . . .	>400	23,5	4,10	20	5,43	6,11
	Скальные слабые . . . . .	100—400	18,8	4,22	24	6,98	6,68
	Полускальные . . . . .	20—100	20,0	4,53	29,85	7,51	8,00
Рых- лые	Зернистые . . . . .	<20	34,0	4,26	37,06	9,82	12,70
	Глиноподобные . . . . .	<20	3,7	4,05	7,90	24,40	19,12

Средний объемный вес плотных (карбонатных) богатых руд 3,3, а остальных типов 3,2.

Залежи богатых железных руд Чернянского месторождения разведаны детально скважинами, расположенными по сетке 100×200 м для получения запасов категории В, и 100×400 м для категории С<sub>1</sub>. Выявленные запасы по состоянию на 30 августа 1963 г. отдельно по каждой залежи были определены в следующих количествах (табл. 87).

В числе руд промышленных категорий (В и С<sub>1</sub>) мартеновские руды составляют 68 млн. т и доменные — 139 млн. т. Среди последних были выделены руды: карбонатные (плотные) — 47,2 млн. т, слабо карбонатизированные (рыхлые и полурыхлые) — 53,8 млн. т и титанистые — 38 млн. т.

Из учтенных при ориентировочном подсчете запасов железистых кварцитов около 10% приходится на окисленные и 90% на неокисленные кварциты. По минеральному составу среди последних выделяются магнетитовые и железнослюdkово-магнетитовые, в общем балансе запасов составляющие соответственно 73 и 17%. Слаборудные силикатно-магнетитовые разности при подсчете запасов не учитывались.

Магнетитовые кварциты имеют текстуру от тонко- до широкополосчатой с шириной полос до 1—2 см. По сравнению с другими минерало-

Таблица 87

Наименование залежей	Запасы, млн. т			
	кат. В	кат. С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
Центральная . . . . .	40,1	85,7	—	125,8
Восточная . . . . .	3,0	32,8	—	38,8
Западная . . . . .	—	17,8	—	17,8
Северная . . . . .	—	13,4	—	13,4
Южная . . . . .	—	14,2	10,9	25,1
Всего* . . . . .	43,1	163,9	10,9	217,9

\* По состоянию на 1/1 1964 г. на балансе СССР числятся запасы: кат. В—64,8 млн. т, С<sub>1</sub>—136,9 млн. т и С<sub>2</sub>—27,9 млн. т, учтенные по протоколу ЦКЗ Главгеологии РСФСР в 1962 г.

гическими типами кварцитов они выделяются более крупнозернистой структурой. Зерна магнетита в них достигают 0,5—1,0 мм. Кроме главных породообразующих минералов кварца и магнетита в кварцитах этого типа могут присутствовать имеющие подчиненное значение родусит, эгириин, куммингтонит, рибекит, железистые карбонаты, гидрослюда, пирит и изредка апатит и тальк. Кроме того, нередко присутствуют доломит, биотит, ильменит, гематит и рутил, связанные с внедрением отмеченных выше даек.

Железнослюдково-магнетитовые кварциты в основном состоят из кварца и магнетита. Железная слюдка присутствует в количестве 5—18% от общего объема рудных минералов. Еще в меньшем количестве и не во всех случаях присутствуют родусит, эгириин и доломит.

Окисленные железистые кварциты залегают в основании залежей богатых железных руд и плащеобразно покрывают головы пластов железистых кварцитов. В основном они представлены мартитовыми и железнослюдково-мартитовыми кварцитами, обычно несколько гидрогематизированными за счет разложения железистых силикатов.

К слоборудным относились железистые кварциты с некондиционным содержанием железа — менее 25%, представленные главным образом магнетито-куммингтонитовыми, магнетито-гиперстеновыми и магнетито-эгирино-рибекитовыми разностями.

Учтенные железистые кварциты (в %) характеризуются следующим химическим составом (табл. 88).

Таблица 88

Компоненты	Магнетитовые руды	Железнослюдково-магнетитовые руды	Окисленные руды
Fe <sub>общ.</sub>	31,0	36,9	37,9
Fe <sub>раств.</sub>	30,8	36,2	37,2
Fe''	11,9	10,6	7,6
SiO <sub>2</sub>	31,3	35,6	33,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,25	0,9	2,7
TiO <sub>2</sub>	1,05	0,6	0,98
MgO	5,10	3,7	1,8
CaO	4,5	3,2	3,1
S	1,127	0,020	0,088
P	1,109	0,102	0,076
Летучие	3,27	2,0	4,6

Отрицательным для железистых кварцитов Чернянского месторождения является то, что на отдельных участках они имеют повышенное

содержание двуокиси титана, связанной с наличием даек карбонатно-биотитового состава, содержащих ильменит, рутил и лейкоксен. В зависимости от количества содержание этого компонента изменяется от 0,1 до 5—6,5%. На участках железистых кварцитов, не инъецированных этими породами, его содержание обычно находится в пределах 0,1—0,4%.

Лабораторным испытанием обогатимости железистых кварцитов подвергались три пробы весом от 850 до 1000 кг, взятые из горизонтов  $K_2^3$  III (проба № 1),  $K_2^3$  II (проба № 2) и  $K_2^3$  I (проба № 3) железорудной свиты.

Обогащение проб производилось с применением гидравлической классификации исходной руды, измельченной до 85—90% минус 0,075 мм, с последующей магнитной сепарацией промежуточных продуктов.

Данные о составе исходных проб и полученных концентратов (в %) сведены в табл. 89.

Таблица 89

Компоненты	Проба № 1		Проба № 2		Проба № 3	
	кварцит	концентрат	кварцит	концентрат	кварцит	концентрат
1. Магнетит . . . . .	30,4	—	33,4	—	13,5	—
2. Гематит . . . . .	0,8	—	4,8	—	1,4	—
3. Fe <sub>общ</sub> . . . . .	29,1	60,6	32,6	62,7	23,4	58,9
4. TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,41	0,15	0,59	0,11	1,80	0,26
5. SiO <sub>2общ</sub> . . . . .	—	11,5	—	10,0	—	11,4
6. SiO <sub>2,доб</sub> . . . . .	—	7,92	—	7,16	—	6,16
7. Извлечение железа . . .	—	83,2	—	81,3	—	76,0

Приведенные данные показывают, что концентраты, полученные при обогащении, содержат достаточное количество железа для доменной плавки.

Неокисленные железистые кварциты Чернянского месторождения имеют объемный вес 3,41 и удельный — 3,47, а окисленные соответственно 3,15 и 3,67.

Для разведки железистых кварцитов на месторождении было пробурено 36 скважин, расположенных в трех профилях в 750—800 м друг от друга. Разведка производилась на глубину до абсолютной отметки — 400 м, т. е. на 400 м ниже поверхности кристаллического фундамента. Выявленные запасы кварцитов, по ориентировочному подсчету на 1/1 1964 г., составляют 2,8 млрд. т.

В пределах Чернянского месторождения распространено семь водоносных горизонтов и комплексов: четвертичный; коньяк-туронский, сеноман-альбский, келловей-байосский, озерско-хованский, мамонский и протерозойско-архейский. Первые три из них — четвертичный, коньяк-туронский и сеноман-альбский — имеют активную гидравлическую связь с водами атмосферы и р. Оскол. Остальные находятся в зоне затрудненной связи с поверхностью (табл. 90).

При осушении месторождения суммарный приток воды в карьер может достигать 7000 м<sup>3</sup>/час.

Институтом Центрогипроруда (1963) составлен технико-экономический доклад на разработку железных руд Чернянского месторождения. По его ориентировочным расчетам, здесь на базе богатых железных руд может быть построен карьер с годовой производительностью 7,5 млн. т товарной руды с содержанием железа 53,2% стоимостью 2,72 руб. за 1 т, или 5,44 руб. за 1 т железа в руде. Продолжительность периода строительства рудника 5,5 лет и периода эксплуатации 24 года.

№ п/п	Водоносные горизонты и комплексы	Глубина кровли горизонта, м	Мощность водосодержащих пород, м	Напор над кровлей, м	Удельные дебиты скважин, л/сек	Коэффициенты фильтрации, м/сутки
1	Четвертичный в аллювиальных песках . . . . .	0—10,0	1,5—15,0	б/н	—	—
2	Коньяк-туронский в мелах . . . . .	0,8—74,9	40,0—60,0	б/н	0,88—4,55	2,15—16,5
3	Сеноман-альбский в песках . . . . .	43,5—127,0	29,7—39,5	36,7—51,9	0,22—1,27	0,88—6,23
4	Келловей-байосский в песках . . . . .	82,0—185,3	5,8—17,2	88,5—131,7	0,0106—0,48	0,137—8,22
5	Озерско-хованский в известняках . . . . .	122,7—195,0	0,0—13,1	115,0—134,5	0,04—0,41	0,46—7,31
6	Мамонский в песках и песчаниках . . . . .	133,0	0,0—32,3	126,9	0,23	3,64
7	Протерозойско-архейский:					
	в богатых рудах . . . . .	136,2—200,0	38,1—48,5	119,8—178,9	0,08—0,142	0,209—0,606
	в железистых кварцитах . . . . .	134,5—157,9	27,3—61,8	118,3—134,4	0,0032—0,0069	0,0131—0,031
	в сланцах и мигматитах . . . . .	150,0—172,0	36,5—76,0	125,6—139,9	0,0002—0,0012	0,00093—0,0028
	тектонические нарушения в мигматитах . . . . .	154,0	26,0	149,65	1,11	5,71

Карьер для разработки богатых железных руд Чернянского месторождения в дальнейшем планируется использовать для добычи железистых кварцитов с углубкой его ниже подошвы богатых руд на 100—200 м.

По расчету института здесь возможно создание горнообогатительного комбината с годовой производительностью 16 млн. т железорудного концентрата с содержанием железа 62%. Продолжительность периода строительства 4 года и периода эксплуатации 47 лет.

## КУРСКО-ОРЛОВСКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ РАЙОН

Курско-Орловский железорудный район имеет площадь около 30 тыс. км<sup>2</sup>, расположен на территории Курской и западной части Орловской областей. Главными его водными артериями являются: притоки Десны — Сейм и Нерусса, верховье р. Оки и Сосны (приток Дона). Район пересекают железнодорожные магистрали: с севера на юг Брянск — Льгов — Белгород, Москва — Орел — Курск — Харьков и с запада на восток Брянск — Орел — Елец, Киев — Курск — Воронеж. В меридиональном направлении проходит автомагистраль Москва — Орел — Курск — Симферополь. По гипсометрическому положению кристаллического фундамента в районе выделены следующие три подрайона:

1. Рыльско-Крупецкой — на юго-западном склоне Воронежской антеклизы, глубина залегания пород докембрия от 300 до 600 м.

2. Михайловский, находящийся в сводовой части антеклизы и характеризующийся небольшой глубиной залегания докембрия, изменяющейся от 40 до 250 м.

3. Орловский — в области сводовой части и северо-восточного склона Воронежской антеклизы, с глубиной залегания пород кристаллического фундамента 200—450 м.

В районе выполнен комплекс геофизических исследований, выявивших магнитные и гравитационные аномалии, вызванные крутопадающими пластами железистых кварцитов в кристаллическом фундаменте. Эти аномалии объединяются в следующие группы:

1) Крупецкие и Рыльские аномалии в Рыльско-Крупецком подрайоне;

2) аномалии Михайловского подрайона — Почепнянские, Фатеевские, Осоцкая, Комаричские, Дичнянско-Реутецкое, Костельцевско-Бугровская, Курбакинская, Троснянские, Копенковские, Шумские, Плоские, Полевые и Медвенские;

3) аномалии Орловского подрайона — Шаблыкинские, Хотынецкие, Знаменские, Нарышкинские, Орловские, Воронежские, Протасовские, Малоархангельские и Петровские.

Сочленяясь между собой, аномальные полосы образуют узлы аномалий, на площади которых фиксируются широкие поля железистых кварцитов весьма сложного тектонического строения. Такие широкие поля кварцитов установлены в северной части Михайловского подрайона, на площади Михайловского и Ново-Ялтинского месторождений. По материалам геофизических съемок, наличие широких полей железистых кварцитов возможно также и на площади Троснянских, Крупецких и Рыльских аномалий.

Центральное положение в районе занимает аномальная полоса, проходящая вблизи сел Реутец, Костельцево, Михайловка и Новая Ялта. Она имеет протяженность около 200 км и объединяет Реутецкие, Дичнянские, Льговскую, Михайловскую, Бугровскую и Курбакинскую аномалии. К этой полосе приурочены все известные месторождения железных руд описываемого района. Здесь породы кристаллического фундамента лежат на небольшой глубине от поверхности (40—250 м).

Благодаря неглубокому залеганию докембрия эта полоса наиболее детально освещена буровыми работами. Выходы железистых кварцитов под осадочные породы почти на всем протяжении вскрыты буровыми скважинами и их профилями, расположенными на расстояниях, обеспечивающих выявление залежей остаточных руд значительных размеров, которые могут заслуживать внимания для разведки.

Более полно был изучен состав железистых кварцитов на площади разведывавшихся залежей богатых железных руд Михайловского, Курбакинского, Жигаевского, Ново-Ялтинского и Дичнянско-Реутецкого месторождений.

Железистые кварциты других аномалий за пределами центральной полосы освещены одиночными скважинами или известны лишь по данным геофизических съемок.

Ни одного перекрытого разреза железорудной свиты на территории описываемого района не получено.

Почти вся территория этого железорудного района находится в пределах сводовой и присводовой частей Воронежской антеклизы с преобладающими абсолютными отметками поверхности кристаллического фундамента от  $-100$  до  $0,0$  м на шлоях распространения сланцев и от  $+50$  до  $+100$  м на выходах железистых кварцитов. В зависимости от рельефа поверхности земли и гипсометрического положения погребенной поверхности докембрия глубина залегания кристаллического фундамента колеблется от 40 до 350 м.

На севере небольшая часть территории района (Шаблыкинские, Хотынецкие, Знаменские, Нарышкинские аномалии) приходится на северо-восточный склон антеклизы с абсолютными отметками поверхности докембрия от  $-100$  до  $-400$  м. Примерно такое же гипсометрическое положение она имеет в районе Крупецких аномалий, расположенных на юго-западном склоне антеклизы.

В геологическом строении докембрия в этом районе участвуют сильно дислоцированные метаморфизованные осадочные и эффузивные породы докембрия, разделенные (снизу вверх) на:

Архей (А) — гнейсы, амфиболиты, ультрабазиты, мигматиты.

Протерозой (Р) с подразделениями:

Михайловская серия (Мh), сложенная в нижней части амфиболитами, метадиабазами, кварцитами и силикатными сланцами мощностью до 3000 м и в верхней части кварцево-биотитовыми и другими силикатными сланцами мощностью около 1000 м.

Курская серия (К), разделенная на четыре свиты:

1. Нижняя свита ( $K_1$ ) сложена в нижней части кварцевыми и кварцево-полевошпатовыми песчаниками ( $K_1^I$ ) мощностью 500—1000 м, а сверху — кварцево-серицитовыми, иногда углистыми, филлитовидными сланцами с прослоями слабосудных кварцитов ( $K_1^II$ ) общей мощностью 200—800 м.

2. Средняя, или железорудная, свита ( $K_2$ ) в пределах наиболее изученных месторождений района имеет мощность 300—400 м. Представлена она железослюдково-магнетитовыми, магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми кварцитами. Как и в других районах бассейна, последние имеют подчиненное значение и встречаются в основном на контакте со сланцами. В отличие от Старо-Оскольского и Ново-Оскольского железорудных районов мощная пачка сланцев, разделяющих железистые кварциты, здесь не обнаружена.

Мощность зоны мартитизации кварцитов весьма непостоянна и изменяется в основном от 10—20 до 40—50 м, реже достигает 100—200 м.

3. Верхняя свита ( $K_3$ ) сложена кварцево-серицитовыми филлитовидными слюдястыми алевролитами, серицито-кварцевыми сланцами с пачками доломитов. Мощность свиты 200—800 м.

4. Курбакинская свита (Кг) представлена метаморфизованными кварцевыми порфирами, их туфами, туффитами, песчаниками, брекчиями мощностью около 1000 м.

На территории района распространены также интрузивные породы, среди которых выделяются:

1. Прорывающие только породы архейского возраста — ультрабазиты, габбро-амфиболиты и более поздние плагиоклазовые граниты, сопровождаемые мигматитами.

2. Прорывающие породы михайловской серии — ультрабазиты, габбро-амфиболиты, эпидиабазы.

3. Прорывающие весь протерозойский комплекс: а) плагиограниты; б) габбро, габбро-нориты, габбро-диабазы, диабазовые порфириты, гранодиориты, кварцевые диориты, граносиениты, розовые граниты; в) розовые микроклиновые граниты.

В структурно-тектоническом отношении железорудный район охватывает северо-западную часть Главного антиклинория КМА (с преобладающим распространением архейских образований) и расположенные по обе стороны от него северо-восточную и юго-западную синклинарные зоны преимущественного развития пород протерозоя.

Внутри каждого из этих основных структурных элементов породы смяты в серию разнообразных по величине складок второго, третьего и более высоких порядков обычно с параллельным, весьма крутым падением крыльев. Пологое залегание пород встречается очень редко. Оно установлено только на площади Малоархангельских и Троснянской аномалий.

Из структур второго порядка выделяются (Полищук, 1962) одиннадцать синклинальных зон, разделенных такого же порядка антиклинальными зонами.

Наиболее полное освещение получила Михайловская синклинальная зона, с которой связана Михайловская группа месторождений.

Кроме пликативных дислокаций в районе установлены разрывные нарушения северо-западного и поперечного к ним направлений. Их положение определено главным образом лишь на площади разведывавшихся месторождений; за их пределами на межаномальных полосах они не выявлены.

Разрез толщи осадочных пород, распространенных на территории этого района, приводится в табл. 91, составленной по данным Д. Н. Утехина (1962 г.).

Наиболее полный разрез девона вскрыт на севере района на полях распространения докембрийских сланцев. Здесь общая мощность девонских отложений достигает 350 м. В южно-юго-западном направлении вследствие эрозионного среза верхних горизонтов она постепенно уменьшается до полного выклинивания. В южной части района на площади присводовой части антеклизы девонские отложения совершенно размывы. В соответствии с положением поверхности кристаллического фундамента они имеют общее, весьма пологое (от 3—5 до 8 м на 1 км) погружение в сторону Московской синеклизы.

Каменноугольные отложения развиты лишь на юго-западном склоне Воронежской антеклизы, преимущественно в районе Рыльско-Крупецких аномалий. Здесь они достигают мощности 110—115 м, залегают непосредственно на докембрийском фундаменте и, следуя его поверхности, полого погружаются (5—8 м на 1 км) в юго-западном направлении в сторону Днепровско-Донецкой впадины.

Юрские отложения мощностью до 150 м распространены повсеместно и залегают на породах девона и карбона; лишь на юге, в сводовой части антеклизы и на площади полос железистых кварцитов, имеющих наиболее высокое положение погребенной поверхности, они лежат непосредственно на породах докембрийского фундамента.

Таблица 91

Возраст	Литологический состав	Мощность, м	
		мини- мальная	максимальная
Q	Элювиально-делювиальные покровные суглинки, песчано-глинистый аллювий . . . . .	0,0	15,0—20,0
Pg <sub>3</sub> hr+pl	Глины, алевриты, пески . . . . .	0,0	20,0—25,0
Pg <sub>2</sub> kv	Пески, глины, алевриты . . . . .	0,0	30,0
Pg <sub>2</sub> kn+bc	Пески, песчаники . . . . .	0,0	35,0
Cr <sub>2</sub> cp	Мел, алевриты . . . . .	0,0	40,0
Cr <sub>2</sub> st	Мергели, трепелы, опоки . . . . .	0,0	60,0
Cr <sub>2</sub> t+cn	Песчаный мел . . . . .	0,0	75—120
Cr <sub>1</sub> al+Cr <sub>2</sub> cm	Разнозернистые пески . . . . .	0,0	20—30
Cr <sub>1</sub> ap	Пески, алевриты . . . . .	0,0	15—25
Cr <sub>1</sub> nc	Алевритистые глины, алевриты, пески, песчаники . . . . .	0,0	35,0
I <sub>3</sub> pv	Песчанистые глины, глинистые пески, песчаники . . . . .	0,0	25,0
I <sub>3</sub> ox	Глины с прослоями известняков и песчаников . . . . .	0,0	35,0
I <sub>3</sub> cl	Глины, тонкозернистые глинистые пески . . . . .	0,0	45,0
I <sub>2</sub> bt	Переслаивание глин и песков . . . . .	0,0	45,0
I <sub>2</sub> bj+bt	Плотные глины . . . . .	0,0	60,0
C <sub>1</sub> rg	Известняки . . . . .	0,0	16,0
C <sub>1</sub> v	Органогенные известняки иногда с кремнями, известковистые глины . . . . .	0,0	90,0
C <sub>1</sub> v <sub>2</sub>	Мелкозернистые кварцевые пески, глины с прослоями угля . . . . .	0,0	50,0
D <sub>3</sub> fm <sub>2</sub>	Известняки, доломиты, мергели с прослоями глин, песков, песчаников . . . . .	0,0	75,0
D <sub>3</sub> fm <sub>1</sub>	Песчанистые глины, глинистые пески, доломитизированные известняки . . . . .	0,0	30—40
D <sub>3</sub> s c <sub>2</sub> —lv	Известняки, доломиты с прослоями известковистых песчаников . . . . .	0,0	110,0
D <sub>3</sub> s c <sub>1</sub>	Пестрые тонкослоистые глины, алевриты, алевролиты, реже мелкозернистые песчаники . . . . .	0,0	20,0—30,0
D <sub>3</sub> js	Алевриты . . . . .	0,0	10,0—15,0
D <sub>2</sub> cg—osk	Глины, алевриты, алевролиты, мелкозернистые пески с редкими прослоями известняков, мергелей, песчаников . . . . .	0,0	60,0
D <sub>2</sub> ms	Известняки с прослоями глин . . . . .	0,0	25,0—30,0
D <sub>2</sub> mg	Глинистые пески и песчанистые глины . . . . .	0,0	50,0

Полный разрез меловых отложений прослеживается лишь в юго-западной части района; на севере района верхние их горизонты сильно эродированы и сохраняются лишь на водоразделах; в краевой северо-восточной части района в долинах рек меловые отложения совершенно размыты и на поверхности обнажаются породы юры и девона.

Отложения палеогена сохранились от эрозионного размыва только на водораздельных пространствах в южной половине района.

Мезозойские и палеогеновые отложения имеют общее очень пологое (около 0,5—1 м на 1 км) юго-западное погружение.

В Курско-Орловском железорудном районе выявлено пять месторождений. Наиболее крупные из них приурочены к площадям широких полей железистых кварцитов Михайловского узла аномалий. Здесь было детально разведано Михайловское и Ново-Ялтинское месторождения, отличающиеся исключительно большой площадью рудных залежей, достигающей до 8—10 км<sup>2</sup>. Первое из них благодаря неглубокому залеганию пригодно для разработки открытым способом. Для Ново-Ялтинского месторождения ввиду значительной глубины залегания рудных тел (220—240 м) вопрос о разработке руд открытым способом решается отрицательно, по крайней мере в ближайшие десятилетия.

Меньшие размеры имеют месторождения Курбакинское и Дичнянско-Реутецкое, приуроченные к широким полосам железистых кварцитов. Несмотря на выявленные предварительной разведкой значительные запасы, эти месторождения, как и Ново-Ялтинское, не рассматриваются пока как объекты разработки открытым способом. Причиной этому являются сильно вытянутая форма залежи (что увеличивает коэффициент вскрыши) и значительная глубина залегания (Дичнянско-Реутецкое месторождение).

Пятое месторождение района — Жигаевское приурочено к узкой полосе железистых кварцитов близ с. Жигаево. Оно имеет небольшие размеры залежей и по запасам не является объектом рентабельной разработки.

Кроме перечисленных месторождений богатые железные руды вскрыты южнее Дичнянско-Реутецкого месторождения, на площади Реутецкого узла аномалии. Их возможная перспектива пока не изучена.

Для всех месторождений этого района характерно горизонтальное плащеобразное залегание и относительно небольшая мощность рудных залежей. Рыхлые руды здесь преобладают над плотными и в среднем по различным месторождениям составляют от 63 до 70%. Исключением является Дичнянско-Реутецкое месторождение, где их количество не более 30—35%.

Богатые железные руды описываемого района содержат: железа в среднем 53—55%, серы 0,3—0,6%, кремнезема 9—10%. Глубина их залегания колеблется от 40 до 170 м на Михайловском месторождении и до 200—300 м на Дичнянско-Реутецком и Ново-Ялтинском месторождениях.

На большинстве разведанных месторождений, кроме Курбакинско-го, породы кровли представлены преимущественно глинами с линзами песков. На Курбакинском месторождении непосредственно на руде нередко лежат пески. Пески обводнены и обладают свойствами пльвунов. Воды обладают напором до 22 атм.

Таким образом, относительно крупные залежи железных руд можно ожидать на площади Крупецких и Рыльских аномалий, находящихся в палеогеографических условиях, близких к условиям Белгородского железорудного района, на которых (по геофизическим данным) возможно наличие широких полей железистых кварцитов, благоприятных для рудообразования. Значительные по размерам залежи остаточных богатых железных руд можно ожидать на широких полосах выходов железистых кварцитов в пределах Бугровской, Реутецкой и Нарышкинской аномалий.

Необходимо отметить, что на площади этих аномалий глубина залегания железистых кварцитов составляет до 300—600 м, поэтому при нахождении здесь залежей богатых железных руд разработка их открытым способом будет, по-видимому, нерентабельной.

Менее перспективными для поисков железных руд являются площади Почепнянских, Шаблыкинских, Хотынецких, Знаменских, Орловских и Протасовских аномалий, вызванных, по-видимому, пластами железистых кварцитов малой мощности. Кроме того, есть основание считать, что здесь кварциты выходят под отложения эйфельского яруса среднего девона, под которыми богатые руды еще не встречены.

Природа магнитных аномалий, расположенных в центральной части Главного антиклинория КМА — Шумских, Бесединских, Медвенских и Колпнянских, осталась не выясненной. Весьма слабая их интенсивность и вытянутая форма указывают на то, что, вероятнее всего, они вызываются маломощными пластами железистых кварцитов, на которых образование значительных залежей остаточных богатых железных руд маловероятно. Следует также отметить, что, как и на площади аномалий предыдущей группы, здесь выходы железистых пород, вероят-

нее всего, находятся под отложениями морсовского и мосоловского горизонтов эйфельского яруса среднего девона, что резко сокращает перспективность.

Прогнозные запасы богатых железных руд в этом железорудном районе были ориентировочно определены Е. П. Воротильниковым (1962ф) в количестве 1510 млн. т, в том числе на Крупецких 500 млн. т, на Рыльских 200 млн. т, на Бугровской (на северном продолжении полосы кварцитов Михайловского месторождения) 90 млн. т, на Троснянских 60 млн. т, на Нарышкинских 90 млн. т, на Реутецких 115 млн. т и на всех остальных, не перспективных для нахождения залежей промышленных размеров, 455 млн. т.

Кроме богатых железных руд гипергенного происхождения, слагающих разведанные залежи района, на площади Михайловского месторождения несколько скважин вскрыли крутопадающие залежи гематито-магнетитовых руд мощностью до 18 м гидротермального происхождения; перспективы оруденения этого типа не выяснены.

Разведанные запасы железных руд района в целом по состоянию на 1/VII 1965 г. приведены (в млн. т) в табл. 92.

Таблица 92

Типы руд	Балансовые		Забалансовые
	кат. В+C <sub>1</sub>	кат. В+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	кат. В+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>
1. Богатые руды* . . . . .	705,1	808,9	74,5
2. Железистые кварциты . . . . .	653,4	929,1	16,3
В том числе:	3694,3	9318,6	—
неокисленные . . . . .	2408,0	6719,6	—
окисленные . . . . .	1286,3	2599,0	—
Всего . . . . .	4399,5	10127,5	74,5
	4347,7	10247,7	16,3

\* В числителе — фактически разведанные на 1/VII 1965 г., в знаменателе — числящиеся на балансе на 1/I 1964 г.

С 1960 г. богатые железные руды Курско-Орловского района разрабатываются на Михайловском месторождении. На базе железистых кварцитов этого месторождения возможно создание крупного горнообогатительного комбината.

### МИХАЙЛОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Михайловское месторождение железных руд находится в верховьях р. Свапы — правого притока р. Сейм, вблизи Железногорска Курской области, в 100 км северо-западнее г. Курска и 125 км юго-западнее г. Орла. Со ст. Арбузово железнодорожной магистрали Брянск — Белгород месторождение связано железнодорожной веткой. В 2 км севернее его проходит автомагистраль Киев — Тросна и в 30 км восточнее автомагистраль Москва — Симферополь.

Поверхность месторождения представляет собою равнину, изрезанную овражно-балочной сетью. Ее пересекают два притока р. Свапы: Чернь и Речица. Абсолютные отметки поверхности 230—235 км на водоразделах и 162—164 м в речных долинах.

Михайловское месторождение открыто в 1950 г. геологопоисковыми работами треста Курскгеология. Постановка этих работ обосновывалась результатами исследований Курской геофизической экспедиции.

В период с 1951 по 1967 г. месторождение разведывалось детально. С 1960 г. на месторождении существует карьер, эксплуатирующий богатые железные руды Веретенинской залежи.

Михайловское месторождение находится в центральной части Михайловского узла аномалий. На его площади были вскрыты породы архейского и протерозойского возраста.

К архею отнесены гнейсы, плагиоклазовые граниты и их мигматиты, распространенные за пределами западной окраины месторождения. Протерозойские образования представлены михайловской и курской сериями.

Михайловская серия достигает мощности 3 км и сложена в основном амфиболитами, с подчиненными им кварцитами и метапесчаниками, тальково-карбонатными породами, метадиабазами и серпентинитами.

Курская метаморфическая серия на месторождении представлена:

1. Нижней, песчаниково-сланцевой, свитой ( $K_1$ ), внутри которой выделяются подсвиты: а) нижняя ( $K_1^1$ ), сложенная кварцевыми и кварцево-полевошпатовыми метапесчаниками, иногда сливными кварцитами с прослоями слюдяных сланцев общей мощностью 500—1000 м; б) верхняя ( $K_1^2$ ), представленная кварцево-серицитовыми сланцами, иногда углистыми, вверху кварцево-хлорито-карбонатными и углисто-хлорито-карбонатными породами обычно с прослоями слабо-рудных и безрудных кварцитов.

2. Средней, железорудной, свитой ( $K_2$ ), сложенной железослюдково-магнетитовыми и сильно подчиненными им магнетитовыми и слабо-рудными кварцитами общей мощностью 500—600 м.

3. Верхней свитой ( $K_3$ ), сложенной кварцево-серицитовыми филлитовидными, часто углистыми сланцами с подчиненными им кварцево-серицито-хлоритовыми слюдястыми алевролитами и кварцево-серицито-карбонатными сланцами с прослоями и пачками доломитов общей мощностью около 700 м.

4. Курбакинской свитой ( $K_4$ ), представленной метаморфизованными кварцевыми порфирами, их туфами, туффитами, песчаниками и седиментационными брекчиями общей мощностью 1000 м.

Из магматических пород протерозойского возраста установлены: а) плагиограниты и мигматиты, залегающие в виде крупной пластообразной залежи на границе архея и протерозоя, и б) небольшое тело диабазовых порфиритов среди сланцев верхней свиты курской серии, у юго-восточной границы месторождения.

В структурном отношении Михайловское месторождение приурочено к крупному массиву железистых кварцитов на западном крыле Михайловской синклинали структуры. Здесь пласты кварцитов собраны в серию сплюснутых складок с весьма крутым (60—80°) параллельным падением в восточном направлении. С юго-востока на северо-запад в северной части массива проходит разрывное нарушение, по-видимому, сбросового типа (рис. 65, 66).

Наиболее высокие абсолютные отметки (170—174 м) поверхности кристаллического фундамента приходятся на центральную часть массива железистых кварцитов. В направлении его окраин они постепенно понижаются до 60—70 м на площади железистых кварцитов и до нуля и ниже на алюмосиликатных породах, вмещающих кварциты.

В составе осадочной толщи участвуют отложения девонского, юрского, мелового, палеогенового и четвертичного возраста. Сообразно с формой погребенной поверхности докембрия наименьшая мощность (35—40 м) осадочных пород наблюдается в центральной части месторождения и наибольшая (100—114 м) на его окраинах.

Данные о составе и мощности различных отложений осадочной толщи сведены в табл. 93.



Таблица 93

Возраст	Литологический состав	Мощность, м	
		мини-мальная	макси-мальная
Q	Суглинки лёссовидные покровные, пески и глины аллювиальные . . . . .	0,0	30—35
Cr <sub>1</sub> al+Cr <sub>2</sub> cm Cr <sub>1</sub> nc+ap	Пески мелко- и среднезернистые . . . . .	0,0	21,0
	Глины зеленовато-серые, слюдистые, песчанистые, иногда сверху белые кварцевые слюдистые пески и песчаники . . . . .	0,0	24,0
I <sub>3</sub> cl	Глины известковистые с фауной и прослоями известняков-ракушечников; в основании местами переложенные руды и гравелистые пески . . . . .	0,0	40,0
I <sub>2</sub> bt	Пески кварцевые мелко-, реже средне- и крупнозернистые с примесью глинистых и углистых частиц, иногда с линзами углистых глин мощностью до 10 м, в основании — рудные конгломерато-брекчии . . . . .	0,0	60,0
D <sub>3</sub> s c <sub>2</sub> —lv	Известняки и доломиты с прослоями песчаников в верхней части и глин в средней части . . . . .	0,0	110
D <sub>3</sub> s c <sub>1</sub>	Глины пестрые, алевриты, песчаники . . . . .	0,0	20,0
D <sub>3</sub> js	Каолинизированные алевролиты . . . . .	0,0	15,0
D <sub>2</sub> cr—osk	Глины, алевролиты, алевриты и пески с редкими прослоями известняков, мергелей и известковистых песчаников . . . . .	0,0	60,0
D <sub>2</sub> ms	Известняки с тонкими прослоями глин . . . . .	0,0	30,0
D <sub>2</sub> mr	Глины песчанистые с подчиненными им песками и песчаниками . . . . .	0,0	50,0

Непосредственно на площади месторождения, в контуре массива железистых кварцитов и покрывающих его рудных залежей имеют почти сплошное распространение породы четвертичного, сеноман-альбского, апт-неокомского и келловейского возраста. Батские пески прислонены к склону массива железистых кварцитов и отсутствуют в центральной его части, где абсолютные отметки достигают 130 м. Отложения девона полностью представлены лишь за пределами разведанной части месторождения, на полях сланцев. На площади массива железистых кварцитов они, как правило, отсутствуют, за исключением южной его части, где они лежат в понижениях погребенной поверхности кристаллического фундамента. Средняя мощность осадочной толщи около 100 м.

На площади месторождения установлены две плащеобразные залежи богатых железных руд: Веретенинская и Остаповская, характеризующиеся следующими размерами и глубинами залегания (табл. 94).

Таблица 94

Основные показатели	Веретенинская залежь	Остаповская залежь
1. Площадь, км <sup>2</sup> . . . . .	8,6	1,7
2. Протяженность, км . . . . .	6,5	4,3
3. Ширина, км . . . . .	2,5—3,0	0,6—1,5
4. Средняя мощность, м . . . . .	13,0	9,5
5. Максимальная мощность, м . . . . .	80,0	36,0
6. Глубина залегания, м		
средняя . . . . .	90,0	109,0
минимальная . . . . .	40,0	73,0
максимальная . . . . .	180,0	170,0

Обе залежи отличаются сильно извилистым контуром в плане, а также большим количеством безрудных окон и пережимов.

Кровлей руды служат рыхлые песчано-глинистые отложения юры и девона. Поверхность рудных тел относительно ровная, у Веретенинской залежи постепенно понижающаяся в направлении окраин массива кварцитов. Подошва рудных тел неровная, руда узкими клиньями местами уходит в железистые кварциты и, наоборот, останцы железистых

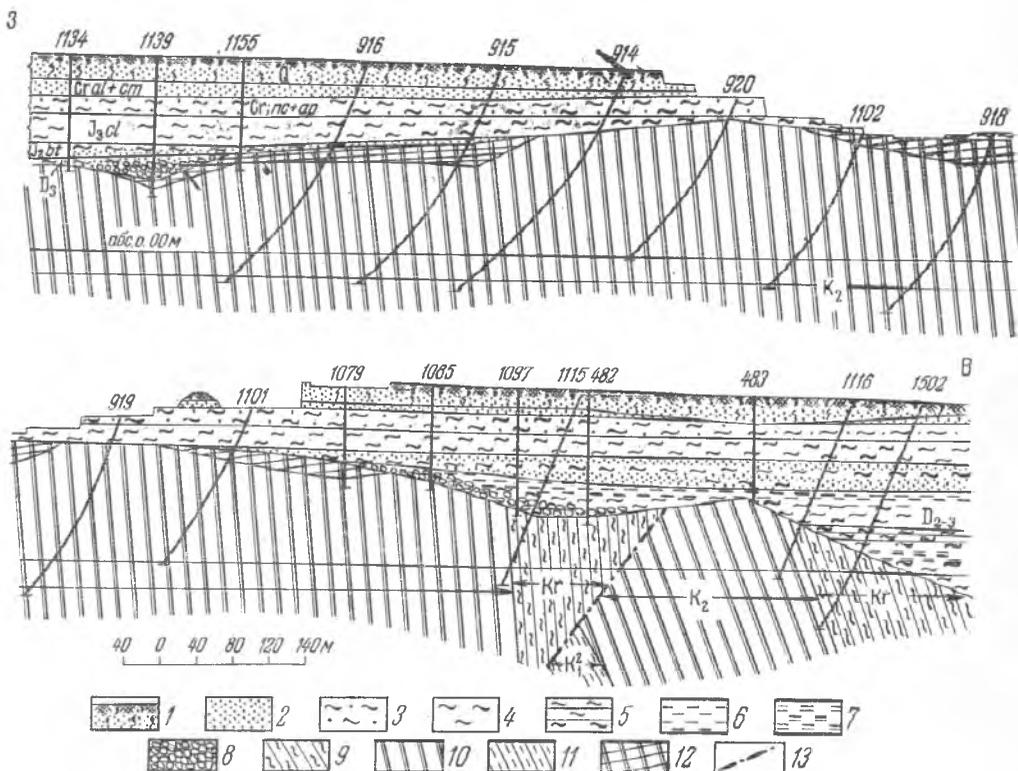


Рис. 66. Геологический разрез Михайловского месторождения по линии 53. По Е. П. Воротьянникову и В. Д. Полищуку  
 1 — суглинки; 2 — пески; 3 — песчаные глины; 4 — глины; 5 — аргиллиты; 6 — алевроиты; 7 — алевролиты; 8 — брекчии; 9 — кварцевые порфиры, туфы, песчаники, брекчии К<sub>2</sub>; 10 — железистые кварциты К<sub>2</sub>; 11 — сланцы К<sub>1</sub><sup>д</sup>; 12 — богатые железные руды; 13 — тектонические разрывы

кварцитов часто поднимаются высоко в рудную зону остаточных руд и выходят под осадочную толщу. По статистическому подсчету, плотные богатые руды на месторождении составляют около 30% объема залежи и встречаются преимущественно в наиболее верхних горизонтах в основании осадочной толщи. В горной массе богатых руд осадочные руды составляют около 17%.

Осадочные руды лежат в основании толщи осадочных пород в виде небольших линзообразных залежей, обычно заполняющих понижения в кровле остаточных руд.

Остаточные руды занимают 83% разведанных балансовых запасов. В соответствии с преобладающими на месторождении минералогическими типами железистых кварцитов они в основном представлены железнослюдково-маритовым и железнослюдковым типами; маритовые руды имеют сильно подчиненное значение и встречаются преимущественно в краевых частях массива железистых кварцитов.

У западного контакта массива железистых кварцитов с вмещающими его сланцами вскрыта крутопадающая залежь карбонатно-мар-

титовых руд линейной коры выветривания мощностью 15 м. Она прослежена по падению на 150 м от погребенной поверхности железистых кварцитов и по простиранию на 250 м. Руды этой залежи не отличаются от карбонатно-мартитовых руд плащеобразной коры выветривания и состоят из мартита, цементированного сидеритом, иногда в них присутствуют небольшие остаточные зерна кварца.

Кроме остаточных и осадочных руд, на месторождении есть гематито-магнетитовые руды гидротермального происхождения. Встречены они в двух точках среди железослюдково-магнетитовых кварцитов в виде согласных с ними крутопадающих тел. Эти руды состоят из гематита (железная слюдка), магнетита и присутствующих в небольшом количестве кварца и карбонатов. Текстура руды полосчатая благодаря хорошо выраженной послышной концентрации рудных и нерудных минералов, в местах нарушений — брекчиевидная.

Одна из залежей гидротермальных руд, вскрытая скв. 710, прослежена по простиранию на 120 м и на глубину до 180 м от поверхности железистых кварцитов. Максимальная мощность ее достигает 18 м с уменьшением по простиранию и по падению.

Средний химический состав различных генетических типов богатых железных руд по месторождению приводится в табл. 95.

Таблица 95

Компоненты	Среднее содержание, %				Гидротермальные руды
	Остаточные руды		Осадочные руды		
	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные	
Fe . . . . .	58,48	46,42	52,04	45,0	58,28
FeO . . . . .	3,84	11,70	5,05	14,77	14,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	78,45	52,61	67,70	48,0	66,25
SiO <sub>2</sub> . . . . .	7,56	8,95	9,12	10,90	8,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,51	2,41	6,24	5,8	1,14
CaO . . . . .	0,81	7,7	1,64	4,97	2,77
MgO . . . . .	0,24	0,85	0,28	0,66	1,97
MnO . . . . .	0,04	0,09	0,06	0,10	0,03
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,28	—	1,13	0,27	0,10
Na <sub>2</sub> O . . . . .	Следы	Следы	Следы	Следы	0,08
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,16	0,08	0,09	0,26	0,66
Летучие . . . . .	4,0	13,7	6,12	12,51	3,49
P . . . . .	0,026	0,06	0,05	0,08	0,05
S . . . . .	0,32	0,90	0,24	0,69	0,00

Для химического состава богатых руд Веретенинской и Остаповской залежей характерны следующие особенности.

1. Содержание железа находится в обратной зависимости от содержания шлакообразующих и летучих компонентов.

2. Плотные руды по сравнению с рыхлыми имеют более низкое содержание железа и более высокое содержание его окиси, серы и летучих.

3. Наиболее высокие содержания серы приходятся на руды наиболее высоких горизонтов рудных тел, где основное распространение имеют плотные руды. Здесь она может достигать нескольких процентов. В рыхлых рудах, приуроченных в основном к средним и нижним горизонтам залежей, содержание серы значительно ниже и обычно не превышает 0,5%.

В соответствии с кондиционными требованиями при подсчете запасов были учтены руды с минимальным содержанием железа в рыхлых железослюдково-мартитовых и мартитовых рудах 45% и в плотных

карбонатизированных разностях этих же типов 35% при максимальном содержании кремнезема соответственно 25 и 20%.

Ученные запасы руд делятся на две промышленные группы: 1) руды, не требующие обогащения, со средним содержанием кремнезема в блоке не более 10%; 2) руды, требующие обогащения, со средним содержанием его в блоке от 10 до 25%.

Внутри каждой из этих групп выделены руды: сернистые с содержанием серы более 0,3% и малосернистые с содержанием серы не более 0,3%.

Средний химический состав каждой из промышленных групп по главным компонентам приводится в табл. 96.

Таблица 96

Компоненты	Содержание в рудах, %						
	не требующих обогащения		требующих обогащения		обе группы вместе		
	остаточные	осадочные	остаточные	осадочные	остаточные	осадочные	оба типа вместе
Fe <sub>раств</sub> . . . . .	56,2	50,4	54,6	48,9	56,0	49,6	54,9
SiO <sub>2</sub> . . . . .	8,2	9,0	12,6	12,4	8,7	10,7	9,0
CaO . . . . .	2,98	3,61	2,79	2,18	2,97	2,94	2,96
S . . . . .	0,55	0,80	0,56	0,39	0,55	0,61	0,57
P . . . . .	0,027	0,042	0,025	0,060	0,027	0,051	0,032

Технологические испытания обогатимости руд с повышенным содержанием кремнезема проводились ленинградским институтом Механобр; результаты этих испытаний приводятся в табл. 97.

Таблица 97

Типы руд	Проба № 1. 1000 кг плотных осадочных и остаточных карбонатно-маритовых руд с содержанием Fe 42,3% и SiO <sub>2</sub> 15,8%			Проба № 5. 2000 кг плотных и рыхлых осадочных карбонатно-маритовых руд с содержанием Fe 52,0% и SiO <sub>2</sub> 7,92%	
	Способ обогащения	Обжиг-магнитный	Флотационный	Гравитационно-флотационный	Обжиг-магнитный
1. Выход концентрата, % . . . . .	64,25	61,3	63,9	82,9	82,3
2. Содержание в концентрате, %					
Fe . . . . .	61,6	55,1	54,2	65,12	58,5
SiO <sub>2</sub> . . . . .	4,0	3,5	—	3,16	2,02
3. Извлечение Fe, % . . . . .	85,0	79,8	81,2	95,0	90,4
4. Содержание Fe в хвостах, % . . . . .	28,0	28,0	22,0	17,3	—

Типы кварцитов	Содер					
	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
1. Неокисленные . . . . .	38,0	12,9	39,6	40,3	0,5	0,07
В том числе:						
железослюдково-магнетитовые . . . . .	38,3	11,1	41,9	40,1	0,6	0,07
железослюдковые . . . . .	39,0	0,8	54,1	41,9	0,8	0,06
магнетитовые . . . . .	37,5	14,0	37,5	40,9	0,5	0,07
2. Окисленные . . . . .	39,9	2,6	52,8	41,4	0,4	0,08

Опыты по десульфуризации сернистых руд методом окислительного обжига не дали положительных результатов. В процессе опытной агломерации были получены агломераты с хорошими механическими свойствами, с содержанием серы 0,02—0,04%. После десульфуризации имеющих повышенное содержание серы плотных и агломерации рыхлых разностей руды Михайловского месторождения пригодны для доменной плавки.

Железные кварциты на этом месторождении повсеместно залегают в основании залежей богатых железных руд в виде очень крупного массива площадью около 14,8 км<sup>2</sup>. Стратиграфически железорудная свита пока не расчленена. В ее составе доминирующее значение имеют железнослюдково-магнетитовые и железнослюдковые кварциты. К периферическим частям свиты они сменяются пластами магнетитовых и слабрудных кварцитов небольшой мощности. Всегда присутствующие на других месторождениях прослойки и пачки силикатных сланцев среди железистых кварцитов здесь зафиксированы не были.

Кроме наиболее важных породообразующих минералов (кварца, магнетита и железной слюды) в железистых кварцитах в сильно подчиненном количестве (как второстепенные) часто присутствуют: зеленая и бурая слюда, эгирин, щелочные амфиболы, полевошпат, кальцит, доломит, сидерит, гидроокислы железа и как примесь пирит, халькопирит, апатит, барит.

Мощность зоны мартитизированных кварцитов весьма не постоянна и на коротких расстояниях может изменяться от 5—10 до 200 м. При этом наименьшая мощность приходится на центральную часть выступа. Средняя мощность зоны мартитизации железистых кварцитов в пределах детально разведанной площади 80 м.

В табл. 98 приводятся данные о среднем химическом составе железистых кварцитов.

Исследование обогатимости железистых кварцитов Михайловского месторождения производилось в 1955—1962 гг. институтами Механобр (Ленинград) и Механобрчермет (Кривой Рог). Ими произведено испытание ряда проб окисленных и полуокисленных железистых кварцитов весом от 2 до 5 т.

На основании этих исследований рекомендуется обогащение полуокисленных и неокисленных железистых кварцитов (в обоих случаях имеющих значительное содержание гематита) производить по магнитно-флотационной схеме, а окисленных — по флотационной.

Полученные результаты испытаний по предложенным схемам сведены в табл. 99.

Детальная разведка богатых железных руд проведена на площади Веретенинской залежи, в пределах которой запасы разведаны в основном до категории В. Северная часть Веретенинской и Остаповская залежь разведаны до предварительной стадии с подсчетом запасов по категории С<sub>1</sub>. Рудоносность широкой полосы железистых кварцитов на

Таблица 98

жание, %							
CaO	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	P	Летучие
1,2	1,33	0,05	0,39	0,75	0,05	0,05	2,24
1,09	1,25	0,04	0,39	0,70	0,04	0,05	1,91
0,25	0,21	Следы	0,04	0,08	0,01	0,01	0,52
1,34	1,33	0,06	0,40	0,80	0,07	0,06	2,30
0,21	0,19	0,02	0,07	0,16	0,07	0,03	1,19

Руда и концентрат	Институт Механобр			Институт Механобрчермет		
	выход, %	содержание железа, %	извлечение железа, %	выход, %	содержание железа, %	извлечение железа, %

## Неокисленные кварциты, магнитно-флотационная схема

Исходная руда . . . . .	100,0	40,5	100,0	100,0	37,6	100,0
Суммарный концентрат . . . . .	55,7	67,4	91,8	54,1	61,4	88,3
Хвосты . . . . .	44,3	7,7	8,2	45,9	9,6	11,7

## Окисленные кварциты, флотационная схема

Исходная руда . . . . .	100,0	41,5	100,0	—	—	—
Суммарный концентрат . . . . .	61,3	62,7	92,6	—	—	—
Хвосты . . . . .	38,7	7,9	7,4	—	—	—

северном продолжении месторождения освещена лишь поисковыми профилями скважин, расположенными на расстоянии 800—1500 м друг от друга.

Железистые кварциты разведывались детально до глубины 280—330 м от поверхности земли на площади выступа в центральной части Веретенинской залежи. Разведка осуществлялась наклонными скважинами. Выявленные запасы учтены по категориям В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

Разведанные балансовые запасы железных руд Михайловского месторождения на 1/1 1964 г. составляют 9745,3 млн. т, в том числе богатых руд 426,7 млн. т и железистых кварцитов 9318,6 млн. т. Распределение их по залежам и промышленным типам приводится в табл. 100.

Таблица 100

Типы залежей	Балансовые запасы, млн. т				Среднее содержание железа, %	Забалансовые запасы, млн. т
	кат. В	кат. С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>		
<b>Богатые железные руды</b>						
Веретенинская залежь . . . . .	149,4	168,4	44,0	361,8	55,2	10,9
В том числе:						
не требующие обогащения	100,8	85,8	0,0	186,6	55,9	—
требующие обогащения . . . . .	48,6	82,6	44,0	175,2	51,9	—
Остатовская залежь . . . . .	0,0	56,2	8,7	64,7	50,2	5,3
В том числе:						
не требующие обогащения	0,0	50,8	1,1	51,9	50,3	—
требующие обогащения . . . . .	0,0	5,4	7,6	13,0	49,1	—
Все месторождение . . . . .	149,4	224,6	52,7	426,7	54,9	16,2
В том числе:						
не требующие обогащения	100,8	136,7	1,1	238,5	55,6	—
требующие обогащения . . . . .	48,6	88,0	51,6	188,2	51,8	—
<b>Железистые кварциты</b>						
Всего . . . . .	1287,5	2406,8	5624,3	9318,6	38,8	—
В том числе:						
неокисленные . . . . .	807,3	1600,7	4311,6	6719,6	37,7	—
окисленные . . . . .	480,2	806,1	1312,7	2599,0	41,6	—

В общем балансе запасов бассейна железные руды Михайловского месторождения составляют более 20%. Основное их количество (95,6%) представлено железистыми кварцитами и лишь 4,4% приходится на богатые руды.

От общего количества запасов железистых кварцитов на Михайловское месторождение приходится 44,2% и от учтенных запасов богатых железных руд — 1,6%.

В обводнении месторождения принимают участие три основных водоносных горизонта: сеноман-аптский, батский и протерозойский. Их водообильность и гидродинамические свойства (в естественных условиях) приведены в табл. 101.

Таблица 101

№ п/п.	Водоносный горизонт	Мощность водосодержащих пород, м	Напор над кровлей в естественных условиях, м	Удельный дебит скважин, л/сек	Коэффициент фильтрации, м/сутки
1	Сеноман-аптский в песках . . . . .	4,0—15,0	Без напора	0,19—0,036	0,39—1,08
2	Батский в песках . . . . .	0,0—55,0	40,0—100,0	0,27—0,67	2,92—15,17
2	Протерозойский:				
	в рудах . . . . .	—	—	—	0,44—1,69
	в кварцитах . . . . .	20,0—30,0	0,0—210,0	0,039—0,6	0,0079—0,17

В пределах действующего с 1960 г. Михайловского карьера I очереди указанные водоносные горизонты подвергаются полному осушению. При этом суммарные водопитоки в 1963—1964 гг. достигали 435—723 м<sup>3</sup>/час, а понижения уровней в центре карьера составили: в сеноман-аптском горизонте — до 10 м, в батском — 33,5 м и в протерозойском — 51 м. В напорных батском и протерозойском водоносных горизонтах образовались региональные воронки депрессии с радиусом 16—20 км.

Добыча богатых железных руд на Михайловском месторождении производится с 1960 г. открытым способом. Разрабатывается Веретинская залежь. В 1963 г. добыто 2,2 млн. т товарной руды. Согласно проекту предусматривается увеличение добычи богатых руд за счет строительства карьера II и III очереди с увеличением добычи к 1970 г. до 8,5 млн. т товарной руды с содержанием железа 54,4%. Расчетная себестоимость чугуна, выплавленного из этой руды, составляет 23,97 руб/т.

В 1962 г. институтом Южгипроруда составлен технико-экономический доклад, обосновывающий комплексное освоение месторождения. Кроме добычи богатых железных руд предусматривается строительство горнообогатительного комбината, который будет производить из железистых кварцитов рудный концентрат со средним содержанием железа 63,4% при его себестоимости 2,84 руб/т. По расчету института Гипромез себестоимость чугуна составит 23,10 руб/т. Возможная производительность Михайловского ГОКа определена в 25,2 млн. т концентрата в год.

Благоприятным условием для добычи железистых кварцитов является большая ширина залежи руд при относительно небольшой глубине их залегания. Неблагоприятным фактором здесь является преобладание железослюдково-магнетитовых и окисленных кварцитов, обогащение которых возможно в основном магнитно-флотационным методом.

#### КУРБАКИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Курбакинское месторождение богатых железных руд расположено в 100 км северо-западнее г. Курска и в 3 км от Михайловского рудника и г. Железногорска. В 2 км севернее месторождения проходит автострада Киев—Тросна.

Поверхность месторождения сильно расчленена глубокими оврагами, что придает ей холмистый характер. Абсолютные отметки по-

Рис. 67. Геологическая схема докембрия Курбакинского железорудного месторождения

1 — кварцевые порфиры, туфы, песчаники, брекчии  $K_3$ ; 2 — сланцы  $K_3$ ; 3 — железистые кварциты  $K_2$ ; 4 — сланцы  $K_1^2$ ; 5 — метапесчаники и кварциты  $K_1^1$ .  
 Контуры богатых железных руд, разведанных: 6 — кат. В+С<sub>1</sub>; 7 — кат. С<sub>2</sub>; 8 — тектонические разрывы; 9 — буровые скважины; 10 — номер профиля

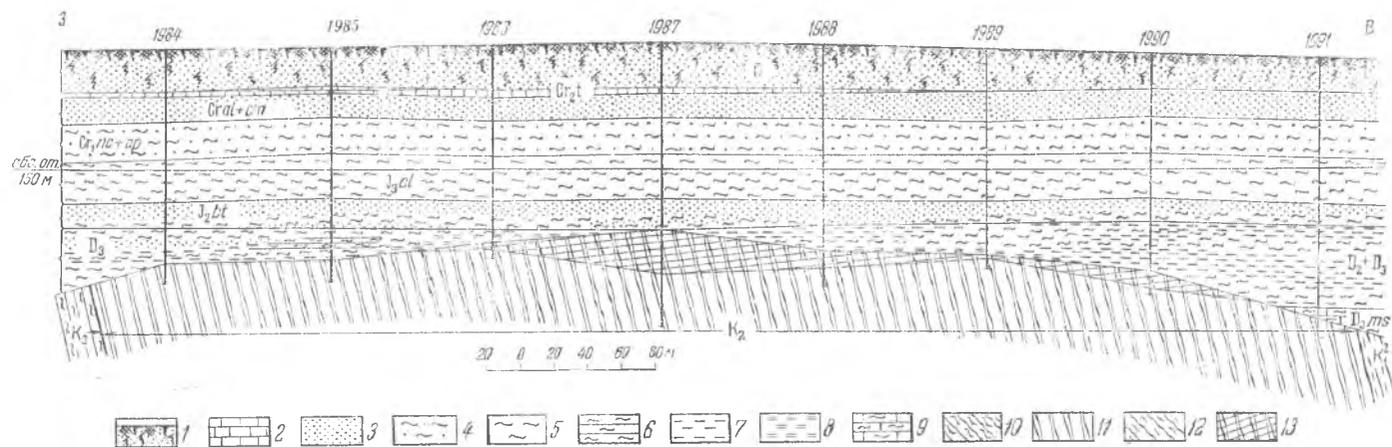
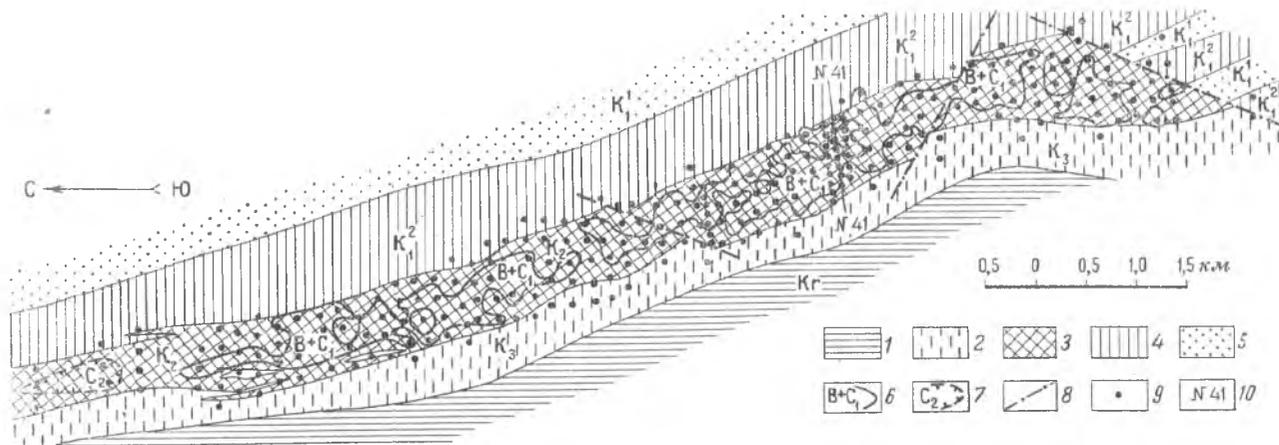


Рис. 68. Геологический разрез Курбакинского железорудного месторождения по профилю 41. По Е. П. Воротильникову (1954 г.)

1 — почвенный покров, суглинки; 2 — мел; 3 — песок; 4 — глинистые пески и песчаные глины; 5 — глина; 6 — аргиллит; 7 — алеврит; 8 — алевролит; 9 — глинистый известняк; 10 — сланцы  $K_3$ ; 11 — железистые кварциты  $K_2$ ; 12 — сланцы  $K_1^2$ ; 13 — богатые железные руды

верхности колеблются от 160 м в долинах рек Чернь и Песочная до 245 м на водоразделе между этими реками.

Поисковые и разведочные работы на нем проведены с 1956 по 1959 г. под руководством геологов И. П. Калинина и Е. П. Воротильникова, по материалам которых дано описание этого месторождения.

Курбакинское месторождение находится в пределах сводовой части Воронежской антеклизы. В строении докембрийского фундамента здесь принимают участие следующие породы (снизу вверх).

А. Михайловская серия (Mh) — серпентиниты, амфиболиты, metabазиты.

В. Курская серия (K), в которую входят:

1. Нижняя, песчаниково-сланцевая, свита ( $K_1$ ), сложенная внизу кварцито-песчаниками, переслаивающимися с кварцево-серицитовыми сланцами ( $K_1^I$ ) мощностью около 1—1,2 км, сверху филлитовидными кварцево-серицитовыми сланцами ( $K_1^II$ ) мощностью до 1 км.

2. Средняя, железорудная, свита ( $K_2$ ), представленная преимущественно железослюдково-магнетитовыми кварцитами и подчиненными им магнетитовыми и слаборудными силикатно-магнетитовыми кварцитами, распространенными преимущественно на контакте со сланцами нижней и верхней свит курской серии. Зона мартитизации железистых кварцитов здесь проникает на глубину до 150 м.

3. Верхняя, карбонатно-сланцевая, свита ( $K_3$ ), сложенная филлитовидными кварцево-серицитовыми микрокристаллическими сланцами с кластогенным кварцем и иногда плагиоклазом; встречаются пачки кварцево-мусковитовых сланцев с прослоями карбонатно-кварцево-серицитовых сланцев и карбонатных пород. Мощность достигает 1,5 км.

4. Курбакинская свита (Kг), представленная рассланцованными туфами, туфопесчаниками, кварцевыми порфирами, иногда седиментационными брекчиями железистых кварцитов.

Из магматических пород на месторождении встречены розовые микроклиновые граниты, прорывающие курскую серию.

В структурном отношении Курбакинское месторождение приурочено к восточному крылу Михайловской синклиальной структуры, усложненному серией складок более мелких порядков, чем и обусловлена большая ширина (до 800 м) полосы железистых кварцитов. К востоку от последней распространены породы нижней, а к западу верхней свит курской серии. На всей площади они имеют весьма крутое (70—85°) моноклиальное падение в восточном направлении. Полосу железистых кварцитов пересекают три небольших нарушения с разрывом сплошности (рис. 67, 68).

На размытой поверхности и коре выветривания докембрийских пород лежат почти горизонтально отложения осадочного комплекса мощностью от 80 до 180 м, в среднем 130 м.

Разрез этих отложений приводится в табл. 102.

Отложения мосоловского и морского горизонтов лежат в понижениях кристаллического фундамента за пределами выходов железных руд под осадочную толщу.

Богатые железные руды приурочены к сравнительно широкой полосе железистых кварцитов, образующих здесь выступ в древнем (додевонском) рельефе, возвышающийся на 80—100 м над полями окружающих его сланцев. Они лежат в виде горизонтальной залежи, плащеобразно покрывающей кварцитовый выступ, повторяя его контур. Длина ее 15 км, ширина до 800 м. Площадь в пределах кондиционных запасов составляет 3,2 км<sup>2</sup>.

Аналогично рудным залежам Михайловского месторождения Курбакинская залежь изобилует большим количеством значительных по размерам безрудных окон, сильно усложняющих общий ее контур и разбивающих на 8 разобщенных рудных тел (см. рис. 67) площадью

Таблица 102

Возраст	Литологический состав	Мощность, м	
		минимальная	максимальная
Q	Супесчаные и суглинистые аллювиальные отложения долин рек Чернь и Песчаная . . . . .	0,0	10,0—12,0
	Слоистые озерные суглинки . . . . .	0,0	6,0
	Лёссовидные и делювиальные суглинки . . . . .	0,0	30,0
Cr <sub>2</sub> t + st	Сантонский мергель и туронский мел (на водоразделах) . . . . .	0,0	5,0
Cr <sub>1</sub> al + Cr <sub>2</sub> cm	Кварцевые слюистые мелко- и среднезернистые пески, сверху с желваками фосфоритов, в долинах рек полностью размыты . . . . .	0,0	20,0
Cr <sub>1</sub> nc + ap	Глинистые мелко- и тонкозернистые пески и песчанистые глины: в долинах рек почти полностью размыты . . . . .	0,0	25,0
J <sub>2</sub> bt	Мелкозернистые глинистые пески с прослоями черных глин. Иногда залегают непосредственно на богатых железных рудах, а чаще всего на породах девона . . . . .	5,0	35,0
D <sub>3</sub> sc <sub>2</sub>	Глинистые известняки и мергели. Присутствуют в северной части месторождения . . . . .	0,0	5,0—10,0
D <sub>3</sub> sc	Слоистые глины и глинистые алевриты голубого и зеленого цвета, пестроцветные алевриты с сидеритом и оалитами бурого железняка, алевролиты . . . . .	0,0	27,0
D <sub>2</sub> osk	Глины, алевриты, глинистые известняки, прослои переотложенных руд . . . . .	0,0	24,0
D <sub>2</sub> ms	Известняки с прослоями темносерых мергелистых глин . . . . .	0,0	25,0
D <sub>2</sub> mg	Пестроцветные глины и глинистые пески с обломками кристаллических пород . . . . .	0,0	50,0

от 0,069 до 1,040 км<sup>2</sup>. Мощность залежей богатых руд колеблется от нескольких сантиметров до 37 м, а в среднем составляет 9,9 м. Руды залегают преимущественно под толщей рыхлых песчанисто-глинистых отложений общей мощностью от 80 до 180 м, в среднем 130 м. Непосредственно в кровле руд лежат пески и глины старооскольского и щигровского горизонтов девона и батского яруса средней юры.

Сообразно минеральному составу железистых кварцитов остаточные руды почти полностью представлены железнослюдково-мартиновыми, а по окраинам залежи мартиновыми и гидрогематито-мартиновыми разностями.

Осадочные руды залегают в виде небольших линзообразных тел в кровле остаточных руд. По количеству они составляют около 16%.

В распределении плотных и рыхлых руд внутри залежи определенной закономерности не установлено. Здесь, как и на Михайловском месторождении, рыхлые руды преобладают над плотными и слагают около 2/3 разведанных запасов.

Прослои сланцев в железных рудах встречаются редко, имеют незначительную мощность и составляют не более 1—2% толщи.

Средний химический состав богатых железных руд Курбакинского месторождения характеризуется табл. 103.

По химическому составу богатые руды пригодны без обогащения для выплавки чугуна. Отрицательным для их качества является повышенное содержание серы в плотных разностях, что потребует удаления серы перед плавкой. Положительным фактором является повышенное содержание окиси кальция и низкое содержание шлакообразующих (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>), что улучшает их металлургические свойства.

Химический состав железистых кварцитов Курбакинского месторождения характеризуется следующим содержанием компонентов (табл. 104).

Таблица 103

Компоненты	Среднее содержание			
	Остаточные руды		Осадочные руды	
	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные
Fe . . . . .	56,4	49,3	52,9	46,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	78,2	67,9	74,0	64,1
FeO . . . . .	2,1	2,2	1,4	1,8
SiO <sub>2</sub> . . . . .	9,4	7,9	—	7,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,0	1,0	5,4	2,3
Летучие . . . . .	3,9	8,4	4,0	9,0
CaO . . . . .	2,6	9,2	1,40	11,3
S . . . . .	0,33	1,03	0,22	1,34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,062	0,04	0,08	0,07
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,12	0,04	0,30	0,13
MgO . . . . .	0,07	0,45	0,23	0,67
MnO . . . . .	0,06	0,13	0,05	0,12
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,1	0,03	0,13	0,12
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,11	0,053	0,20	0,24
H <sub>2</sub> O <sub>кристал</sub> . . . . .	2,0	1,4	2,86	2,3

Таблица 104

Пределы колебаний	Содержание, %									
	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Лету- чие	S	P
От . . . . .	35,8	1,8	47,0	36,1	0,28	0,33	0,14	0,54	0,031	0,031
До . . . . .	41,7	3,5	57,1	48,0	0,41	1,30	0,21	1,63	0,148	0,036
Среднее . . . . .	40,9	2,60	54,10	30,42	0,35	0,61	0,17	0,96	0,07	—

Испытания обогатимости не производились. Судя по аналогии их химического и минерального состава с железистыми кварцитами и Михайловского месторождения, можно считать, что обогащаются они бурт так же, как и михайловские кварциты.

Богатые руды этого месторождения разведаны детально, но гидрогеологические условия изучены недостаточно. Выявленные здесь балансовые запасы железных руд подсчитаны по категориям В и С<sub>1</sub> в количестве 113,4 млн. т и по категории С<sub>2</sub> в количестве 8 млн. т<sup>1</sup>.

В основу подсчета условно приняты кондиционные требования, установленные для балансовых руд Михайловского месторождения, которыми предусмотрено: минимальное содержание железа 45%, а для карбонатных — 35% при содержании кремнезема в пробах соответственно 25 и 20%, в среднем по блоку не более 10%.

В обводнении месторождения принимают участие водоносные сеноман-альбский, датский и протерозойский горизонты, создающие напор под кровлей рудной залежи до 100 м. Характер их водообильности и гидродинамических свойств (в естественных условиях) приведен в табл. 105.

Курбакинское месторождение находится в зоне активного влияния водопонизительно-дренажных устройств Михайловского карьера.

По расчетам института Южгипроруда (1960 г.), при разработке Курбакинского месторождения открытым способом себестоимость товарной руды составит 3,6 руб/т, т. е. значительно выше, чем на других месторождениях КМА. Значительно ниже себестоимость (2,7 руб/т)

<sup>1</sup> ГКЗ не рассматривались. На балансе на 1/1 1965 г. числится 92,1 млн. т категории С<sub>1</sub>.

№ п/п	Водоносный горизонт	Преобладающая мощность водосодержащих пород, м	Напор над кровлей, м	Удельные дебиты скважин, л/сек	Коэффициент фильтрации, м/сутки
1	Сеноман-альбский в песках . . .	8,0—22,0	Без напора	0,12	1,66
2	Батский в песках . . . . .	15—24	37,5—39,1	0,38—1,2	3,0—12,5
3	Протерозойский в рудах и кварцитах . . . . .	20,0—70,0	62,0—100,0	0,002	0,014

товарной руды определена расчетами для шахтного способа разработки. Однако вследствие того, что в кровле часто лежат пески и нет уверенности в эффективности осушения рыхлых песчано-глинистых пород кровли, этот способ не может быть принят до проведения специальных опытных работ. По этим причинам разработку месторождения до 1980 г. институт Центрогипроруда (1962 г.) считает нецелесообразной,

### НОВО-ЯЛТИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Ново-Ялтинское месторождение расположено в Кромском районе, на юго-западе Орловской области, на водоразделе рек Нерусса, Чернь (система р. Десны) и Крома (система Оки). В 20 км к юго-западу от него находятся железнодорожная станция и город Железнодорожск, в 20 км восточнее проходит автомагистраль Москва—Симферополь и в 12 км южнее—Киев—Тросна. Через месторождение проходит асфальтированная дорога Кромы—Дмитровск-Орловский.

Поверхность месторождения представляет собой слабо всхолмленную равнину с абсолютными отметками 179—185 м в долинах рек и до 250—260 м на водоразделах, расчлененную довольно густой овражно-балочной сетью.

Ново-Ялтинское месторождение открыто в 1958 г. и разведывалось с 1958 по 1965 г. Результаты разведки изложены в отчете геологов Е. П. Воротильникова, В. Н. Нарыжных и гидрогеолога И. И. Тимошенко (1965ф).

В геологическом строении месторождения участвуют метаморфические породы курской серии и прорывающие их интрузивные тела магматических пород (рис. 69, 70).

Курская серия имеет следующий разрез (снизу вверх).

1. Нижняя свита ( $K_1$ ) сложена внизу кварцевыми и кварцево-полевошпатовыми метапесчаниками и сливными кварцитами ( $K_1^1$ ), а вверху филлитовидными кварцево-серицитовыми, иногда углистыми и углисто-хлорито-карбонатными сланцами ( $K_1^2$ ).

2. Средняя, железорудная, свита ( $K_2$ ) представлена железнослудково-магнетитовыми с подчиненными им магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми кварцитами с небольшим количеством маломощных прослоев силикатных сланцев. Вблизи поверхности, у подошвы осадочной толщи головы железистых кварцитов мартитизированы на глубину до нескольких десятков метров.

3. Верхняя свита ( $K_3$ ) сложена преимущественно филлитовидными кварцево-серицитовыми, иногда углистыми и кварцево-серицито-карбонатными сланцами.

По восточной окраине месторождения метаморфические породы прорываются интрузиями граносиенитов и розовых гранитов. На юго-востоке месторождения одной скважиной встречены диабазовые порфириты.

В тектоническом отношении Ново-Ялтинское месторождение приурочено к северной части Михайловской синклинали структуры.

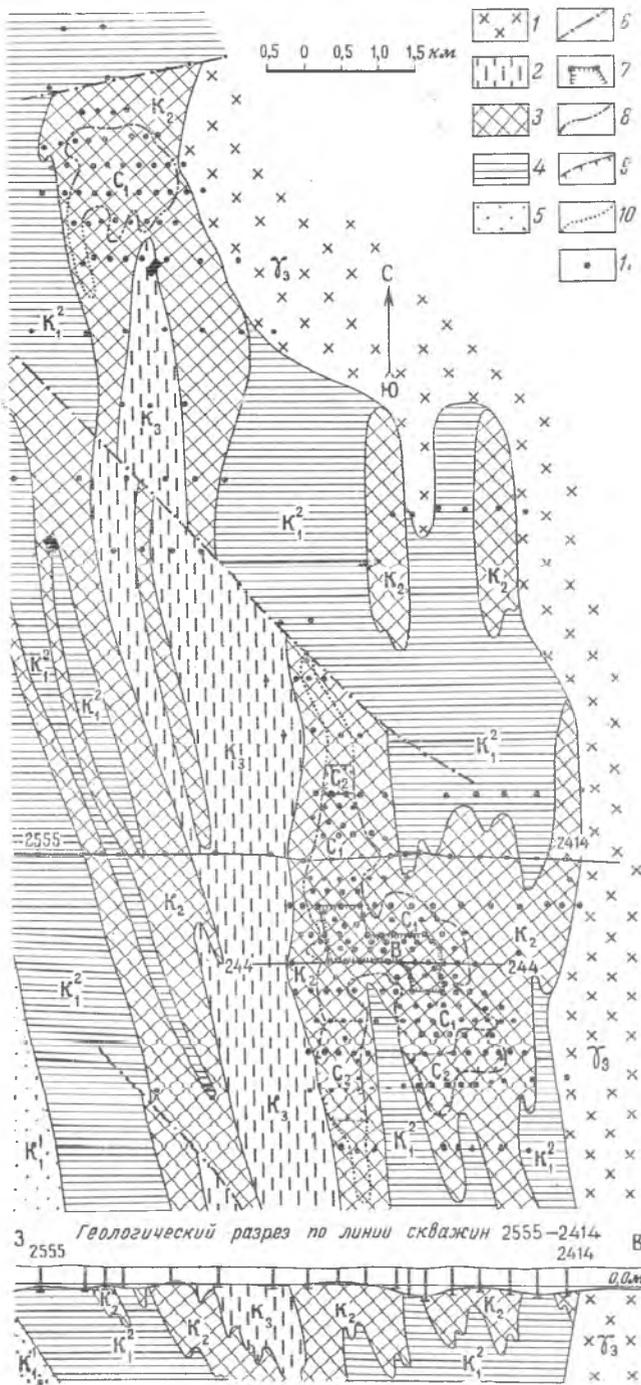


Рис. 69. Геологическая схема докембрия Ново-Ялтинского месторождения. По В. Д. Полищуку (1963 г.) и Е. П. Воротильникову (1964 г.)

1 — розовые граниты и граносениты  $\gamma_3$ ; 2 — сланцы  $K_3$ ; 3 — железистые кварциты  $K_2$ ; 4 — сланцы  $K_1^2$ ; 5 — метапесчаники и кварциты  $K_1^1$ ; 6 — тектонические разрывы. Контуры запасов железных руд: 7 — кат. В; 8 — кат. С<sub>1</sub>; 9 — кат. С<sub>2</sub>; 10 — непромышленные; 11 — буровые скважины

Восточное крыло здесь усложнено дополнительной складчатостью более высоких порядков, в связи с чем железистые кварциты под осадочную толщу выходят в виде широкого (до 3,5 км) сплошного массива. Такого же типа массив железистых кварцитов шириной до 2 км приурочен к замковой (периклинальной) части синклинали структуры. Первый из них получил название Ново-Ялтинского, второй Лубянского. На площади каждого из них предполагается большое коли-

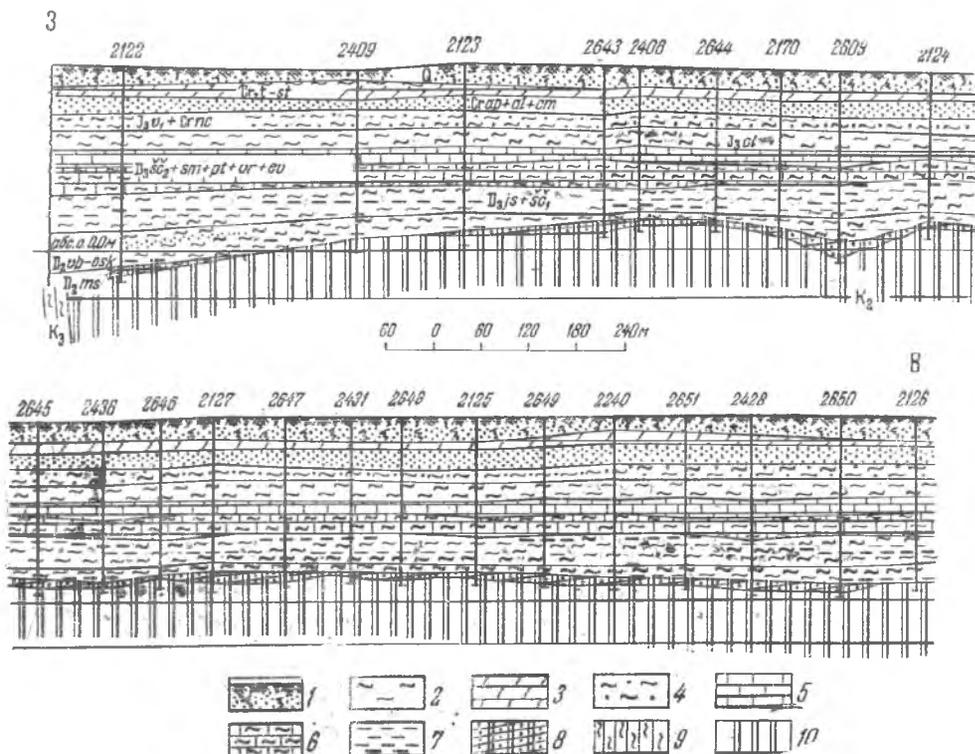


Рис. 70. Геологический разрез Ново-Ялтинского месторождения по линии 244. По Е. П. Воротильникову (1964 г.)

1 — почвенный покров и суглинки; 2 — глины; 3 — глинистые и мелоподобные мергели; 4 — песчаные и алевритистые глины и глинистые алевриты; 5 — доломиты, доломитизированные известняки; 6 — известняки и мергели с прослоями глин и песчанков; 7 — алевриты; 8 — остаточные богатые железные руды; 9 — сланцы  $K_2$ ; 10 — железистые кварциты  $K_2$

чество сильно сплюснутых складок с крутым (60—80°) падением крыльев.

Структура месторождения осложнена нарушениями с разрывом сплошности. Наиболее крупное из них северо-западного простирания пересекает все месторождение и отделяет Ново-Ялтинский участок от Лубянского. Меньших размеров нарушение широтного простирания предполагается на северной окраине Лубянского участка.

Общая мощность пород осадочного комплекса в пределах месторождения изменяется от 198 до 357 м, в среднем составляет 250 м.

Геологическое строение осадочной толщи Ново-Ялтинского месторождения характеризуется следующим разрезом (табл. 106).

На месторождении установлены две горизонтально залегающие плащеобразные залежи богатых железных руд — Ново-Ялтинская и Лубянская, приуроченные к поверхности одноименных массивов железистых кварцитов и отстоящие друг от друга на 6 км. Данные о их размерах и глубине залегания приводятся в табл. 107.

Обе залежи имеют сравнительно ровную поверхность и неровную подошву с резкими впадинами и карманами руды среди останцов же-

Т а б л и ц а 106

Возраст	Литологический состав	Мощность, м		
		мини-мальная	максимальная	средняя
Q	Лёссовидные, элювиально-делювиальные су-глинки и глины, аллювиальные глинистые пески и песчаные глины . . . . .	0,0	35,0	21,0
Cr <sub>2</sub> cp — st	Монтмориллонитовые глины и сильноглинистые мергели, иногда трещиноватые . . . . .	5,0	30,0	15,0
Cr <sub>2</sub> t	Мелоподобные мергели . . . . .	0,0	5,0	
Cr <sub>ap</sub> +al+cm	Разнозернистые пески, в основании углистые пески, местами замещающиеся темно-серыми плотными углистыми глинами . . . . .	16,0	31,0	25,0
Cr <sub>1</sub> nc	а) Изолированные останцы песчано-глинистых алевритов, глинистых песков . . . . .	0,0	7,0	19,0
	б) Песчаная глина и глинистые алевриты . . . . .	3,0	12,0	
J <sub>3</sub> v <sub>1</sub>	Глинистые алевриты и алевритовые глины, вверху с прослоями песчаника . . . . .	7,0	11,0	8,0
J <sub>3</sub> cl + ox	а) Останцы песчано-алееритовых глин, переходящих в глинистые алевриты . . . . .	0,0	2,0	30,0
	б) Плотные глины с обилием пиритизированных растительных остатков . . . . .	25,0	30,0	
	в) Алевритистые неяснослоистые глины . . . . .	1,0	10,0	
J <sub>2</sub> bt	Мелкозернистые пески с прослоями и линзами глин. Распространены только в южной окраине месторождения . . . . .	0,0	33,5	—
D <sub>3</sub> ev	Доломиты, доломитизированные известняки с прослоями песчаников и глин . . . . .	—	20,0	27,0
D <sub>3</sub> vr	Доломитизированные известняки и песчаники . . . . .	—	15,0	
D <sub>2</sub> pt	Плотные мергелеподобные глины . . . . .	0,0	5,0	2,0
D <sub>3</sub> s c <sub>2</sub> + sm	Известняки, мергели с прослоями глин и песчаников . . . . .	15,0	55,0	32,0
D <sub>3</sub> js + sc <sub>1</sub>	Пестроцветная толща плотных и алевритистых глин, алевритов, песков, местами с прослоями песчаников . . . . .	32,0	65,0	43,0
D <sub>2</sub> osk	Преимущественно плотные жирные глины на отдельных участках с линзами песков и алевритов . . . . .	10,0	30,0	14,0
D <sub>2</sub> vb	Толща чередующихся прослоев глин, алевритов, песков и песчаников . . . . .	0,0	45,0	—
D <sub>2</sub> ms	Известняки с прослоями известковистых глин . . . . .	0,0	35,0	—
D <sub>2</sub> mr	Пестроцветная толща алевритов, песчаников и глин с тонкими прослойками доломитизированных известняков . . . . .	0,0	68,0	—

Т а б л и ц а 107

Название залежи	Площадь, км <sup>2</sup>	Мощность, м		Средняя глубина залегания, м	Количество рыхлых руд, %
		средняя	максимальная		
Ново-Ялгинская . . . . .	6,7	11,0	59,1	217	94,0
Лубянская . . . . .	1,9	9,0	22,6	222	73,0

лезистых кварцитов. В кровле руд залегают старооскольские плотные аргиллитоподобные глины иногда с линзами песков и алевритов мощностью от 6 до 22 м и только по периферии залежей — рыхлые песчано-глинистые отложения воробьевского горизонта.

Рудные залежи сложены почти исключительно (98%) остаточными, преимущественно железослюдково-маритовыми и маритовыми рудами, среди которых спорадически встречаются железослюдковые и гидрогематито-маритовые. Осадочные переотложенные руды на месторож-

дени имеют весьма ограниченное распространение и встречаются в виде небольших линз, приуроченных к пониженным участкам поверхности рудных тел.

Главными рудообразующими минералами являются: мартит, железная слюдка, кальцит, арагонит, гидроокислы железа, второстепенными: реликтовые магнетит и кварц, хлорит, глинистые минералы, пирит и марказит.

Рыхлые и слабо сцементированные руды составляют около 88% разведанных запасов. Плотные карбонатизированные руды присутствуют в незначительном количестве (преимущественно в краевых частях залежей) и обычно имеют малую мощность.

Рыхлые руды по сравнению с плотными обладают повышенными пористостью и влажностью и меньшими объемным весом и крепостью. Ниже приводятся сравнительные данные о свойствах Ново-Ялтинского месторождения (табл. 108).

Т а б л и ц а 108

Пределы колебаний	Объемный вес	Удельный вес	Пористость, %	Влажность, %	Коэффициент крепости по Протодьякову
<b>Рыхлые руды</b>					
От — до	2,5—4,0	—	До 49,5	До 16,4	0,5—4,0
Среднее	3,09	4,54	38,5	10,5	—
<b>Плотные руды</b>					
От — до	3,2—5,1	—	—	0,4—7,0	5—10
Среднее	3,61	4,00	12,7	4,04	—

По химическому составу богатые руды этого месторождения почти не отличаются от руд Михайловского и Курбакинского месторождений, что видно из табл. 109.

Кроме указанных в этой таблице компонентов спектральными анализами установлено наличие в рудах молибдена, меди, свинца, галлия (от 0,001 до 0,003%), цинка (около 0,01%) и бора (0,006%).

Как и в других районах бассейна, богатые руды Ново-Ялтинского месторождения по содержанию железа и кремнезема после агломерации рыхлых разностей пригодны для доменной плавки без обогащения.

Разведанные запасы по состоянию на 1 мая 1965 г. Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых утверждены в следующих количествах (табл. 110).

По статистическому подсчету руды с содержанием рудного железа более 55% от общих запасов категорий В+С<sub>1</sub> составляют по Ново-Ялтинской залежи 83,2% и по Лубянской 58,3%.

В соответствии с кондиционными требованиями к балансовым были отнесены запасы богатых руд с содержанием рудного железа не менее 50% при минимальной промышленной мощности 2 м.

К забалансовым были отнесены запасы железных руд сильно удаленной Лубянской залежи.

Разведка железистых кварцитов Ново-Ялтинского месторождения не производилась. Как было сказано выше, они залегают в виде двух массивов, покрытых плащеобразными залежами богатых железных руд на глубине от 210 до 357 м.

В зоне окисления они имеют следующий средний химический состав: F<sub>общ</sub> — 40%; FeO — 2,6%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 54,9%; SiO<sub>2</sub> — 37%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 2,1%; CaO — 0,38%; MgO — 0,1%; MnO — 0,018%; S — 0,08%; P — 0,035%; TiO<sub>2</sub> — 0,15%; Na<sub>2</sub>O — 0,11%; K<sub>2</sub>O — 0,12%; п. п. п. — 1,48%.

Спектральными анализами в окисленных кварцитах установлено присутствие: Mo, Zr, Ga, Be, Cu, Pb, Zn и В.

Таблица 109

Разновидности руд	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Рыхлые . . . . .	59,3	1,0	83,3	7,8	2,9	1,15	0,12
Плотные . . . . .	51,4	1,4	71,5	10,5	1,5	7,5	0,30

Разновидности руд	MnO	S	P	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	П. п. п.
Рыхлые . . . . .	0,03	0,2	0,026	0,18	0,62	0,30	2,8
Плотные . . . . .	0,08	0,76	0,024	0,14	—	0,37	7,12

Испытания обогатимости железистых кварцитов этого месторождения не проводились. Судя по минеральному составу, схемы их обогащения будут, по-видимому, аналогичны схемам для Михайловского месторождения.

Таблица 110

Показатели	Балансовые запасы (Ново-Ялтинская залежь)				Забалансовые запасы (Лубянская залежь)
	кат. В	кат. С <sub>1</sub>	кат. В + С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. С <sub>1</sub>
Запасы, млн. т*	33,1	72,6	105,7	18,1	38,7
Среднее содержание:					
железа общего, %	59,4	58,2	—	55,8	56,4
серы, %	0,26	0,26	—	0,43	0,38
форфора, %	0,027	0,026	—	0,022	0,026
Средняя влажность руды, %	10,24	10,15	—	9,11	8,31

\* По состоянию на 1 января 1964 г. и на 1 января 1965 г. на балансе числится категории С<sub>1</sub> 187,3 млн. т и С<sub>2</sub> 30 млн. т.

По ориентировочному подсчету, запасы железистых кварцитов до глубины 200 м от их поверхности составляют 19,18 млрд. т. В том числе на площади Ново-Ялтинского массива 13,16 млрд. т и Лубянского — 6,02 млрд. т.

В обводнении месторождения основная роль принадлежит развитым повсеместно сеноман-аптскому, евлановско-верхнецигровскому и протерозойско-архейскому горизонтам. Их характеристика приведена в табл. 111.

Таблица 111

№ п/п	Водоносный горизонт, комплекс	Мощность водосодержащих пород, м	Напор над кровлей, м	Удельный дебит скважин, л/сек	Коэффициент фильтрации, м/сутки
1	Сеноман-аптский в песках . .	17,9—31,0	Б/н — 4,9	0,065—1,15	0,35—7,90
2	Евлановско-верхнецигровский в известняках и песках . .	16,1—59,5	21,45—85,3	0,031—0,65	0,15—2,92
3	Протерозойский				
	а) в рудах . . . . .	12,3—86,05	124,5—144,0	0,004—0,12	0,026—0,58
	б) в кварцитах . . . . .	16,9—317,8	147,9—204,6	0,007—0,071	0,042—0,28
	в) в сланцах . . . . .	32,0	256,6	Незначительные	

При их осушении ожидаемый водоприток оценивается равным около  $1170 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Согласно расчетам и выводам института Центрогипроруда (1962 г.), Ново-Ялтинское месторождение вследствие значительной глубины залегания и малой мощности рудных залежей не может служить объектом рентабельной разработки открытым способом. Применение подземного способа здесь затрудняется тем, что среди пород кровли (глин с относительно высокими прочностными свойствами) на отдельных участках присутствуют обводненные пески и алевриты, способные приобретать пльвунное состояние. По ориентировочным расчетам этого института, при положительном решении вопроса о выемке руды шахтным способом в этих условиях на базе запасов руд Ново-Ялтинского месторождения будет возможно строительство рудника производительностью до 5,1 млн. т товарной руды в год, с содержанием железа 51,6% при себестоимости 3,77 руб/т. Учитывая, что залежи этого месторождения на 88% сложены рыхлыми рудами, ленинградским институтом Гипроруда изучался вопрос о возможности выемки руд подземным гидравлическим способом, но положительного решения не получено.

Железистые кварциты этого месторождения ввиду наличия колоссальных запасов железистых кварцитов на Михайловском месторождении, вскрываемых карьером и намеченных к освоению, по-видимому, не будут представлять интереса для промышленности в течение многих десятков лет.

#### ДИЧНЯНСКО-РЕУТЕЦКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Дичнянско-Реутецкое месторождение находится в 2 км юго-западнее с. Реутец Обоянского района Курской области, в верховьях р. Сейм. В 10 км восточнее его проходит автомагистраль Москва—Симферополь; ближайшая железнодорожная станция и районный административный центр Обояня находится в 30 км юго-восточнее месторождения.

Поверхность месторождения представляет собой слабо всхолмленную равнину, расчлененную овражно-балочной сетью. Предварительная разведка месторождения проведена Курской комплексной геологоразведочной экспедицией в 1961—1965 гг.

Дичнянско-Реутецкое месторождение приурочено к Дичнянской полосе железистых кварцитов, расположенной в центральной части юго-западной полосы КМА, непосредственно северо-восточнее Реутецкого узла аномалии.

В составе докембрия на месторождении участвуют породы архея и протерозоя (рис. 71, 72).

Протерозой здесь представлен всеми тремя свитами (нижней, средней и верхней) с обычным для бассейна петрографическим составом.

Скважинами вскрыта в основном средняя (железорудная) свита. Она сложена железистыми кварцитами с сильно подчиненными им выклинивающимися прослоями филлитовидных сланцев обычно небольшой мощности, за исключением центральной части месторождения, где мощность пачки сланцев достигает 50—60 м. Суммарная мощность средней свиты составляет 300—350 м. Переход от железистых кварцитов средней свиты к сланцам нижней свиты постепенный и по описанию Н. А. Скулкова (1963 г.) характеризуется наличием слаборудных грубополосчатых кварцитов и линзочек железистых кварцитов, залегающих среди сланцев вблизи контакта.

Структура докембрия на площади месторождения изучена слабо и представляется в виде узкой, относительно простой синклинали с крутым (70—75°) параллельным падением крыльев в северо-восточном направлении. Постепенно погружаясь на юго-восток и усложняясь, она переходит в синклиналиную структуру Реутецкого узла аномалий.

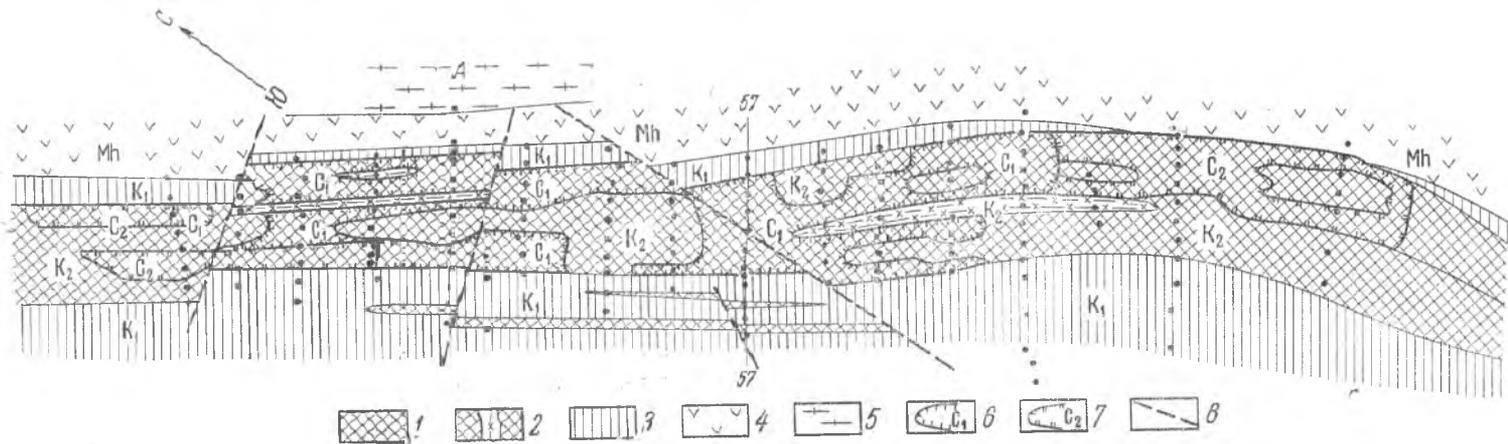


Рис. 71. Геологическая схема докембрия Джирыанско-Рейтцетского месторождения. По Н. А. Скулкову (1963 г.)  
 1 — железистые кварциты  $K_2$ ; 2 — прослой сланцев  $K_2$ ; 3 — сланцы  $K_1$ ; 4 — сланцы  $Mh$ ; 5 — гнейсы и мигматиты  $A$ . Контуры запасов: 6 — кат.  $C_1$ ; 7 — кат.  $C_2$ ; 8 — разрывное нарушение

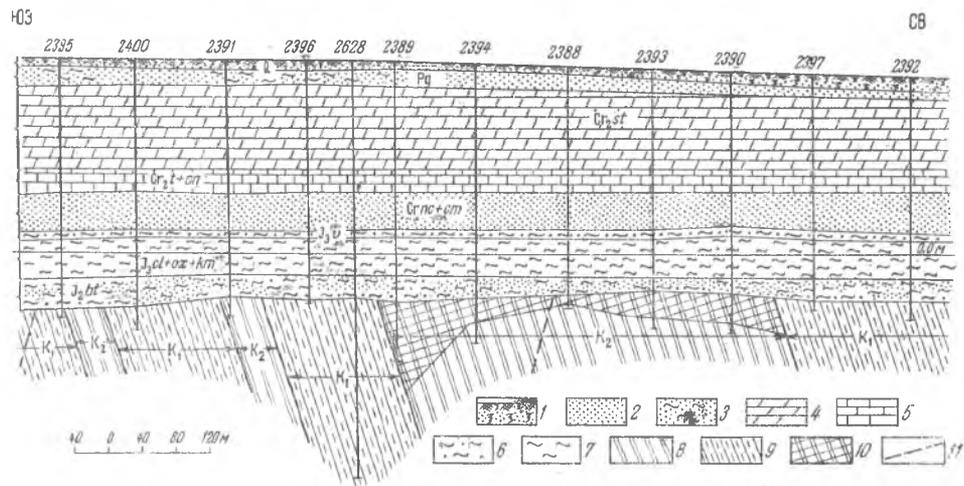


Рис. 72. Геологический разрез Джирыанско-Рейтцетского месторождения по линии 57. По Н. А. Скулкову (1963ф.)

1 — почвенный покров и суглинок; 2 — песок; 3 — глинистый песок; 4 — мергель; 5 — мел; 6 — песчаная глина; 7 — глина; 8 — железистые кварциты  $K_2$ ; 9 — сланцы и кварциты  $K_1$ ; 10 — богатые железные руды; 11 — разрывное нарушение

Центральное положение на месторождении занимает широкая (до 700 м) полоса железистых кварцитов средней, железорудной, свиты курской серии. По обе стороны от нее распространены последовательно породы нижней свиты этой серии, михайловской серии и архея.

Западнее основной полосы кварцитов проходит узкая (40—60 м) полоса пород, залегающих среди сланцев нижней свиты курской серии.

Для поверхности докембрийского фундамента характерно, что на площади выходов железистых кварцитов она почти везде имеет более высокое гипсометрическое положение, чем вмещающие ее силикатные сланцы нижней свиты. В центре основной полосы это превышение достигает 30—40 м.

Толща осадочных пород в районе месторождения постепенно увеличивается в юго-восточном направлении от 237—248 м на северо-западе до 258—275 м на юго-востоке. В ее составе участвуют юрские, меловые, палеогеновые и четвертичные отложения. Их литологический состав и мощности приводятся в табл. 112.

Т а б л и ц а 112

Возраст	Литологический состав	Мощность, м	
		минимальная	максимальная
Q	Лёссовидные и элювиально-делювиальные покровные суглинки, песчано-глинистые аллювиальные отложения, торфяники . . . . .	0,0	18,0
N	Пески, супеси, суглинки кирпично-красного цвета . . . . .	0,0	3,0
Pgkn + bc	Тонко- и мелкозернистые пески с линзами кварцевых песчаников и тонкими прослойками глины . . . . .	0,0	38,0
Pgkv	Трепеловидные слюдястые глины с линзами песчаников и глауконито-кварцевые пески и песчаники . . . . .	0,0	10,0
Cr <sub>2</sub> st	Светло-серые слюдястые мергели с гнездами алеврита, вверху глинистые трепелы и трепеловидные глины . . . . .	70	105,0
Cr <sub>2</sub> t + cn	Белый пишущий мел . . . . .	23,0	31,0
Cr <sub>1</sub> af + Cr <sub>2</sub> cm	В верхней части около 4—7 м мелко- и среднезернистые пески с желваками фосфоритов, кверху переходящие в рыхлый песчаный мел с желваками фосфоритов. Внизу разнозернистые, прослоями гравелистые, преимущественно мелкозернистые пески . . . . .	16,0	33,0
Cr <sub>1</sub> nc + ap	Среднезернистый песок с крупными зёрнами . . . . .	6,0	15,0
	Тонкозернистый алевритистый песок с прослоями глины . . . . .	6,0	7,0
	Каолинизированный тонкозернистый алевритовый песок с небольшим содержанием слюды . . . . .	5,0	15,0
I <sub>3</sub> v	Песчаные глины, книзу переходящие в сильноглинистые пески с галькой фосфоритов . . . . .	6,0	12,5
I <sub>3</sub> ox + km	Плотные, известковистые, вверху жирные, внизу алевритистые глины с растительными остатками и фауной . . . . .	6,5	27,0
I <sub>3</sub> cl	Известковистые неяснослоистые глины в верхней части алевритистые . . . . .	27,0	44,0
I <sub>3</sub> bt	Переслаивание (2—3 м) алевритистых глин с тонкозернистыми и разнозернистыми глинистыми песками с обуглившимися растительными сростками. В основании глин обычно залегают песчаники, известняки, рудные и слабосудные брекчи общей мощностью до 4—8 м . . . . .	4,5	53,0

Из перечисленных осадочных пород на месторождении повсеместно распространены лишь отложения, залегающие ниже уровня речных долин, т. е. юрские и нижнемеловые отложения, а также сеноманские, коньякские и туронские породы верхнего мела. Сантонский ярус

сильно размыт, и полная мощность его сохраняется только на водораздельных участках. Палеогеновые отложения имеются только на водоразделах, где абсолютные отметки выше 205—210 м.

Богатые железные руды залегают на головах железистых кварцитов в виде пластообразной залежи протяженностью 6,5 км и шириной до 500 м. Внутри залежи обнаружен ряд безрудных участков («окон»), сильно усложняющих ее контур. Мощность рудной залежи составляет 19 м, причем в центральной части полосы железистых кварцитов она уменьшается, а в сторону вмещающих кварциты сланцев увеличивается до 30 м и в единичных случаях до 90 м. Погребенная поверхность залежи железных руд относительно ровная, постепенно понижающаяся от середины в западном и восточном направлениях, т. е. в стороны сланцев, вмещающих железорудную свиту. Кровлей руды служат песчано-глинистые отложения средней юры, с прослоями известняков, песчаников и слаборудных брекчий в основании. Руды залегают непосредственно на окисленных железистых кварцитах, на глубинах 225—235 м на севере и 285—295 м на юге месторождения. Рудная залежь почти полностью сложена остаточными рудами маритового состава, с подчиненными им железослюдково-маритовыми и в небольшом количестве гидрогематито-маритовыми. Только в верхних горизонтах залежи местами встречаются сидеритовые руды, являющиеся конечным продуктом карбонатизации маритовых руд.

Осадочные конгломерато-брекчиевые руды встречаются в виде мелких линзовидных тел, залегающих в основании юрских отложений на поверхности залежи остаточных руд. Мощность их обычно 0,2—0,3 м, редко до 1—1,5 м.

На месторождении преобладают плотные руды, составляющие 2/3 разведанных запасов.

Химический состав руд по их разновидностям характеризуется следующим содержанием компонентов (табл. 113).

Таблица 113

Тип руды	Среднее содержание, %											
	Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Легучие	S	P	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Плотные руды . . . . .	49,5	5,0	0,4	14,2	0,31	0,05	5,2	0,9	0,04	0,11	0,12	0,09
Рыхлые руды . . . . .	58,7	5,7	0,6	5,4	0,20	0,04	2,1	0,4	0,06	0,04	0,15	0,10
Оба типа руд вместе . . . . .	53,5	5,3	0,47	11,3	0,28	0,04	4,6	0,8	0,04	0,09	0,13	0,09

По химическому составу богатые железные руды пригодны для выплавки чугуна без обогащения.

В результате предварительной разведки к 1965 г. на месторождении разведаны запасы руд в млн. т (табл. 114).

Таблица 114

Руды	Балансовые			Забалансовые
	кат. С <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	кат. С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>	
Плотные . . . . .	69,9	22,1	92,0	—
Рыхлые . . . . .	42,1	2,9	45,0	—
Итого* . . . . .	112,0	25,0	137,0	9,9

\* По состоянию на 1 января 1964 и 1965 г. на балансе числится 193 млн. т категории С<sub>2</sub>; ГКЗ не рассматривались.

К балансовым отнесены руды с содержанием железа не менее 50% и плотные карбонатизированные руды с содержанием железа не менее 45% при минимальной мощности 5 м. Руды с меньшей мощностью в приконтурной полосе залежи отнесены к забалансовым.

В обводнении месторождения принимают участие четыре основных водоносных горизонта. Характер их водообильности и гидродинамических свойств приведены в табл. 115. При осушении месторождения ожидаемые водопритоки оцениваются в 3134—4215 м<sup>3</sup>/час.

Таблица 115

№ п/п	Водоносный горизонт	Преобладающая мощность водосодержащих пород, м	Напор над кровлей горизонта, м	Удельный дебит скважин, л/сек	Коэффициент фильтрации, м/сутки
1	Сантон-туронский в мелах и мергелях . . . . .	50,0	Без напора	0,03—2,3	0,17—17,0
2	Сеноман-аптский в песках . .	45,0	92,0—106,0	0,44	2,17
3	Батский в песках . . . . .	25,0	185,0	0,06	0,61
4	Протерозойский в рудах и кварцитах . . . . .	70,0	215	0,02	0,126

Сильно вытянутая форма залежи, значительная глубина ее залегания и сравнительно небольшая мощность руды на месторождении увеличивают коэффициент вскрыши, что сильно удорожает стоимость руды при открытом способе разработки и делает его применение невыгодным. Более высокие экономические показатели могут быть получены при подземном способе эксплуатации, но его применение в настоящее время лимитируется тем, что рентабельная технология выемки богатых железных руд, залегающих под песчано-глинистыми породами, обводненными высоконапорными водами, еще не разработана.

#### ЖИГАЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Жигаевское месторождение богатых железных руд открыто в 1950 г. Оно расположено в центральной части Жигаевской аномальной полосы, непосредственно северо-западнее с. Жигаево Курской области, в 15 км южнее Михайловского месторождения, на водоразделе рек Усожи и Жигаевки.

Выявленные здесь богатые железные руды залегают на головах железистых кварцитов восточной и западной полос. Рудные тела представлены семью близко расположенными мелкими залежами, в основном остаточных и в небольшом количестве осадочных руд. Мощность руды изменяется от 1 до 13,5 м, в среднем равна 5,1 м.

Площадь отдельных тел от 15 до 253 тыс. м<sup>2</sup>. Глубина залегания их колеблется от 83 до 118 м, в среднем 99 м. Кровля руд представлена песчанистыми глинами на юге юрского, на севере девонского возраста.

Плотные интенсивно карбонатизированные руды на месторождении составляют 37% и рыхлые, почти лишенные карбонатов — 63%. Основное распространение имеют железнослюдяково-мартитовые и мартитовые разновидности руд.

Среднее содержание основных компонентов в руде следующее: железа — 55%, кремнезема — 10,3%, глинозема — 1,1% (до 4,5%), серы — 0,39% и фосфора — 0,032%.

В результате предварительной разведки здесь выявлены запасы богатых руд, утвержденные территориальной комиссией по запасам в количестве 9,6 млн. т. Ввиду того, что размеры залежей здесь незначительные, месторождение практической ценности не имеет, поэтому его запасы отнесены к забалансовым и с 1959 г. балансом не учитываются.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ КМА

В основу сравнительной оценки железорудных месторождений положены основные технико-экономические показатели, полученные: 1) по действующим и строящимся рудникам из технических проектов разработки месторождений, с учетом фактических данных (по действующим); 2) по проектируемым рудникам из технико-экономических докладов институтов Центрогипроруда и Южгипроруда; 3) по месторождениям, разведанным детально и предварительно из технико-экономических обоснований к кондициям на руды этих месторождений.

Отдельные месторождения, освещенные только поисковыми работами, оценены методом аналогии, т. е. путем сопоставления их с аналогичными детально разведанными месторождениями или участками.

В технико-экономических показателях учитываются эксплуатационные запасы, глубины залегания и качество железных руд, степень обводненности месторождений и способы разработки их, возможности разработки железистых кварцитов, годовая производственная мощность рудника и сроки эксплуатации его, а также объемы капитальных вложений на 1 т руды.

Итоговым показателем рентабельности предприятия и очередности освоения месторождений принята полная себестоимость 1 т железа в товарной руде. Основные показатели по рудникам и месторождениям приводятся в табл. 116.

Из табл. 116 видно, что по технико-экономическим показателям выгодно отличаются месторождения богатых железных руд, пригодные для разработки их открытым способом и последующей добычи железистых кварцитов, залегающих непосредственно под богатыми рудами.

В Белгородском железорудном районе, где руды лежат на глубине от 400 м и более, рентабельными для отработки подземным способом являются наиболее крупные месторождения, на которых запасы богатых руд позволяют строить рудники огромной производственной мощности (19—27 млн. т руды в год).

Для увеличения добычи руд открытым способом и первоочередного освоения в ближайшие 5—10 лет рекомендуются следующие рудники и месторождения.

1. Действующий Лебединский рудник с Южно-Лебединским участком, на котором наряду с увеличением добычи богатых руд предусмотрена добыча железистых кварцитов, запасы которых подготовлены детальной разведкой. Мощность этого рудника может быть значительно увеличена.

2. Действующий Михайловский рудник, на котором после отработки богатых руд возможна добыча железистых кварцитов с резким увеличением производственной мощности. Правда, по сравнению с железистыми кварцитами Лебединского рудника михайловские кварциты будут более труднообогатимыми вследствие их тонкозернистости и значительного непостоянства состава рудной массы, которая будет поступать на обогатительное предприятие.

3. Стойленский рудник (строящийся) будет комплексным горным предприятием. Наряду с добычей богатых железных руд открытым способом здесь будут добываться вскрышные карбонатные породы (мел и мергель) для производства цемента, а после отработки богатых руд планируется добыча железистых кварцитов.

4. Погромецкий и Чернянский рудники также могут быть комплексными предприятиями. Кроме богатых руд здесь возможно использование мела и мергеля, залегающих во вскрыше, а после отработки богатых руд в контурах обоих рудных карьеров имеются возможности добычи железистых кварцитов.

Сводные основные технико-экономические

Наименование рудника	Эксплуатационные запасы, млн. т	Способ разработки	Годовая производственная мощность рудника, млн. т		Среднее содержание железа в товарной руде, %	Влажность товарной руды, %
			по сырой руде	по товарной руде		
Рудник им. Губкина . . . . .	40,0	Подземный	0,75	0,40	62,1	10,0*
Южно-Коробковский . . . . .	—	»	2,2	1,10	64,0	10,0*
Лебединский (I+II очереди)	<u>127,84**</u> 120	Открытый	6,0	5,69	55,72	5,5
Лебединский III очереди (Южно-Лебединский) . . . . .	36,2	»	2,0	1,93	52,86	5,0
Лебединский (I+II+III очереди) . . . . .	164,0	»	8,0	7,62	55,03	—
Лебединский ГОК (I очередь)	1511,0	—	15,0	8,006	63,3	10,0*
Лебединский ГОК (I+II очереди) . . . . .	—	Открытый	30,0	16,016	63,3	10,0*
Стойленский . . . . .	94,17	»	4,0	3,77	53,8	6,3
Салтыково-Александровское месторождение						
а) залежь № 2 . . . . .	10,2	»	0,6	—	53,0	—
б) залежь № 3 . . . . .	17,3	»	0,7	—	48,2	—
в) залежь № 8 . . . . .	29,5	»	1,2	—	49,2	—
Погромецкий . . . . .	205,29	»	10,0	9,35	54,37	5,0
Чернянский . . . . .	193,3	»	8,0	7,46	53,16	6,0
Михайловский (I+II+III очереди) . . . . .	<u>251,63**</u> 229,23	»	10,0	9,04	54,44	3,7 { I II III
Михайловский ГОК (I очередь) . . . . .	2887,25	»	30,0	17,61	63,4	10,0*
Остатовский участок Михайловского месторождения . . . . .	30,0	»	3,0	2,90	48,6	3,7
Ново-Ялтинский . . . . .	151,4	Подземный	5,5	5,10	51,58	3,7
Курбакинский . . . . .	69,4	Открытый	2,5	2,30	51,0	3,7
Яковлевский						
а) по техпроекту . . . . .	935,3	Подземный	19	18,0	59,9	6,0
б) по пересчету:						
1. С содержанием железа 59,6% . . . . .	935,3	»	19	17,87	59,9	4,7
2. С содержанием железа 58,9% . . . . .	935,3	»	19	17,87	58,9	—
Гостищевский . . . . .	152,0	»	27,0	25,4	59,7	4,5
Лучкинский . . . . .	850,0	»	19,0	17,87	58,35	4,7
Крюковский . . . . .	1150,0	»	19,0	17,87	58,54	4,7
Хохлово-Дальнеугуменский . . . . .	2973,23	Открытый	50,0	47,00	60,2	4,7
Больше-Троицкий . . . . .	Прогнозное	Подземный	27,0	25,4	—	—

\* Влажность показана в концентрате, но товарной продукцией будут агломерат, ока  
 \*\* Числитель — запасы на начало эксплуатации рудника, знаменатель — запасы на 1/1  
 \*\*\* С учетом капитальных вложений на ДСФ Лебединского рудника (долевые участ  
 \*\*\*\* В знаменателе указаны капитальные вложения без фабрики окомкования.

## показатели по рудникам КМА

Срок строительства, лет	Срок эксплуатации рудника, исходя из запасов и полной производственной мощности рудника, лет	Капиталовложения в промышленное строительство, млн. руб.	Удельные капитальные вложения в промышленное строительство за вычетом возврата, руб.		Удельные капиталовложения с начислениями на вкладываемые средства на 1 т (с учетом срока строительства)		Полная себестоимость 1 т, руб.	
			на 1 т товарной руды	на 1 т железа в товарной руде	товарной руды, руб.	железа в товарной руде, руб.	товарной руды	железа в товарной руде
Дейст.	—	15,28	37,84	67,70	—	—	7,86	14,06
»	—	20,65	18,77	32,53	—	—	6,81	11,83
Дейст. и строящ.	21	116,2	19,45	37,03	20,53	39,10	1,99	3,78
3	19	25,4	14,82***	29,5	15,56	31,02	3,16	6,30
—	—	141,6	18,28	35,21	19,35	37,12	2,30	4,43
3	—	<u>112,9****</u>	9,75	17,11	10,25	17,99	2,57	4,51
		78,1						
6	48	<u>201,2****</u>	8,59	15,07	9,01	15,82	2,64	4,64
		137,4						
6	23,5	68,6	18,06	35,83	19,63	38,94	2,46	4,88
—	17	27,7	47,5	93,21	—	—	6,0	11,77
—	25	38,5	55,9	109,69	—	—	6,16	12,09
—	15	61,9	52,60	103,22	—	—	6,97	13,68
6	20,5	146,4	15,60	30,3	16,96	32,95	2,42	4,69
5,5	24	131,96	17,63	34,91	19,16	37,96	2,72	5,44
оч. 4 оч. 5 оч. 3	25	156,1	16,9	31,76	17,92	33,82	2,0	3,82
3		<u>248,0****</u>	10,25	17,96	10,76	18,87	2,84	4,98
		185,6						
—	19	55,5	19,14	40,9	—	—	4,84	10,35
5	30	59,7	11,71	23,62	12,58	25,39	3,77	7,59
5	28	60,1	30,05	61,76	32,29	65,78	3,57	7,27
7	49/23	280,2	15,57	27,8	17,12	30,64	2,34	4,18
7	49/23	301,2	16,69	29,25	18,36	32,61	2,72	4,76
7	49/23	301,2	16,69	29,8	18,36	32,63	2,72	4,86
7	56	380,28	14,65	25,68	16,11	28,33	2,38	4,17
7	45	262,89	14,52	26,45	15,97	28,72	2,53	4,55
7	60	291,12	16,10	29,20	17,71	31,74	2,61	4,68
9,5	59,5	936,0	19,92	34,64	22,27	38,82	2,12	3,69
6	—	379,76	14,62	25,63	15,90	27,25	2,38	4,17

тыши и брикеты.  
1968 г.  
кам).

(за вычетом реализации известняка)

На базе месторождений богатых железных руд Белгородского железорудного района обоснована целесообразность добычи руд подземным способом Яковлевским, Лучкинским и Крюковским рудниками производственной мощностью 19 млн. т каждый и Гостищевским мощностью 27 млн. т руды в год.

Хохлово-Дальнеигуменский участок Гостищевского месторождения, несмотря на значительную глубину залегания руд, рассматривается перспективным для освоения его открытым способом; при этом мощность карьера определяется в 50 млн. т руды в год. Этот участок разведан лишь до предварительной стадии и срок возможного освоения его определяется после 1980 г.

В этом районе наиболее детально изучен участок Яковлевского рудника, на котором пройдены перекрытые геологические разрезы и кроме богатых железных руд изучены железо-алюминиевые руды и бокситы. Техничко-экономические показатели для него приняты по техническому проекту института Южгипроруда с учетом дополнений и изменений, внесенных институтом Центрогипроруда, а также рекомендаций института Механобр о необходимости сушки руд. Учтено также, что в течение первых 20—23 лет добыча руды здесь будет производиться на первом этаже, где содержание железа в руде принято на 1,3% ниже среднего по месторождению. Вовлечение в освоение железо-алюминиевых руд и бокситов, по-видимому, позволит несколько улучшить экономические показатели Яковлевского рудника.

Ново-Ялтинское месторождение богатых железных руд, характеризующееся средней глубиной залегания рудных тел, несмотря на сравнительно небольшие удельные капиталовложения и среднюю себестоимость руды, рассматривается проектными институтами как объект освоения промышленностью только после 1980 г. Однако, учитывая близость этого месторождения к Тульскому металлургическому заводу, завозящему железорудный концентрат из Кривого Рога, а также возможность использования этих руд для трансформаторной стали, вопрос о времени строительства рудника на этом месторождении может быть пересмотрен.

Салтыково-Александровское и Курбакинское месторождения, несмотря на неглубокое залегания богатых железных руд, оцениваются нерентабельными для освоения их до 1980 г. ввиду неблагоприятных горнотехнических и гидрогеологических условий, а также значительных удельных капитальных вложений.

Экономически нерентабельными являются и действующие рудник им. Губкина и Южно-Коробковский рудник, добывающие железистые кварциты подземным способом. Стоимость 1 т железорудного концентрата, получаемого из этих кварцитов двумя местными обогатительными фабриками, составляет 7,86 и 6,81 руб., т. е. в 2—3 раза дороже, чем на других аналогичных фабриках. При переходе Лебединского рудного карьера на добычу железистых кварцитов эти рудники будут закрыты, как нерентабельные.

На Больше-Троицком месторождении богатых железных руд подсчитаны запасы по категории С<sub>2</sub>. Проведенные здесь дополнительные разведочные работы вносят существенное изменение в сторону уменьшения запасов и невыдержанности рудных залежей по мощности и на площади распространения. В связи с этим месторождению дается ориентировочная оценка, и в дальнейшем анализе будущих рудников оно не участвует.

Для того чтобы правильно определить народнохозяйственное значение железорудных богатых КМА, ниже приводится сравнение основных технико-экономических показателей этого железорудного бассейна с соответствующими показателями Приднепровского и Северо-Западного железорудных районов и Казахстана.

Технико-экономические показатели по предприятиям этих районов приведены по последним пересчетам институтов Южгипроруда, Кривбасспроект и Гипроруда, выполненным для перспективного плана развития сырьевой базы черной металлургии СССР на период 1964—1970 гг. В этих показателях нашли отражение все последние изменения, касающиеся производственных мощностей предприятий, уточнения технологии добычи руд и рудоподготовки.

Сравнение приводится по таким основным технико-экономическим показателям, как количество запасов промышленных категорий и качество руд, удельные капиталовложения в промышленное строительство, приходящиеся на 1 т товарной руды и железа в ней, себестоимость 1 т товарной руды и 1 т железа в ней.

Общие, учтенные балансом запасов СССР, балансовые запасы железных руд бассейна КМА по состоянию на 1/1 1964 г. составляют 40 млрд. т по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>.

Место бассейна КМА среди других основных экономических районов СССР по балансовым запасам железных руд промышленных категорий, согласно данным Всесоюзного геологического фонда на 1 января 1964 г., показано в табл. 117.

Таблица 117

Район	Балансовые запасы кат. А+В+С <sub>1</sub> , млрд. т	Среднее содержание железа, %	В том числе запасы руд, млрд. т		
			используемых и намеченных к использованию без обогащения	обогащаемых и намеченных к обогащению по простым схемам	требующих сложных методов обогащения
Северо-Западный . . . . .	1,6	31	—	1,6	—
Центральный и Центрально-Черноземный . . . . .	12,4	48	6,0	5,0	1,4
В том числе КМА . . . . .	12,3	48	6,0	4,9	1,4
Украинская ССР . . . . .	15,6	39,8	2,3	10,0	3,3
В том числе:					
а) Криворожский бассейн . . . . .	12,4	—	1,8	8,5	2,1
б) Керченский бассейн . . . . .	1,7	—	—	0,6	1,1
Закавказский . . . . .	0,3	38,4	—	0,3	—
Уральский и Поволжский . . . . .	8,1	22,5	0,7	7,1	0,3
Западно-Сибирский . . . . .	1,0	39,5	0,05	0,95	—
Восточно-Сибирский и Дальневосточный . . . . .	4,0	39,0—40,0	0,55	2,35	1,1
Казахская ССР . . . . .	7,6	40	0,8	2,5	4,3
Всего . . . . .	50,6	39,0	10,4	29,8	10,4

Из 10,4 млрд. т железных руд СССР, намеченных к использованию в металлургии без обогащения, на долю КМА приходится 6 млрд. т, т. е. 58%. Описываемый железорудный бассейн по запасам руд является крупнейшим не только в СССР, но и во всем мире. Это видно из нижеприведенного сопоставления его разведанных запасов с запасами наиболее крупных месторождений СССР и мира.

При сопоставлении с зарубежными месторождениями (табл. 118) приняты к сопоставлению запасы, аналогичные по разведанности запасам месторождений КМА (категории В+С<sub>1</sub>).

Следует отметить, что богатые руды КМА характеризуются высоким содержанием железа (54,9—62,3%), низким содержанием серы (0,064—0,304%), фосфора (0,017—0,078%), кремнезема (3,0—9,0%) и в этом отношении значительно превосходят руды большинства других железорудных месторождений СССР и мира. По качеству они уступают лишь богатым рудам Индии.

Таблица 118

№ п/п	Месторождение	Тип руды	Запасы, млн. т	Содержание, %	
				кат. А+В+С <sub>1</sub>	Fe
	<b>Железорудный бассейн КМА</b>	а) богатые руды б) железистые кварциты	5 997,3 6 323,8	55,62 35,0	3—9,0 —
1	Яковлевское	Маритовые	1 867,6	60,5	5,1
2	Гостищевское	»	2 594,0	61,6	3,6
3	Михайловское	Мартито-сидеритовые	374,0	54,8	9,0
4	Лебединское	»	198,6	56,9	7,0
5	Погромечское	»	325,0	54,9	4,8
	<b>Кривой Рог</b>				
1	Богатые руды	Маритовые	1 763,2	54,9	12,16
2	Железистые кварциты	Магнетитовые и окислен- ные	10 623,1	30,39	—
	Белозерское (Запорожская область)	Маритовые	329,5	63,3	—
	Илимская группа	Магнетитовые	632,0	34,39	—
	Ангаро-Питская группа	Гематит	854,5	35,40	—
	<b>Кустанайская группа</b>				
1	Соколовское	Магнетиты	633,7	46,9	—
2	Сарбайское	»	869,6	45,6	—
3	Качарское	»	1 059,3	44,9	—
	<b>Атасуйская группа</b> (Центральный Казахстан)	Магнетиты и гематиты	317,4	53,56	—
	Горная Шория	Магнетиты	470,6	28—41—6	—
	Хакасская группа	»	196,2	31—45	—
	<b>Европа</b>				
	Северная Швеция	—	1 600	65—68	—
	Кируна	—	—	—	—
	ФРГ. Зальцгиттер	—	1 000	25—33	—
	<b>Франция</b>				
	Лотарингия	—	6 000	26—41	—
	<b>Англия</b>				
	Мармстон	—	350	25	—
	<b>Северная Америка</b>				
	Район Верхнее озеро	—	2 300	50	—
	<b>Канада</b>				
	Район Вабала	—	1 200	51	—
	Район Квебек-Лабрадор	—	817	51—61	—
	<b>Индия</b>				
	Штаты Бихэр и Орисса	—	8 000	60—68	—
	Штат Мадхья-Прадешь	—	7 000	55—69	—
	Штат Майсур	—	2 000	64	—
	<b>Бразилия</b>				
	Минас-Жиранс	—	22 500	66—69,3	—

Таблица П9

№ п/п	Наименование рудника	Годовая производительность предприятий по товарной руде, млн. т	Среднее содержание железа в товарной руде, %	Удельные капиталовложения на 1 т железа в товарной руде, руб.		Полная себестоимость 1 т железа в товарной руде, руб.	
				по проектным данным	с учетом условной сушки концентрата там, где это не предусматривается проектом	по проектным данным	с учетом условной сушки концентрата там, где это не предусматривается проектом
1	Михайловский (богатая руда), I+II+III очереди . . . . .	9,04	54,44	31,86	31,86	3,82	3,82
2	Михайловский ГОК (концентрат) при содержании железа в концентрате из неокисленных кварцитов 66,6%, I+II очереди . . .	25,17	64,9	15,23	15,23	4,87	5,35
3	Лебединский (богатая руда), I+II+III очереди . . . . .	7,62	55,03	35,21	35,21	4,43	4,43
4	Лебединский ГОК (концентрат), I+II очереди . . . . .	16,02	63,3	15,07	15,91	4,64	5,13
5	Стойленский (богатая руда) . . . . .	3,77	53,8	35,83	35,83	4,88	4,88
6	Яковлевский (богатая руда) . . . . .	17,87	58,6	29,80	29,80	4,86	4,86
7	Погромецкий (богатая руда) . . . . .	9,35	54,37	30,30	30,30	4,69	4,69
8	Гостищевский (богатая руда) . . . . .	25,4	59,7	25,68	25,68	4,17	4,17
9	Чернянский (богатая руда) . . . . .	7,46	53,15	34,91	34,91	5,44	5,44
10	Лучинский (богатая руда) . . . . .	17,87	58,35	26,45	26,45	4,55	4,55
11	Крюковский (богатая руда) . . . . .	17,87	58,54	29,20	29,20	4,68	4,68
12	Днепровский ГОК (концентрат), I очереди . . . . .	7,6	64,0	25,08	25,95	—	—
13	Южный ГОК (концентрат), I+II+III очереди . . . . .	16,0	64,5	29,37	30,20	5,51	5,99
14	Игулецкий ГОК (концентрат) . . .	7,4	63,3	32,83	33,70	5,83	6,32
15	Центральный ГОК (концентрат) . .	7,2	64,6	27,24	28,07	7,58	8,07
16	Северный ГОК (концентрат), I+II очереди						
	а) вариант магнитного обогащения . . . . .	12,0	64,0	36,11	36,92	7,13	7,61
	б) вариант магнитно-флотационного обогащения . . . . .	14,4	62,5	30,85	31,68	6,43	6,92
17	Ново-Криворожский ГОК (концентрат), I+II очереди . . . . .	6,2	64,0	46,88	47,76	8,51	8,99
18	Запорожский ЖРК (богатая руда)	5,0	62,0	33,82	33,82	4,89	4,89
19	Трест Ленинруда, фактические данные за 1962 г. . . . .	18,69	55,4	—	—	5,36	5,36
20	Трест Дзержинскруда, фактические данные за 1962 г. . . . .	38,75	53,6	—	—	4,79	4,79
<b>Северо-западный район</b>							
21	Оленегорский ГОК . . . . .	3,5	65,0	45,23	45,23	6,15	9,80
22	Ковдорский ГОК . . . . .	2,5	62,0	39,19	39,18	9,44	9,44
23	Костамукшский ГОК . . . . .	7,5	65,0	28,0	28,0	6,52	6,52
<b>Казахстан</b>							
24	Качарский ГОК . . . . .	11,7	65,6	39,63	41,20	5,37	5,97
25	Соколовско-Сарбайский ГОК . . . .	16,4	63,0	38,42	39,39	—	—

Среднее содержание железа в рудах наиболее крупных месторождений КМА (Яковлевское, Гостищевское) составляет 60—62%, что намного превосходит содержание железа (55%) в рудах Кривого Рога.

Руды КМА неглубокого залегания хотя и аналогичны криворожским по содержанию железа, но выгодно отличаются от них низким содержанием кремнезема и повышенными потерями при прокаливании.

Благодаря низкому содержанию кремнезема, повышенным потерям при прокаливании и сравнительно высокой основности из богатых руд КМА будет получаться более высококачественный агломерат, чем из криворожских богатых руд.

По данным Г. А. Браун, среднее содержание железа в эквивалентной форме (обоженная и неофлюсованная руда) в богатых рудах КМА, добываемых открытым способом, составляет 60,61%, а в рудах Кривого Рога — 58%. На Украине только руды Белозерского месторождения не уступают по качеству рудам Белгородского железорудного района КМА. Но Белозерское месторождение имеет ограниченные запасы.

Из зарубежных месторождений железных руд по качеству с КМА могут конкурировать только руды Северной Швеции (Кирун), в которых содержание железа 65—68%, некоторые месторождения Индии (Кирибуру, Мегхалатубуру, Дали) и Бразилии (Минас-Жиранс).

Для оценки месторождений с точки зрения эффективности и очередности освоения их приводится сопоставление капитальных вложений и себестоимости железа в товарной руде по месторождениям основных железорудных районов СССР — Приднепровского, Северо-Западного и Казахстана (табл. 119) с учетом того, что технологией рудоподготовки богатых руд КМА и по ГОКом Северо-Запада предусматривается сушка руды и концентратов. Для сопоставления технико-экономических показателей сравниваемых предприятий приводятся данные по принятой проектом технологии с учетом условной сушки концентрата по ГОКом, где это не предусмотрено проектом.

Из табл. 119 видно, что удельные капитальные вложения на 1 т железа в товарной руде составляют: по рудникам КМА от 15,83 до 37,83 руб., по предприятиям Приднепровского района от 25,95 до 47,76 руб., по предприятиям Северо-Запада от 28 до 45,23 руб., по предприятиям Казахстана от 39,89 до 41,20 руб. Следовательно, рудники КМА имеют более низкие удельные капитальные вложения, чем новые строящиеся и запроектированные предприятия Приднепровского и остальных районов.

Удельные капитальные вложения на 1 т железа в концентрате по Михайловскому и Лебединскому ГОКом КМА намного ниже, чем по всем сопоставляемым ГОКом: в 1,8—2,8 раза ниже, чем по ГОКом Северо-Западного района, в 2,4—2,5 раза ниже, чем по ГОКом Казахстана, в 1,7—2,9 раза ниже, чем по ГОКом Приднепровского района (Криворожского и Днепровского железорудных бассейнов).

Себестоимость 1 т железа в товарной руде по рудникам КМА колеблется от 3,82 до 5,44 руб., по предприятиям Приднепровского района — от 4,89 до 8,99 руб., по предприятиям Северо-Запада — от 6,52 до 9,80 руб. и по предприятиям Казахстана — от 3,33 до 5,97 руб. Следовательно, себестоимость 1 т железа в товарной руде по рудникам КМА ниже, чем по предприятиям Приднепровья (Криворожского и Днепровского бассейнов) и значительно ниже, чем по предприятиям Северо-Запада и Казахстана. В частности, средняя себестоимость 1 т железа в богатых товарных рудах Михайловского, Лебединского, Стойленского, Яковлевского, Погромецкого, Гостищевского и Чернянского рудников составляет 4,11 руб., что на 14,2% ниже фактической себестоимости за 1962 г. по тресту Дзержинскруда и на 23,4% ниже по тресту Ленинруда (Кривбасс).

Если принять себестоимость 1 т железа в концентрате Михайловского комбината за 100%, то он будет выглядеть по сравнению с другими ГОКами следующим образом (в %):

1. Михайловский ГОК . . . . .	100
2. Лебединский ГОК . . . . .	96
3. Днепровский ГОК . . . . .	107
4. Криворожский Южный ГОК . . . . .	112
5. Качарский ГОК . . . . .	112
6. Ингулецкий ГОК . . . . .	118
7. Костамукшский ГОК . . . . .	122
8. Криворожский Северный ГОК . . . . .	129—142
9. Криворожский Центральный ГОК . . . . .	151
10. Ново-Криворожский ГОК . . . . .	169
11. Ковдорский ГОК . . . . .	177
12. Оленегорский ГОК . . . . .	183

Основные технико-экономические показатели горнообогатительных комбинатов и рудников Приднепровского района за 1964 г. по сравнению с действующими рудниками КМА приводятся в табл. 120.

Таблица 120

№ п/п	Основные показатели	ЮГОК	НКГОК	ЦГОК	Трест Ленинру- да	Трест Дзержинск- руда	Михай- ловский ЖРК	Лебедин- ский рудник
1	Добыча сырой руды, тыс. т . . . . .	25 097	10 414	11 990,0	21 661,0	24 716,9	2561,3	5815,9
2	Производство концентрата или товарной руды, тыс. т . . . . .	12 124,6	4201	7224	20 846	23 828	26 306	5862,1
3	Содержание железа в концентрате или в товарной руде, % . . . . .	62,45	63,17	61,18	55,5	53,9	56,59	57,40
4	Себестоимость концентрата или товарной руды, руб/т . . . . .	3,32	4,57	6,59	3,52	286	3,29	2,53

Из сопоставления технико-экономических показателей рудников КМА с соответствующими показателями железорудных предприятий других районов страны видно, что рудники КМА выгодно отличаются от многих действующих и строящихся рудников и ГОКов. Это позволяет сделать вывод, что при планировании дальнейшего развития железорудной и металлургической промышленности в европейской части Союза ССР целесообразно строить рудники и ГОКи на территории КМА для снабжения рудой Тульского, Липецкого и Череповецкого металлургических заводов. Строительство новых ГОКов на Северо-Западе страны, по-видимому, нельзя считать целесообразным. В пользу такого направления в развитии железорудной и металлургической промышленности в центре европейской части РСФСР служит и географическое размещение предприятий, потребляющих металл.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге геофизических исследований, поисковых, разведочных и тематических работ, проведенных с целью изучения перспектив и оценки железорудных месторождений КМА, внесен значительный вклад в познание геологического строения докембрийского кристаллического фундамента и покрывающих его осадочных пород. Разработана стратиграфическая схема докембрийского кристаллического фундамента, составлен комплекс геофизических, геологических и гидрогеологических карт территории КМА; на карте докембрия достоверно закартированы породы железорудной формации и другие метаморфические и магматические образования, распространенные по этой территории. Охвачены поисковым бурением все наиболее значительные площади гравимагнитных аномалий, соответствующих распространению в докембрии пород железорудной формации.

В процессе этих работ только за период с 1958 по 1964 г. открыты месторождения богатых железных руд: Погромецкое, Чернянское, Ново-Ялтинское, Дичнянско-Реутецкое, Хохлово-Дальнеигуменский участок Гостищевского месторождения. Погромецкое и Чернянское месторождения неглубокого залегания, а также Ново-Ялтинское разведаны детально и намечаются для освоения промышленностью. Запасы руд по всем категориям за этот период увеличены более чем в 2 раза.

На основании всестороннего изучения железорудных месторождений КМА установлены основные закономерности распространения богатых железных руд и условия залегания рудных тел, изменение их мощности и качества по содержанию железа и вредных компонентов. Дана геолого-промышленная оценка всех выявленных железорудных месторождений, с учетом разведанности их запасов и качества руд, глубин залегания рудных тел и горнотехнических условий эксплуатации месторождений. Оценены перспективы рудопроявлений других относительно небольших по площади аномалий.

Исходя из опыта освоения Лебединского и Михайловского месторождений и проведенных опытных работ по водопонижению уровней подземных вод на Яковлевском месторождении, доказана возможность осушения водоносных горизонтов, обводняющих рудную залежь, и реальность промышленного освоения богатых железных руд Белгородского железорудного района.

В процессе изучения железорудных месторождений обнаружены также рудопроявления бокситов, сульфидно-никелевых руд и руд редких и рассеянных элементов в докембрийских метаморфических и магматических породах и древних корах выветривания их.

Полученные геологические и гидрогеологические материалы по территории КМА позволяют целенаправленно планировать здесь развитие горной и металлургической промышленности и дальнейшие геологоразведочные и научно-исследовательские работы.

В планировании последующих геологических работ необходимо иметь в виду, что при наличии огромных запасов богатых руд в районах КМА до промышленных категорий В и С<sub>1</sub> разведано менее 30%

запасов, остальные же запасы подсчитаны по категории  $C_2$  на основании данных по отдельным скважинам и материалов геофизических работ. Поэтому для обоснованного планирования горнорудной промышленности на перспективность на достаточно достоверных материалах необходимо наиболее крупные месторождения изучить до предварительной стадии с подсчетом запасов не ниже категории  $C_1$ .

При составлении планов на проведение дальнейших исследований надо учитывать, что несмотря на детальную разведанность ряда железорудных месторождений, ни одна из оконтуренных геологических структур в докембрии КМА не освещена глубокими скважинами на всю глубину слагающих ее пород курской метаморфической серии, не говоря уже о породах подстилающей ее михайловской серии.

Метаморфические и секущие их магматические породы различного состава и возраста, распространенные на площадях между породами железорудной формации, изучены крайне слабо. Представления о взаимоотношении между ними основаны на данных отдельных картировочных скважин и скважин на железорудных месторождениях, пробуренных для оконтуривания залежей остаточных богатых железных руд. Контакты магматических тел кислого и основного состава с карбонатными породами верхней части курской метаморфической серии остаются не вскрытыми и не изученными. Сведения о составе древней коры выветривания кристаллических пород нежелезорудной формации, полученные за последние два года в процессе изучения бокситоносности, пока незначительны.

Данные о никеленосности ультраосновных пород в районах КМА также получены из материалов отдельных скважин, пробуренных в основном для выяснения состава пород, вызывающих гравимагнитные аномалии. Между тем разнообразие магматических пород по их составу и этапам образования в докембрийское время дает основание считать возможным образование на территории КМА, как и на всей Воронежской антеклизе, медно-никелевых сульфидных руд и датолита в ультраосновных интрузиях, полиметаллических руд в районах распространения интрузивных тел кислого состава, секущих карбонатные породы курской серии.

Зоны тектонических разломов, как возможные рудоконтролирующие факторы, не изучены. Слабоизученными остаются и горизонты конгломератов, вскрытые отдельными скважинами среди докембрийских метаморфических пород.

Следовательно, на территории КМА наиболее изучен лишь вопрос о распространении, составе, качестве, условиях залегания и отработке железных руд. Поэтому при проведении последующих работ на полезные ископаемые в породах докембрия и в древних корах выветривания необходимо попутно всесторонне изучать весь комплекс нерешенных, но актуальных вопросов, определяющих перспективы на различные полезные ископаемые.

По совокупности данных о составе и взаимоотношениях магматических и метаморфических пород, слагающих докембрийский кристаллический фундамент, имеются все основания считать, что дальнейшие целенаправленные работы в районах КМА увенчаются открытием ряда новых рудных месторождений как в породах докембрия, так и в древних корах выветривания их.

## ЛИТЕРАТУРА

### Опубликованная

Айзенберг Д. Е. Каменноугольные отложения Днепровско-Донецкой впадины и окраин Донбасса. В кн.: «Геологическое строение и газонефтеносность Днепровско-Донецкой впадины и северных окраин Донбасса». Изд-во АН СССР, 1954.

Александрова А. Н. и Петрова Е. А. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000. Лист 0-36 (Ленинград). Объяснительная записка. Госгеолтехиздат, 1957.

Алихова Т. Н. Обзор ордовика по регионам Русской платформы. В кн.: «Геологическое строение СССР», т. I. Госгеолтехиздат, 1950.

Антропов П. Я. Курская магнитная аномалия. Изд-во «Знание», серия VIII. вып. 2, № 24, 1958.

Архангельский А. Д. и Козин К. П. Бурение в области Тимского минимума КМА. Тр. КМА, вып. VII. Промиздат, 1926.

Архангельский А. Д. и Козин К. П. Разведочные работы в области Салтыковского и Огибнянского хребтов Курской магнитной аномалии. Тр. КМА, вып. VII. Промиздат, 1926.

Архангельский А. Д. и Корбуш И. И. Общие результаты разведочных работ в области Щигровского максимума КМА. Тр. КМА, вып. VII. Промиздат, 1926.

Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолтехиздат, 1950.

Богунова Л. С., Вишняков С. Г., Хожайнов Н. П. Стратиграфия каменноугольных отложений КМА. В кн.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 5. Госгеолтехиздат, 1962.

Брунс В. П. Обзор кембрия по регионам Русской платформы. В кн.: «Геологическое строение СССР», т. I. Госгеолтехиздат, 1958.

Бушинский Г. И. Латеритно-осадочная гипотеза происхождения бокситов. Международный геологический конгресс. Доклады советских геологов. Проблема 14. Латериты. Изд-во «Недра», 1964.

Бушинский Г. И. О генетических типах бокситов. В кн.: «Бокситы, их минералогия и генезис». Изд-во АН СССР, 1958.

Бушинский Г. И. Об условиях образования бокситов и о закономерностях размещения бокситовых месторождений. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. 1. Изд-во АН СССР, 1958.

Вишняков С. Г., Одокий Б. Н., Сиротин В. Н. Бокситоносность Курско-Воронежской антеклизы. В сб.: «Геология и полезные ископаемые Центрально-Черноземных областей» (Труды межобластного геологического совещания). Воронеж, 1964.

Воротильников Е. П., Троицкий А. В. Ново-Ялтинское месторождение КМА. Науч. тр. по проблемам КМА. Ростехиздат, 1962.

Гершойг Ю. Г. О природе рудного минерала так называемых красковых руд в Криворожье. Минералогический сборник Львовского геологического об-ва, № 5, Львов, 1951.

Гершойг Ю. Г. Зона окисления богатых железных руд ингулецкого типа в Криворожском бассейне. В сб.: «Кора выветривания», вып. VI. Изд-во АН СССР, 1962.

Гинзбург И. И. Некоторые физико-химические моменты в образовании глин. В кн.: «Исследование и использование глин». Изд-во Львовск. гос. ун-та, 1958.

Гинзбург И. И., Кабанова Е. С. Содержание кремнезема в природных водах и формы его присутствия. В сб.: «Кора выветривания», вып. 3. Изд-во АН СССР, 1960.

Гинзбург И. И. Основные вопросы образования коры выветривания. «Геол. руд. месторождений», № 5. Изд-во АН СССР, 1961.

Гладковский А. К., Храмцов В. Н. О происхождении бокситов района КМА. Докл. АН СССР, т. 156, вып. 4. Изд-во АН СССР, 1964.

Голивкин Н. И. Архейские плагиоклазовые граниты Старо-Оскольского района КМА (Науч. тр. по проблемам КМА). Госгеолтехиздат, 1962.

Губкин И. М. Курская магнитная аномалия и ее значение. Изд-во «Коммуна», Воронеж, 1931.

Демчук Н. П. и Спесивов Б. А. Руды КМА и характеристика их по химическому составу. Дomez № 9, Днепропетровск, 1933.

Доброхотов М. Н. К вопросу о генезисе Кременчугского железорудного месторождения. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.

Доброхотов М. Н. Некоторые вопросы геологии докембрия КМА. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 1, 1958.

Доброхотов М. Н., Полищук В. Д., Зайцев Ю. С. К вопросу о стратиграфии курской метаморфической серии. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР». Калуга, 1959.

Дуброва Б. С. Характер железистых кварцитов и руд КМА. Тр. Всесоюзного совещания по черным металлам. М.—Л., 1933.

Дуброва Б. С. при участии Свитальского Н. И. Курская магнитная аномалия. В сб.: «Главнейшие железорудные месторождения СССР», т. I. Горгео-нефтеиздат, 1934.

Дуброва Б. С. К вопросу о контактовых явлениях в железистых кварцитах типа Кривого Рога и др. «Проблемы советской геологии», № 9, 1936.

Дубянский А. А. Геологическое строение Валуйского узла. Мат. ест. инст. исслед. Воронежск. губ., отд. IV (геология и почвы), вып. I, Воронеж, 1922.

Дубянский А. А. Основной массив высокосортных руд КМА должен зале- гать в юго-западной части Воронежского горста. «Соцстроительство ЦЧО», № 1—2, Воронеж, 1934.

Дубянский А. А. Итоги изучения геологии Воронежской и Курской областей за 10 лет (1924—1934). Зап. Воронежск. сельхоз. ин-та, т. 1 (XVI), 1935.

Дубянский А. А. Условия залегания и формирования кристаллического мас- сива. «Геология СССР», т. VI, часть 1-я. Госгеолиздат, 1949.

Дубянский А. А. Наилучшие залежи богатых руд КМА, приуроченных к древнейшему матерiku юго-западной части Воронежского кристаллического мас- сива. Тр. Межвузовского совещания по геологии и полезным ископаемым ЦЧО, 1957.

Дюков А. И. и Русинович И. А. К постановке геологоразведочных работ на участке в районе с. Панки. «Разведка недр», № 14, 1937.

Егоров Г. Г. К вопросу обогащения железистых кварцитов Старо-Оскольского района КМА. «ЦЧО в системе производительных сил СССР», вып. 1, Воронеж, 1932.

Епифанов Б. П. Вопросы стратиграфии докембрия Курско-Воронежской ан- теклизы. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных райо- нов Европейской части СССР», вып. 2, 1959.

Епифанов Б. П. Геологическое строение Воронежской антеклизы и изучение полезных ископаемых. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.

Епифанов Б. П. Об угловом несогласии и перерыве в отложениях между свитой железистых кварцитов и сланцево-карбонатной свитой докембрия Воронеж- ской антеклизы. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.

Завидонова А. Г. и Веселовская М. М. О древней коре выветривания района Калужского поднятия. В сб.: «Кора выветривания», вып. 2. Изд-во АН СССР, 1956.

Загьянский А. Л. Геология и характеристика руд КМА. Изд-во «Коммуна», Воронеж, 1933.

Золозов Ф. С. Открытие залежей богатых руд в Старо-Оскольском районе. «Разведка недр», № 2—3, 1933.

Иноходцев П. Результаты астрономических наблюдений для целей географии в районе Курска летом 1783 г. Тр. А. Н., 1785 (на лат. яз.).

Ищенко Д. И. К вопросу о взаимоотношении между верхней и средней сви- тами Кривого Рога. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.

Калганов М. И. Железорудный бассейн Курской магнитной аномалии. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.

Калганов М. И. Железорудные формации в докембрийском фундаменте Русской платформы. «Рудоносность Русской платформы». Изд-во «Наука», 1965.

Калинин И. П. Некоторые вопросы геологического строения и неотложные задачи по изучению Львовско-Михайловского железорудного района КМА. В сб.: «Ма- териалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 2, Калуга, 1959.

Калинин И. П. Геологическое строение и условия образования богатых же- лезных руд Михайловского месторождения КМА. В сб.: «Кора выветривания», вып. 3. Изд-во АН СССР, 1960.

- Камел Омар. Гипергенные карбонаты и образование богатых железных руд на Лебединском месторождении КМА. «Геол. рудн. месторождений», № 5, 1963.
- Клагиш Б. Д. О ритмичном строении толщи железистых кварцитов КМА. (Науч. тр. по проблемам КМА). Ростехиздат, 1962.
- Кобаев В. В. О региональных магнитных аномалиях КМА и прилегающих районах. Научн. труды по проблемам КМА. Ростехиздат, 1962.
- Коржинский Д. С. Связь богатых руд Кривого Рога с процессами коры выветривания. В сб. «Железные руды Курской магнитной аномалии», 1955.
- Кротов Б. П. Железородные эпохи в истории Земли в СССР. Сообщения о работах Межведомственной постоянной комиссии по железу, вып. 2/4. Изд-во АН СССР, 1958.
- Куцыба А. М. Девон Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донбасса. В кн.: «Геологическое строение и газонефтеносность Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донецкого бассейна». Изд-во АН УССР, 1954.
- Лейст Э. Е. Курская магнитная аномалия. Тр. КМА, ГИЗ, 1921.
- Леоненко И. Н. Об изученности КМА и направлении дальнейших работ. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 2, Калуга, 1959.
- Леоненко И. Н. Новые данные о запасах железных руд КМА и направлении геологоразведочных работ. «Разведка и охрана недр», № 7, 1962.
- Леоненко И. Н. Основные задачи геологического изучения минерального сырья в центральных районах Русской платформы. «Советская геология», № 3. Госгеолтехиздат, 1962.
- Леоненко И. Н. О геологическом строении докембрия и запасах железных руд КМА. Научные труды по проблемам Курской магнитной аномалии. ИГД им. Скопинского и науч. совет по проблемам КМА. Ростехиздат, 1962.
- Леоненко И. Н. Состояние изученности и перспективы открытия новых месторождений минерального сырья в центральных областях Русской платформы. «Рудоспособность Русской платформы». Изд-во «Наука», 1965.
- Лучицкий В. И. Петрографическое исследование кристаллических пород КМА. Тр. КМА, вып. VII. Промиздат, 1926.
- Марковский Б. П. Обзор девона СССР по районам Русской платформы. В кн.: «Геологическое строение СССР», т. I. Госгеолтехиздат, 1958.
- Мартыненко Л. И., Зинцова Е. С., Макаров В. П., Кузнецова М. Н., Кондратьева Д. Н., Сова Н. Г., Таранец В. И., Доморев Д. С. К вопросу стратиграфии железорудного комплекса Яковлевского месторождения. Сб. научных трудов Криворожского горного института, вып. XXI, 1963.
- Мееров С. М. Характеристика руд КМА по физическим свойствам. «Домез», № 9, Днепропетровск, 1933.
- Мушкетов И. В. О причинах Курской магнитной аномалии. Дневник X съезда русских естествоиспытателей и врачей в Киеве, № 8, Киев, 1898.
- Наковник Н. И. Синие амфиболы магнетитовых кварцитов Курской магнитной аномалии (Старо-Оскольский район). Зап. Всер. мин. об-ва, вып. 1, Л., 1934.
- Наливкин Д. В. Геология СССР. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1962.
- Никитин С. Н. Относительно производства бурения для разяснения причин Курской магнитной аномалии. Изв. Геол. ком., т. 6, № 8 и 9.
- Никитина А. П. Кора выветривания на кристаллических породах Салтыковского участка Старо-Оскольского рудного узла КМА. Материалы совещания по исследованию глин, 1957.
- Никитина А. П. Каолинизация и бёмитизация в коре выветривания хлоритовых сланцев Яковлевского месторождения КМА. В кн.: «Исследование и использование глин». Изд-во Львовск. гос. ун-та, 1958.
- Никитина А. П. Кора выветривания на кристаллических породах Салтыковского участка Старо-Оскольского рудного узла КМА. Сб.: «Кора выветривания», вып. 3. Изд-во АН СССР, М., 1961.
- Никитина А. П. Древняя кора выветривания докембрийских пород Воронежской антеклизы. В сб.: «Латериты». Изд-во «Недра», 1963.
- Никифорова О. И. Обзор силура по регионам Русской платформы. В кн.: «Геологическое строение СССР», т. I. Госгеолтехиздат, 1958.
- Новик Е. О. Стратиграфия девонских отложений Днепровско-Донецкой впадины. В кн.: «Геологическое строение и газонефтеносность Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донецкого бассейна». Изд-во АН УССР, 1954.
- Павловский В. И. и Жаворонкин И. А. О задачах дальнейшего изучения Белгородского железорудного района геофизическими методами. В кн.: «Геологическое строение и газонефтеносность Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донецкого бассейна». Изд-во АН УССР, 1954.
- Паукер И. А. и Леоненко И. Н. Новые данные о геологии и рудопроявлении в районах Воронежского кристаллического массива. «Разведка и охрана недр», № 6, 1960.
- Петров В. П. Геолого-минералогические исследования уральских белых глин

и некоторые выводы по минералогии и генезису глин вообще. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 45, петрографическая серия (№ 29), 1949.

Плаксенко Н. А. К стратиграфии докембрия Курской магнитной аномалии. Тр. Межвуз. науч. совещания по геологии и пол. ископ. ЦЧО, Воронеж, 1957.

Плаксенко Н. А. Классификация железистых кварцитов КМА и химический метод их корреляции. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 2, Калуга, 1959.

Плаксенко Н. А. Общие черты структуры и стратиграфии докембрия Курской магнитной аномалии. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.

Прозоровский А. А. Состояние разведанности и геологические перспективы района КМА. Изд-во АН СССР, 1955.

Пустовалов Л. В. Изученность и геологические перспективы рудоносности осадочного чехла Русской платформы. Рудоносность Русской платформы. Изд-во «Наука», 1965.

Похвиснев А. Н., Демчук П. П., Мееров С. М. Расчет шихты для выплавки чугуна из руд Коробковского участка Старо-Оскольского района. «Домез», № 9, Днепропетровск, 1933.

Пятовский К. Я. Руды КМА — второй пятилетке. «Соцстроительство ЧЦО», № 1, Воронеж, 1932.

Пятовский К. Я. Геологическая карта КМА Старо-Оскольского района Курской области. Тр. III Всесоюзного геологического совещания по черной металлургии, М., 1933.

Пятовский К. Я. Геологоразведочные работы КМА в 1930—1931 гг. «ЦЧО в системе производительных сил СССР», вып. 1, Воронеж, 1933.

Рахманов В. П. К минералогии гипергенных богатых железных руд Михайловского месторождения КМА. Тр. Межвуз. науч. совещания по геологии и пол. ископ. ЦЧО, Воронеж, 1957.

Рахманов В. П. О гипергенном магнетите в коре выветривания железистых кварцитов Курской магнитной аномалии. Докл. АН СССР, т. 122, № 6, 1958.

Рахманов В. П. О распределении некоторых вторичных минералов в осадочных и остаточных богатых железных рудах Яковлевского месторождения КМА. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 2, Калуга, 1959.

Рахманов В. П. Богатые железные руды коры выветривания Курской магнитной аномалии на примере Михайловского месторождения. Изд-во АН СССР, 1962.

Ронов А. Б., Ханн В. Е. Девонские литологические фации мира. «Советская геология», № 41, 1954.

Ростовцев С. Т., Таранов Ф. С., Понюхно Г. Е. Восстановимость руд КМА. «Домез», № 9, Днепропетровск, 1933.

Русинович И. А. Результаты геологоразведочных работ на Стойленском участке КМА. «Разведка недр», № 9—10, 1937.

Русинович И. А., Краснопевцев Н. Д., Захаревич Д. В. Геологическая карта верхней части бассейна р. Оскол. В кн.: «Гидрогеологический очерк КМА». Тр. треста «СПЕЦГЕО», Ленингр. отд. № 5 (2). Гидрогеология СССР. Гостехиздат, 1939.

Русинович И. А. Геологические условия, литология и генезис железных руд Курской магнитной аномалии. В кн.: «Научная конференция по изучению и развитию производительных сил Воронежской области». Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1940.

Русинович И. А. Геологическое строение северо-восточной полосы и генезис железных руд КМА. «Советская геология», № 28, 1948.

Русинович И. А. Геологическое строение докембрия железорудного бассейна КМА. «Советская геология», № 5, 1958.

Русинович И. А. Оценка перспектив Гостищевского месторождения. «Охрана и разведка недр», № 2, 1958.

Русинович И. А. Гостищевское месторождение богатых железных руд. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 1, Калуга, 1959.

Русинович И. А. Зона гипергенных изменений докембрийских пород и генезис богатых железных руд КМА. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 2, Калуга, 1959.

Русинович И. А., Небосенко В. Ф. Гостищевское железорудное месторождение КМА. Научн. тр. по проблемам КМА. Воронеж, 1964.

Свитальский Н. И. Криворожский железорудный район и КМА. «Современные проблемы естествознания», кн. 19, 1924.

Свитальский Н. И. Курская магнитная аномалия. В кн.: «Геологоразведочные работы во 2-ом пятилетии». М., 1932.

Свитальский Н. И. и Дуброва Б. С. Основные черты геологического строения и качественные показатели руд Старо-Оскольского района КМА. «ЦЧО в системе производительных сил СССР», вып. 1, Воронеж, 1932.

Свитальский Н. И. Железные руды КМА. Изд-во «Коммуна», Воронеж, 1933.

- Смирнов И. Н. Краткий отчет о магнитных исследованиях в России за 1874 г. Изв. Казанского ун-та, Казань, 1875.
- Страхов И. М. Основы теории литогенеза. Т. I. Изд-во АН СССР, 1962.
- Танатар И. Н. Петрографическая и минералогическая характеристика железных руд Старо-Оскольского района. «Домез», № 9, Днепропетровск, 1933.
- Точилин М. С. О перспективах поисково-разведочных работ на богатые руды Курской магнитной аномалии. Тр. Межвуз. науч. совещания по геологии и пол. ископ. ЦЧО, Воронеж, 1957.
- Точилин М. С. О богатых магнетитовых и мармитовых рудах. В кн.: «Происхождение железистых кварцитов». Госгеолтехиздат, 1963.
- Трубина К. Н. Древняя латеритная кора выветривания в районе Северо-Онежских месторождений бокситов. В кн.: «Бокситы, их минералогия и генезис». Изд-во АН СССР, М., 1958.
- Трушелевич В. И. Механическое обогащение образцов курских магнитных руд. Тр. КМА, вып. VII. Промиздат, 1926.
- Утехин Д. Н. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:100 000, лист № 37, Госгеолиздат.
- Утехин Д. Н. Девонские отложения территории Курской магнитной аномалии. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 5. Госгеолтехиздат, 1962.
- Чайкин С. И. О генезисе богатых железных руд. «Разведка и охрана недр», № 3, 1958.
- Чайкин С. И. Новые данные по геологии и структуре кристаллического фундамента Белгородского железорудного района. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 2, Калуга, 1959.
- Чайкин С. И. К проблеме выноса кремнезема из коры выветривания в условиях Курской магнитной аномалии. Бюлл. НТО черной металлургии комбината КМАруда и НИИКМА, 1963.
- Чайкин С. И. Условия образования богатых железных руд Курской магнитной аномалии. Международный геологический конгресс. Доклады советских геологов. Проблема 14. Латериты. Изд-во «Недра», 1964.
- Чайкин С. И. О времени образования и генетическом типе богатых руд Курской магнитной аномалии. Геология и разработка Михайловского железорудного месторождения КМА. Центрально-чернозем., книж. изд. 1964.
- Чайкин С. И. Рудоконтролирующие факторы и районирование территории КМА по степени рудоносности и перспективности. «Рудоносность Русской платформы». Изд-во «Наука», 1965.
- Чайкин С. И. О карбонатизации и хлоритизации богатых руд КМА. «Геология рудных месторождений», № 1, 1965.
- Чернышева Н. Е. Кембрийская система. Распространение и изученность. «Геологическое строение СССР». Госгеолтехиздат, 1958.
- Шевяков Л. Д. и Маньковский Г. И. Курская магнитная аномалия. Изд-во АН СССР, 1962.
- Шмидт Н. Г. Геофизические исследования на КМА и их результаты. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.
- Шмидт Н. Г. Геофизические исследования КМА. В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР», вып. 2, 1959.
- Щеголев Д. И. и Краснопевцев Н. Д. Геологическое строение и гидрогеологические условия осадочной толщи в районе КМА. В сб.: «Проблемы советской геологии», № 10, 1934.
- Юденич Г. И. и Мягков М. И. Опытное обогащение и агломерация железных руд Курской магнитной аномалии. В сб.: «Железные руды Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1955.
- Фондовая
- Богунова Л. С., Клекль В. Н., Кулибаба Ф. В. Результаты геолого-поисковых работ на КМА по состоянию на 1. I. 1951 г., часть II (северная часть юго-западной полосы КМА). ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Варфоломеев В. Т. Отчет о дополнительных геологоразведочных работах в 1936 и 1937 гг. на Коробковском участке с целью уточнения гипсометрической поверхности рудокристаллической толщи. 1937 г. ВГФ, ТГФ, ГУЦР.
- Визирякин Н. И., Клекль В. Н., Сахарова М. Н., Раппопорт О. Т. Отчет о результатах первого этапа обследования Больше-Троицкого месторождения богатых железных руд КМА по состоянию на I.XI. 1963 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Воротильников Е. П., Калинин И. П., Нарыжных В. И. и др. Геологический отчет о детальной разведке Курбакинского месторождения железных руд. 1959 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Воротильников Е. П., Леоненко И. Н., Павловский В. И., Полищук В. Д., Русинович И. А., Саар А. А., Смирнов Б. Н., Утехин Д. Н., Чайкин С. И. Заключение о железорудных месторождениях КМА со сравнительной оценкой их геологических, гидрогеологических, инженерно-геологиче-

ских и горно-экономических условий и перспективах дальнейшего прироста запасов. 1962 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Воротильников Е. П., Нарыжных В. И. Отчет о геологоразведочных работах, произведенных на Ново-Ялтинском железорудном месторождении в 1958—1963 гг. по состоянию на I. III. 1964 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Воротильников Е. П., Нарыжных В. И., Тимошенко И. И. Отчет о геологоразведочных работах, произведенных на Ново-Ялтинском железорудном месторождении КМА в 1958—1965 гг. по состоянию на I. V. 1965 г. 1965 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Гамбурцев Г. А. Сейсмо-акустическая разведка в Старо-Оскольском районе КМА. 1933 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Голивкин Н. И., Головина К. В., Кармазин И. Д., Клагин Б. Д., Курлянд Е. Н., Постнова А. А. Подсчет запасов богатых железных руд Южно-Лебединского месторождения по состоянию на I. I. 1956 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Голивкин Н. И., Кармазин И. Д., Курлянд Е. Н., Клагин Б. Д. Подсчет запасов кварцитов юго-восточной и северо-восточной частей Коробковского участка КМА. 1956 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Голивкин Н. И., Миткеев М. В., Смирнов Б. Н. Геологический отчет с подсчетом запасов железных руд по Стойленскому месторождению по состоянию на I. I. 1958 г. 1960. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Голивкин Н. И., Миткеев М. В., Курлянд Е. Н. и др. Отчет о разведке Савькино-Александровского месторождения богатых железных руд и поисках в Старо-Оскольском железорудном районе КМА по состоянию на I. VII. 1960 г. 1960 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Голивкин Н. И. Геологическое строение территории КМА. Докембрий. Старо-Оскольский и Ново-Оскольский районы. 1963 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Голивкин Н. И. Старо-Оскольский железорудный район. Глава в оперативном отчете БЖРЭ о результатах поисковых и разведочных работ за 1964 г. 1965 г. Архив ГУЦР.

Голивкин Н. И., Васильев В. Д., Кузнецов А. П. и др. Геологический отчет по Лебединскому месторождению КМА с подсчетом запасов железистых кварцитов по состоянию на I. XII. 1964 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Гончарик Н. Ф. Слюды и хлориты Старо-Оскольского района КМА. 1933 г. Архив ВСЕГЕИ.

Доброхотов М. Н., Полищук В. Д., Утехин Д. Н. и др. Промежуточный отчет о работах Курско-Белгородской картосоставительской партии за 1957—1959 гг. 1959 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Дуброва Б. С. Железистые кварциты и железные руды Старо-Оскольского района КМА. 1933 г. Архив ВСЕГЕИ.

Дубров Б. С. Характеристика железных руд КМА. 1933 г. Архив ВСЕГЕИ.

Егоров Г. Г. Опытное изучение условий подготовки богатых железных руд к доменной плавке в Старо-Оскольском районе Курской области. 1935 г. Архив Механобра в Ленинграде.

Епифанов Б. П., Русинович И. А. и др. Генеральный проект геологоразведочных работ по железным рудам КМА. 1948 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Епифанов Б. П., Сироткина Т. Н., Суслеников В. В. Отчет Западно-Русской экспедиции об аэромагнитных исследованиях Курской магнитной аномалии в 1947 г. 1948 г. ВГФ.

Заборовский А. И., Чернышева Н. А. и др. Атлас карт земного магнитного поля в районе Курской магнитной аномалии по съемкам 1919—1936 гг. 1950 г. ВГФ.

Захаревич Д. В. Отчет о трехверстной гидрогеологической съемке в верхнем течении системы р. Оскол (реки Дубенка и Орлик). 1935 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Захарова В. И., Конаев В. В., Красавицкая Р. С., Островская А. В., Павловский В. И., Русинович И. А., Шейнкман С. Л., Шмидт Н. Г. Результаты комплексных геофизических исследований, выполненных в районе КМА по состоянию на I. I. 1954 г. 1956 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Калинин И. П., Кулибаба Ф. В., Рабинович В. Б., Нарыжных В. И., Спирихина А. М. Геологический отчет о результатах поисков и разведки железных руд, произведенных в 1951—1954 гг. в районе Михайловского месторождения КМА. 1955 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Калинин И. П., Кулибаба Ф. В., Прозоровский А. А., Нарыжных В. И., Штернова Л. М., Рабинович В. Б. Геологический отчет о результатах поисков и разведки железных руд, произведенных в 1951—1956 гг. в районе Михайловского месторождения КМА. 1956 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Калинин И. П., Кулибаба Ф. В., Нарыжных В. И. и др. Геологический отчет о результатах поисков и разведки железных руд, произведенных в 1956—1957 гг. в районе Михайловского месторождения КМА. 1958 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Калинин И. П., Воротильников Е. П., Рогозин В. В., Нарыжных В. И. Геологический отчет о детальной разведке Курбакинского месторождения железных руд, поисках на Нарышкинской, Жигаевской, Лев-Толстовской аномалиях

и картировочном бурении в Михайловском районе, произведенных в 1955—1959 гг. 1959 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Клекль В. Н., Бондарева А. Н. Отчет о предварительной разведке Покровской залежи Яковлевского месторождения богатых железных руд и поисках в Белгородском железорудном районе КМА по состоянию на 1. IV. 1960 г. 1960 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Клекль В. Н., Небосенко В. Ф. Отчет о поисковом обследовании южной окраины Яковлевского и Гостищевского месторождений Белгородского железорудного района по состоянию на 1. X. 1961 г. 1961 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Коган Э. Я. Лабораторные испытания обогатимости железистых кварцитов Чернянского месторождения. 1965 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Краснопевцев Н. Д. Гидрогеологические условия Ново-Оскольского и Волоконовского участков железорудного месторождения КМА. 1934 г. Архив ВСЕГЕИ.

Миткеев М. В., Сахарова М. Н., Чайкин С. И., Штернов Л. И. и др. Геологический отчет о детальной разведке Погромецкого месторождения богатых железных руд и поисках в Ново-Оскольском районе КМА по состоянию на 1. XI. 1959 г. 1959 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Наковник Н. И. Амфиболы и пироксены Старо-Оскольского района КМА. 1933 г. Архив ВСЕГЕИ.

Напрасников Д. И., Кулибаба Ф. В., Русинович И. А. Результаты геологоразведочных работ на Ново-Оскольском участке КМА с 1932 по 1948 г. 1949 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Опарин Ф. П., Русинович И. А., Савицкий П. Т. К вопросу о принципах разведки, оконтуривания и методах подсчета запасов железных руд КМА. 1941 г. ВГФ.

Плаксенко Н. А. Стратиграфия докембрия Щигровского и Ястребовского синклинориев северо-восточной полосы КМА. 1954 г. Архив Воронежского гос. ун-та.

Плаксенко Н. А., Антонова Т. Н. Результаты геологоразведочных работ по Роговскому, Тимскому и Тим-Щигровскому участкам за период с 1950 по 1954 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Полищук В. Д., Полищук В. И., Голивкин Н. И., Клагиш Б. Д. и др. Геологическое строение Курской магнитной аномалии. Раздел I. Докембрий. т. I. 1963 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Прозоровский А. А., Плаксенко Н. А., Борисов С. Ф., Головина К. В., Кулибаба Ф. В. Подсчет запасов кварцитов Коробковского участка КМА по трем разведочным линиям. 1949 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Прозоровский А. А., Плаксенко Н. А., Киссин И. Г., Клагиш Б. Д., Сахарова М. Н., Головина К. В. Подсчет запасов железистых кварцитов северной части Коробковского участка КМА. 1951 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Прозоровский А. А., Плаксенко Н. А., Головина К. В., Киссин И. Г. Подсчет запасов кварцитов южной части Коробковского участка КМА. 1951 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Прозоровский А. А., Киссин И. Г., Головина К. В., Кармазин И. Д., Клагиш Б. Д., Нарыжных В. И. Подсчет запасов железистых кварцитов Салтыковского участка КМА по состоянию на 1. I. 1953 г. 1953 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Прозоровский А. А., Головина К. В., Кармазин И. Д., Клагиш Б. Д., Курлянд Е. Н., Постнова А. А. Подсчет запасов железистых кварцитов Лебединского и Осколецкого участков КМА по состоянию на 15. X. 1954 г. 1954 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Пятовский К. Я. Объяснительная записка к подсчету запасов на 1. IX. 1933 г. Лебедянского участка КМА. 1933 г. ВГФ.

Романщак А. К., Штернова Л. М., Чайкин С. И., Каукин Б. В., Небосенко В. Ф. Предварительный геологический отчет о результатах разведки богатых железных руд Чернянского месторождения на 30. VIII. 1963 г. 1963 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Романщак А. К., Штернова Л. М., Каукин Б. В. Краткая объяснительная записка к подсчету запасов железистых кварцитов Чернянского месторождения КМА на 1. I. 1964 г. 1964 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Романщак А. К., Штернова Л. М., Каукин Б. В., Небосенко В. Ф. Промежуточный геологический отчет о результатах геологоразведочных работ на железистые кварциты Погромецкого месторождения за период с 1. XI. 1959 по 1. XII. 1964 г. 1964 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Русинович И. А. Отчет о трехверстной геологической и гидрогеологической съемке верхней части бассейна р. Оскол. 1933 г. ТГФ, ГУЦР ВГФ.

Русинович И. А. Петрографическое описание докембрийских пород и железных руд Сретенско-Лебединского участка Старо-Оскольского района Курской магнитной аномалии. 1934 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

Русинович И. А., Золозов Ф. С. Результаты геологоразведочных работ на Стойленском участке. 1935 г. Архив комбината КМАруда.

Русинович И. А., Золозов Ф. С. Результаты геологоразведочных работ на КМА за период с 1930 по 1935 г. 1937 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.

- Русинович И. А. К подсчету запасов железных руд Лебедянского участка КМА на I. X. 1941 г. 1946 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Русинович И. А. О направлении поисковых работ на КМА на 1950 г. 1949 г. Архив БЖРЭ.
- Русинович И. А., Кулибаба Ф. В. Результаты геологопоисковых работ на КМА по состоянию на I. I. 1951 г. Ч. I. 1951 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Русинович И. А. Краткая характеристика Гостищевского и других железорудных месторождений, выявленных геологопоисковыми работами 1955—1956 гг. в Белгородском районе. В отчете о разведке Яковлевского месторождения и геологопоисковых работах, выполненных в Белгородском железорудном районе в 1954—1956 гг. 1957 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Русинович И. А., Небосенко В. Ф. Промежуточный отчет о геологоразведочных и поисковых работах на Гостищевском железорудном месторождении по состоянию на I. VII. 1959 г. 1959 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Русинович И. А., Саар А. А., Небосенко В. Ф. Отчет о геологоразведочных и поисковых работах, произведенных на Гостищевском месторождении Белгородского железорудного района КМА по состоянию на I. IX. 1960 г. 1960 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Савицкий П. Т. Гидрогеологическая характеристика Лебединского участка КМА (приложение IV к объяснительной записке по подсчету запасов железных руд на Лебединском участке КМА). 1946 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Семихатов А. И., Гиринский Н. К., Павлов И. Н. Экспертное заключение по оценке гидрогеологических материалов Ново-Оскольского месторождения КМА. 1949 г. Архив ВСЕГИНГЕО.
- Скулков Н. А., Воропаев С. И., Баганова А. М., Сиваева Л. И. Геологический отчет о предварительной разведке Дичнянско-Реутецкого месторождения железных руд КМА. 1963 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Скулков Н. А. и др. Оперативный отчет Курской комплексной экспедиции. 1964 г. Архив ГУЦР.
- Успенский Н. А. Описание горных пород висячего и лежащего боков докембрия КМА. 1933 г. Архив ВСЕГЕИ.
- Чайкин С. И., Иванченко Н. И., Доброноженко А. Ф., Тартасюк Д. Ф., Русинович И. А., Богунова Л. С., Клекль В. Н., Пята С. Я., Агафонова М. М. при участии Доброхотова М. Н. Отчет о разведке Яковлевского месторождения и геологопоисковых работах, выполненных в Белгородском железорудном районе в 1951—1956 гг. Т. I. 1957 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Чайкин С. И., Сахарова М. Н., Клекль В. Н., Зайцев Ю. С., Селюнин И. Г., Саар А. А. и др. Отчет о геологоразведочных и поисковых работах на Яковлевском месторождении Белгородского железорудного района по состоянию на I. X. 1958 г. 1958 г. ВГФ, ТГФ ГУЦР.
- Центрогипроруда (институт). Комплексный технико-экономический доклад по развитию к 1970 и 1980 гг. железорудной промышленности на базе месторождений КМА. 1963 г. Архив института Центрогипроруда.
- Юденич Г. И. Отчет по теме № 330. Испытание обогатимости четырех проб железистых кварцитов КМА. 1949 г. Архив Механобра в Ленинграде.
- Карта разведанности и прогноза рудоносности железорудного бассейна КМА (составил И. А. Русинович). Цветная. Тираж 1000 экз. Картографо-геодезическое предприятие ГУЦР, Москва, 1969 г. (находится в Геологическом управлении Центральных районов).



