

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНОВ ЛЕНИНА, ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И  
ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи

**УСТАЛОВ Виктор Владимирович**

**СТРУКТУРЫ, ФОРМАЦИИ И МАРГАНЦЕНОСНОСТЬ  
ВОРОГОВСКОГО ПРОГИБА (Енисейский край)**

Специальность: 04. 00. 04. — геотектоника

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических  
наук

Москва — 1982 г.

Работа выполнена на кафедре динамической геологии Геологического факультета Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова и в Геологосъемочной экспедиции ПГО «Красноярскгеология».

Научный руководитель — кандидат геолого-минералогических наук М. И. Волобуев.

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор Д. Г. Сапожников, кандидат геолого-минералогических наук Д. В. Синельников.

Ведущая организация — Красноярское отделение СНИИГГиМС.

Защита диссертации состоится *21 мая* 1982 г. в 15 часов 30 мин. на заседании Специализированного ученого Совета К.053.05.02. по региональной геологии и тектонике Геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова по адресу: Москва 117234, Ленинские горы, МГУ, Геологический факультет, ауд. 830.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Геологического факультета МГУ: корпус «А», 6 этаж.

Автореферат разослан *21 апреля* 1982 г.

Ученый секретарь Совета —  
доктор геолого-минералогических наук

А. В. ВИХЕРТ.

*Дмитрий Гаврилович  
с увеличением от автореферата  
26.04.82г.*

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В работе обобщены результаты изучения позднепротерозойского эпигеосинклинального орогенного прогиба на севере Енисейского края и связанного с ним марганцевого оруденения.

Актуальность темы. Потребность народного хозяйства страны и, в частности, Сибири в рудах марганца очень велика, что отмечалось в решениях XXVI съезда КПСС. В отложениях позднего рифея-венда Вороговского орогенного прогиба выявлены марганцевые руды. Выяснение закономерностей формирования и распределения их во времени и пространстве, оценка масштабов оруденения и перспектив открытия новых месторождений является задачей сегодняшнего дня.

Цель работы. Настоящая работа посвящена изучению структур, формаций и марганцевости Вороговского позднепротерозойского эпигеосинклинального орогенного прогиба северо-западной части Енисейского края, а также обоснованию площадей, перспективных на марганцевые руды.

Основные задачи исследований: 1. Определение тектонической природы позднерифейско-вендских отложений (вороговская и чапская серии), выполняющих Вороговский прогиб. 2. Выяснение последовательности становления структуры орогенного прогиба и ее соотношение с общей структурой северо-западной части Енисейского края. 3. Проведение структурно-формационного анализа орогенного комплекса и определение пространственного положения марганцерудной формации. 4. Выяснение масштабов и перспективная оценка марганцевого рудонакопления в Вороговском прогибе.

Защищаемые положения.

I. На основании анализа вертикальных и горизонтальных фор-



мационных рядов Енисейский край рассматривается как структура длительного направленного и полного развития, включающая образование добайкальского комплекса основания, байкальский геосинклинальный и орогенный комплексы, а также элибайкальский платформенный комплекс.

2. Отложения позднего рифея-венда, выполняющие Вороговский прогиб, относятся к классу эпигеосинклинальных орогенных образований байкальского тектонического цикла.

3. Орогенные образования внутреннего эпигеосинклинального Вороговского прогиба имеют трансгрессивно-регрессивную направленность с характерной флишовой и молассовой формациями и специфической марганцевой формацией, которые формировались в своеобразных трогоподобных структурах.

4. Орогенный Вороговский прогиб Енисейского края перспективен на открытие месторождений марганца.

#### Степень научной новизны и практическое значение.

В результате проведения впервые в стране крупномасштабной групповой геологической съемки Вороговского прогиба Енисейского края, а также дальнейших тематических и поисковых работ выявлены марганцевое оруденение и рудопроявление железа, фосфора в отложениях позднего рифея-венда. Указанные отложения отнесены к классу эпигеосинклинальных моласс байкальского тектонического цикла. Уточнены схемы стратиграфического расчленения отложения орогенного комплекса и схемы структурного районирования. Впервые выявлена марганценосность района, а также приуроченность марганцевых горизонтов к определенным стратиграфическим уровням и тектоническим структурам. Установлена полигенность марганцевых руд, и, в связи с этим, разработана методика поисков и осуществлена оценка территории прогиба на марганец.

Выводы автора по стратиграфии позднепротерозойских отложений положены в основу проекта унифицированной схемы позднепротерозойских отложений северной части Енисейского края и представлены к рассмотрению Сибирским Межрегиональным Стратиграфическим Комитетом. Они использованы также при создании крупномасштабных геологических карт позднепротерозойских отложений северо-западной части Енисейского края. Новые данные автора по металлогении марганца используются при планировании геоло-

горазведочных работ ПГО "Красноярскгеология".

Апробация работы. Главные положения диссертации изложены в 9 опубликованных статьях (сдано в печать еще 2 статьи) и трех производственных научных отчетах. Материалы исследований отражены на 24 листах крупномасштабных геологических карт, а также на карте марганценосности северной части Енисейского края. Основные положения докладывались на Всесоюзном Советании по генезису марганцевых месторождений и Научным основам прогнозной оценки марганценосности регионов СССР (Чяатура, 1976), на Экспертном Совете Мингео СССР по марганцевым месторождениям Восточной Сибири и Центрального Казахстана (Красноярск, 1978), на Всесоюзном Советании по проекту Международной Программы геологической корреляции № III "Генезис марганцевых месторождений" (Орджоникидзе, 1980), на конференции по развитию минерально-сырьевой базы Красноярского края и Тувинской АССР (Красноярск, 1981) и на двух Научно-Технических конференциях молодых специалистов (Красноярск, 1979, 1980). Автор принимал участие в коллективном докладе, представленном на третьем Международном Симпозиуме по геологии и геохимии марганца, XXVI МГК (Париж, 1980).

Фактический материал получен в результате личных исследований в 1970-1981 годах при проведении съемочных, поисковых и тематических работ на севере Енисейского края, а также при посещении крупнейших марганцевых районов СССР - Чяатурского, Никопольского и Атакуйского. Изучено около 50000 п.м. разрезов, более 15000 п.м. керн скважин и пройдено около 2000 км маршрутов. Изучено около 1000 шлифов и 50 аншлифов. Проведены необходимые анализы: химические (200), спектральные (10000), термические (300), литологические (300) и рентгено-структурные (30). Проведены лабораторно-технологические испытания марганцевых руд 20 проб в институте Механообчермет (г.Кривой Рог). Для уточнения возраста толщ было отобрано и определено около 150 палеонтологических проб.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения, общим объемом 181 листов машинописного текста, включает 45 рисунков, схем, таблиц и фото, список использованной литературы из 134 названий.

В I главе дан обзор геологического строения Вороговского прогиба на основе изучения литературных, фондовых и личных ма-

териалов. Во II главе описаны структуры и формации Вороговского прогиба. На основе геолого-геофизических материалов дано глубинное строение прогиба. В конце главы дана история тектонического развития в позднем докембрии. В III главе рассматривается марганценосность Вороговского прогиба. Показана закономерность размещения марганценосного оруденения в прогибе, в связи с его стадийностью образования, а также дана прогнозная оценка и практические рекомендации по поискам марганцевых руд. В заключении показана тектоническая приуроченность отложений позднего рифея-венда к орогенным молассам эпигеосинклинальных прогибов и связь их с марганценосными образованиями и другими полезными ископаемыми.

Исследования проводились по плану региональных геологосъемочных работ ЦГО "Красноярскгеология", а также по научному плану диссертации, утвержденному Специализированным ученым Советом Геологического факультета МГУ.

Автор хранит светлую память о безвременно ушедшем из жизни первом научном руководителе, профессоре Н.А.Сягаева. Особую признательность автор выражает кандидату геолого-минералогических наук М.И.Волобуеву, осуществившему дальнейшее руководство работой. Основные положения диссертации обсуждались и уточнялись в беседах с А.В.Благодатским, Р.Б.Карпинским, Л.К.Качевским, А.К.Мкртычяном, А.А.Стороженко, А.И.Владимировым и др. (ЦГО "Красноярскгеология"), И.В.Воробьевым (МГУ), Е.С.Постельниковым, И.В.Хворовой, Е.А.Соколовой (ГИН АН СССР), Р.А.Цыкиным (институт цветных металлов, Красноярск).

Автор с благодарностью отмечает, что руководство Геологосъемочной экспедиции ЦГО "Красноярскгеология" и кафедра динамической геологии Геологического факультета МГУ обеспечили нормальные условия для выполнения данной работы.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава I. Обзор геологического строения Вороговского прогиба

В главе приводится обзор геологической изученности района, изложена стратиграфия в соответствии со схемой расчленения до-

кембрия, принятой на Всесоюзном Совещании по докембрию СССР в г.Уфе (май, 1977). Докембрийские и нижнепалеозойские образования района подразделены на следующие подгруппы: нижнепротерозойскую, верхнепротерозойскую и нижнепалеозойскую. Верхнепротерозойская подгруппа с рубежами  $1650_{\pm 50}$  -  $570_{\pm 20}$  млн.лет представлена рифейской и вендской системами. Рифейская система в районе подразделяется на три отдела, причем последний отдел разделен на нижний и верхний подотделы, с рубежом между ними  $850_{\pm 50}$  млн.лет. Верхний подотдел рифейской системы соответствует вороговской серии. Вендская система с границами, по радиогеологическим датировкам,  $680_{\pm 20}$  -  $570_{\pm 10}$  млн.лет располагается между рифеем и кембрием и представлена отложениями чапской серии. Образованиями нижнепалеозойской подгруппы в районе является фаунистически охарактеризованная лебяжнинская свита (нижний кембрий). Вороговский прогиб сложен метаморфизованными отложениями верхнего рифея, венда и нижнего кембрия.

Нижний протерозой. Образования нижнего протерозоя на севере Енисейского кряжа относятся к тейской серии, которая представлена свитой хребта Карпинского и пенчентинской свитой. Отложения свит метаморфизованы до амфиболитовой фации. Мощность серии 4 км.

Верхний протерозой представлен двумя сериями пород - сукопитской и тунгусикской. Сукопитская серия состоит из свит (снизу): кординской, горбылокской, удерейской и погоройской. Сукопитский разрез сложен однообразными песчано-глинистыми породами, метаморфизованными до фации зеленых сланцев, среди которых отмечаются мрамора, эффузивы основного, реже среднего состава и их туфы. Мощность сукопитской серии около 10 км. Образования тунгусикской серии с размывом залегают на погоройских отложениях и представлены двумя свитами (снизу): красногорской и джурской. В основании серии отмечаются коры выветривания и красноцветные конгломераты, выше залегают метапесчаники, металавролиты с прослоями лав основного и среднего состава и их туфов. Завершается разрез мощной толщей органогенных доломитов и известняков. Мощность тунгусикской серии около 1,5 км.

Поздний протерозой (верхний рифей-венд) представлен вороговской и чапской сериями, образования которых слагают Вороговский прогиб. Вороговская серия состоит из трех свит



(северореченской, мутнинской и сухореченской). Северореченская свита залегает с несогласием на метаморфизованном складчатом комплексе. Она имеет двучленное строение. Нижняя подсвита представлена красноцветными и сероцветными конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Обломочный материал местный. Верхняя подсвита по составу органогенно-карбонатная с редкими прослоями алевро-аргиллитов. В западной части Вороговского прогиба (Енисейская впадина) верхняя подсвита представлена пелитоморфными темно-серыми известняками, в восточной (Михеевская впадина) - светло-серыми, иногда красноцветными доломитами с внутрiformационными конгломерато-брекчиями. Мощность свиты 180-990 м. Мутнинская свита залегает на северореченской согласно и делится на две подсвиты. Нижняя подсвита представлена алевролитами, разнозернистыми граувакковыми песчаниками, в составе которых присутствуют зерна полевого шпата, кварца, слюды, обломки вулканических пород и стекол основного состава. Характерно обилие аксессуаров, отмечается скорлуповатая отдельность в песчаниках и алевролитах размером от 0,1 до 1,0 м. Верхняя подсвита представлена терригенно-карбонатным флишем двучленного строения. Каждый цикл начинается терригенными породами, затем постепенно переходит в пелитоморфные карбонатные разности. По преобладанию состава подэлемента цикла выделяется карбонатный, терригенный и смешанный флиш. Среди этих пород встречаются гироглифы, турбидитовые текстуры, песчаные дайки. Мощность свиты 900-1300 м. Сухореченская свита залегает на подстилающих породах согласно, имеет также двучленное строение. Для нижней подсвиты характерен карбонатный флиш и весьма тонкая традиционная слоистость. В верхней подсвите отмечается увеличение содержания терригенного материала. Здесь среди песчаных известняков отмечаются валунно-галечные образования. Мощность свиты 1200-2000 м. Мощность вороговской серии 2800-4300 м. Чапская серия представлена двумя свитами (подъемской и немчанской). Подъемская свита в осевых частях структур Вороговского прогиба залегает согласно и с постепенным переходом, а в краевых местах прогиба трансрессивно с угловым несогласием перекрывает отложения сухопитской серии. Подъемская свита имеет два типа разрезов. Первый тип (Кутукацкий) характерен для прибортовых частей Вороговского прогиба, второй тип разреза (Порожинский)-

для центральной части прогиба. Второй тип отличается большей мощностью отложений, содержанием туфогенно-кремнистых пород и наличием марганцевого оруденения. В обоих типах разрезов свита имеет двучленное строение. Нижняя подсвита (300-400 м) представлена доломитами, органогенными доломитами и карбонатными конгломерато-брекчиями. Верхняя подсвита (530-1200 м) состоит из: 1 - марганцерудной вулканогенно-осадочной пачки (25-100 м), которая представлена туфами смешанного состава, кремнисто-марганцовистыми туфитами, туфопесчаниками, родохрозитовыми песчаниками и пиролюзит-манганитовыми рудами; 2 - кремнистой пачки (90-120 м), представленной туфосилицитами, туфотанитами и туфотанитоидами; 3 - терригенно-карбонатно-кремнистой пачки (100-290 м); 4 - карбонатно-терригенной пачки (140 м); 5 - терригенно-карбонатной пачки (350 м) и 6 - терригенной пачки (230 м). Мощность свиты 710-1600 м. Немчанская свита залегает на подъемской согласно и делится на три подсвиты. Нижняя подсвита (540 м) представлена в нижней части пестроцветными алевролитами, аргиллитами, реже песчаниками; в верхней части - красноцветными среднезернистыми песчаниками. Средняя подсвита (400 м) состоит из разнозернистых песчаников. Верхняя подсвита (310 м) сложена грубозернистыми гравелитистыми песчаниками с гематитовым цементом. Мощность свиты 1250 м. Мощность чапской серии 2-3 км.

Нижний палеозой представлен фаунистически охарактеризованной лебяжинской свитой нижнего кембрия, которая со структурным несогласием залегает на протерозойских отложениях. Свита преимущественно сложена доломитами, отмечаются прослои песчаников, алевролитов, иногда гипсов. Мощность свиты 1 км.

Магматические комплексы, входящие в состав пород фундамента Вороговского прогиба, представлены большим разнообразием. В конце раннего протерозоя проявился габбро-диабазовый магматизм, относящийся к Индиглинскому комплексу. Рифейские магматические образования представлены субвулканическими телами основного состава Исаковского комплекса, протрузиями гипербазитов Сурнижского комплекса, гранитоидными интрузиями Тейского комплекса, плагио-гранит-порфирами Усть-Порожинского комплекса и базальтоидами Токминского комплекса. Эти комплексы отражают собственно геосинклинальный этап развития Енисейского края. Гранитоидные интрузии

зии Посольно-Ангарского комплекса образовались в конце собственно геосинклинального - начале орогенного этапа развития байкальской геосинклинали. Магматические образования, входящие в состав пород Вороговского прогиба, представлены базальтоидами Ведугинским и граносенитовым Захребтинским комплексами. Эти комплексы характеризуют орогенный этап развития Енисейского края.

## Глава II. Структуры и формации Вороговского прогиба

В главе рассматривается положение района в тектонической структуре Енисейского края. Показаны основные структурно-формационные зоны и их принципиальные различия. Особое место уделено северо-западной части Енисейского края, которая на протяжении байкальского цикла имела высокую проницаемость, своеобразный набор вулканогенно-осадочных формаций с проявлением офиолитовой ассоциации и уровни локализации полезных ископаемых. В истории геологическом плане эта часть края относится к типичной эвгеосинклинальной зоне, известной под названием Исаковской.

Для проведения более детального структурно-формационного районирования позднепротерозойских отложений изучено глубинное строение территории на основе качественного и количественного объемного анализа первичных геофизических материалов. В итоге, устанавливается, что район имеет блоковое строение разных порядков; блоки разграничиваются тектоническими швами и разломами разной глубинности (от мантийных до приповерхностных) и ориентировки (северо-западные и северо-восточные). На основе морфологического анализа, подкрепленного геологическими, геофизическими и аэрогеологическими данными, проведено тектоническое районирование Вороговского прогиба. Одной из существенных неоднородностей, повлиявших на морфологию прогиба, является Отравикинское поперечное поднятие, ограниченное разломами северо-восточного простирания. Это поднятие делит прогиб на две половины - северную и южную, которые смещены друг относительно друга. Южная половина является более приподнятой и характеризуется плохой сохранностью структур, выполненных позднерифейско-вендскими отложениями (вороговская и чапская серии). Северная половина Вороговского прогиба более многообразна в структурном плане и характеризуется лучшей сохранностью. Здесь с востока на запад с учетом глу-

бинного строения района, распределения мощностей и состава позднерифейско-вендских отложений вырисовывается "клавишно-блоковая" структура, обусловленная чередованием грабен-синклиналей (впадин) и горст-антиклиналей (поднятий). Особенности внутреннего строения этих структур были созданы как конседиментационными, так и постседиментационными тектоническими движениями. Расшифровке истории становления структур Вороговского прогиба способствовал составленный нами следующий набор карт и схем: 1) структурно-формационная схема Енисейского края; 2) карта структурно-формационных комплексов района; 3) тектоническая карта прогиба; 4) схема глубинного строения прогиба; 5) палеотектонические и литолого-палеогеографические схемы и другая графика.

В Исаковской зоне выделено четыре структурно-формационных комплекса. Особое место среди них занимает орогенный структурно-формационный комплекс. Он с несогласием и перерывом залегает на доорогенных комплексах, представленных геосинклинальным комплексом с формациями: сплитовая, флишеидно-вулканогенная, карбонатно-терригенная, а также комплексом основания геосинклинали с формациями: кварцево-глинистая и терригенно-карбонатная. Орогенный комплекс перекрывается платформенным. Платформенный структурно-формационный комплекс представлен карбонатно-эвапоритовой формацией, которая также залегает с несогласием и перерывом на нижележащих доорогенном и орогенном комплексах. Одной из важнейших особенностей доорогенных комплексов района на Енисейском крае является интенсивное проявление вулканизма и магматизма с образованием офиолитовой ассоциации (толеитовые базальты Исаковского магматического комплекса и гипербазиты Сурнинского комплекса). Эти магматические образования указывают на высокую проницаемость Исаковской зоны в геосинклинальный этап развития. Эта, вновь подновленная, высокая проницаемость могла влиять на осадко- и рудонакопление в орогенный этап развития. Орогенный структурно-формационный комплекс имеет следующий формационный ряд: нижняя моласса (субформации: грубообломочная полимиктовая, тонкообломочная песчано-алевритовая, карбонатно-органогенно-терригенная), флишеидная терригенно-карбонатная (субформации: флишевая карбонатно-терригенная, известняковая ритмичная, терригенно-карбонатная), марганцерудная карбонатно-вулканогенно-кремнистая (субформации: доломитовая, марганцерудная туфогенно-кремнистая),



флишеидная терригенная (субформации: карбонатно-органогенно-терригенная, тонкообломочная песчано-алеуритовая), верхняя моласса (трубообломочная аркозавая). Появление в формационном ряду на рубеже 850+50 млн. лет нижних моласс, залегающих на эродированных, сложнотипированных и метаморфизованных отложениях доорогенных комплексов является свидетельством наступления орогенного этапа развития байкальской геосинклинали. Образование флишевой терригенно-карбонатной субформации указывает на то, что в Вороговском прогибе структуры были трогоподобные (клавешно-блоковые), а тектоническая обстановка была сейсмически активной. Последнее способствовало флишевой седиментации и образованию двухэлементного флиша (песчаник-известняк песчанистый, песчаник известковистый - известняк). Для вороговского флиша характерны резкие контакты в подошве и кровле цикла и постепенный переход по составу, гранулометрии, текстурам внутри цикла, а также образование гироглифов. В начальном орогенном подэтапе формировались нижняя моласса и флишеидная терригенно-карбонатная формации. В заключительном подэтапе - верхняя красноватая моласса. Переходному этапу соответствуют марганцевая карбонатно-вулканогенно-кремнистая и флишеидная терригенная формации. Начальный подэтап знаменуется накоплением трансгрессивной серии формаций. Позднее, вследствие смены знака движений трансгрессивная серия сменяется регрессивной. Смена характера движений была незначительно растянутой во времени и привела к образованию марганцевой карбонатно-вулканогенно-кремнистой формации, в начале которой отмечается доломитовая субформация. Эта субформация знаменует кратковременную эпоху тектонической стабилизации района.

В конце главы рассматривается история тектонического развития Вороговского прогиба, которая показала, что прогиб образовался в эпигеосинклинальный орогенный этап развития района. Накопление орогенных осадков происходило во внутреннем прогибе, в котором имелись конседиментационные структуры (Михеевская, Енисейская, Ярцевская впадины и Кутукасско-Березовское поднятие). Образование марганцевой формации связано с более подвижными структурами (Порожинская синклиналь и места сочленения поднятий и впадин), где происходило накопление больших масс марганца, кремнезема, широкластиков и повышенные содержания микроэлементов (фосфор, никель, кобальт, медь, барий, цинк).

### Глава III. Марганценосность Вороговского прогиба

В начале главы дан обзор марганцевых формаций Енисейского края, который позволяет сделать вывод, о том, что марганцевые отложения и марганцевые руды в Енисейском крае имеют различный геологический возраст и связаны со всеми главными этапами становления земной коры - догеосинклинальным (пенчугинский уровень), геосинклинальным (сосновский, потоскуйский, токминский уровни), орогенным (подъемский уровень) и дейтероорогенным (мел-палеогеновый уровень). Установлено, что накопление промышленных концентраций марганца происходило в орогенный и дейтероорогенный этапы развития, а в остальные этапы процесс марганцакопления носил эмбриональный характер. Открытие оруденения марганца среди позднерифейско-вендских отложений Вороговского прогиба Енисейского края позволяет пополнить список марганцевых провинций страны. Далее в главе рассматриваются закономерности размещения марганцевого оруденения в Вороговском прогибе и проводится сравнение его с известными марганцевыми месторождениями СССР и Мира. Оруденение Вороговского прогиба имеет четкий тектонический, стратиграфический и литологический контроль. Оно относится к позднепротерозойской эпохе марганцакопления и связано с марганцевой карбонатно-вулканогенно-кремнистой формацией. Рассмотрена структурно-геологическая позиция марганцевого оруденения в самом прогибе. Учитывая результаты анализа глубинного строения прогиба, историю его развития, воссозданную нами на формационной основе, сделан вывод, что подъемная свита марганцевосна только в определенных структурах. Наиболее перспективным в этом отношении является Порожинский грабен. Он по глубинным зонам разломов соприкасается с геосинклинально-складчатый комплексом, который в этом районе интенсивно насыщен магматическими и вулканическими образованиями. Порожинский грабен в подъемное время был подвижный (конседиментационный) и имел особый тип разреза подъемной свиты. Для этого типа разреза характерно увеличение мощности свиты в 2-3 раза, наличие проявлений туфогенно-кремнистых образований и рудных концентраций марганца.

Одной из особенностей известных марганцевых месторождений является ассоциация марганца с высококремнистыми (силициты, опки, итабириты, кварциты, олигомиктовые песчаники) и карбонатными

(доломиты, известняки, мергели) породами. На литолого-палеогеографической карте подъемского времени эта триада выражена марганценовой терригенно-туфогенно-кремнисто-карбонатной литофацией. Рудный горизонт имеет четкий литологический контроль: в подошве находятся карбонатные породы, а в кровле - туфогенно-кремнистые. Выделено четыре рудных литофации, из них две представляют практический интерес. Это карбонатно-окисная марганценовая туфогенная и карбонатная марганценовая туфогенная. Они представлены родохрозит-манганитовыми и родохрозитовыми седиментационно-диагенетическими рудами, приуроченными к Порожнинской грабен-синклинали.

В главе рассмотрен вопрос о генезисе марганцевого седиментационного оруденения в Вороговском прогибе. Отмечено, что подъемское время знаменует начало активных поднятий, приведших в дальнейшем к сокращению и замыканию бассейна седиментации. В это время приоткрываются более древние, ранее залеченные зоны проницаемости и вдоль них возобновляется вулканическая деятельность и подъем гидротерм. В большинстве случаев это были разломы, разграничивавшие поднятия и впадины. Флюиды, перемещаясь вверх по этим зонам, обогащались рудными компонентами за счет выщелачивания их из геосинклинального, потенциально марганценового субстрата и разгружались в орогенных бассейнах. Подчиняясь общим условиям седиментогенеза, они распределялись в Михеевской впадине и особенно в Порожнинской грабен-синклинали. Нами отмечено, что более богатые рудные концентрации распределялись вблизи поднятий, на их склонах. Поступление рудных растворов было пульсационным. На экстензивность кремнезема указывает титанистый модуль и набор микроэлементов, а также состав и структуры пород (туфы, туффиты). Помимо эндогенного источника марганца существовал и экзогенный. Марганец, поступавший в бассейн в виде растворов, накапливался в течение всего времени формирования осадков вороговской серии, для которой характерно повышенное содержание  $S_{org}$ . Последнее обстоятельство способствовало накоплению марганца в восстановительных условиях в виде бикарбонатного раствора (по примеру Черного моря). По мере активизации поднятий бассейн становится мелководным и окислительный геохимический барьер мог приблизиться к придонным осадкам (по примеру Балтийского моря), что привело к образованию карбонатно-окисных форм марганца.

Поступление дополнительных порций марганца с гидротермами привело к пересыщению раствора, а продукты фузарольной деятельности могли вызывать смену физико-химических условий. Все это вместе взятое позволяет определить генезис марганцевых руд в Вороговском прогибе как вулканогенно-осадочный. В пределах Порожнинского месторождения в результате проведенных исследований установлены следующие стадии марганцевого рудогенеза: а) седиментационная, б) диагенетическая и в) гипергенная. На первой стадии шло накопление марганца в виде марганцовистых илов и гелей, источником которых были древние коры выветривания подводно-фузарольная деятельность. На второй стадии шло образование рудных минералов (карбонатов и окислов) в форме конкреций, корок, линз, невадержанных шластов. Это было связано с физико-химическими и гидрохимическими условиями осадконакопления. На третьей стадии происходило преобразование пород и руд, что было связано с тектонической перестройкой и сменой физико-химических условий. В подзоне апогипергенеза карбонатные формы марганца были почти полностью приведены в окисные и гидроокисные. В подзоне мезогипергенеза этот процесс прошел частично. Учитывая данные лабораторно-технологических испытаний, практическое значение могут иметь руды следующих типов: 1) карбонатно-окисный тип с последующим остаточным-инфильтрационным обогащением (подзона мезогипергенеза); 2) остаточный-инфильтрационный тип до глубины развития 100-150 м (подзона апогипергенеза).

В итоге следует сказать, что помимо Порожнинского месторождения в пределах Вороговского прогиба Енисейского края можно ожидать открытие еще ряда месторождений марганца. Ввиду острой необходимости промышленности в первую очередь в окисных типах руд марганца, рекомендуется вначале вести поиски и разведку до глубины 100-150 м остаточных-инфильтрационных руд, а затем переходить на более глубокие горизонты, с которыми связаны первичные карбонатно-окисные руды.

#### Заключение

I. Отложения позднего рифей-венда (вороговская и чапская серии), выполняющие Вороговский прогиб, относятся к классу эпигеосинклинальных орогенных образований байкальского тектонического



пикла.

2. Формирование этих отложений происходило в орогенном внутреннем прогибе, наложенном на эвгеосинклиналино-складчатый комплекс байкалид и породы его фундамента.

3. Вороговский внутренний эпигеосинклиналиный орогенный прогиб имеет сложное блоковое строение, обусловленное разрывными поперечными и продольными нарушениями и характеризуется следующими признаками: наличием структурного и стратиграфического несогласия с породами доорогенных комплексов и специфическим набором геологических формаций (нижняя моласса, флишодная терригенно-карбонатная, марганценовая карбонатно-вулканогенно-кремнистая, флишодная терригенная, верхняя моласса), приуроченных к внутренним конседиментационным структурам (Михеевская и Енисейская грабен-синклинали, Кутукаско-Березовская горст-антиклиналь и др.).

4. Вороговский орогенный этап развития северо-западной части Енисейской геосинклинали делится на две стадии - начальную и заключительную. Для начальной стадии характерна трансгрессивная направленность и унаследованность черт от собственно геосинклиналиного этапа. Для заключительной стадии - регрессивная направленность. Переход одной стадии в другую сопровождается проявлением вулканизма (эксплозия и фумарольная деятельность), накоплением кремнистых осадков и образованием марганцевых руд.

5. Впервые в пределах Енисейского края в Вороговском орогенном прогибе на подъемском стратиграфическом уровне выявлен новый тип марганцевого оруденения, формирование руд которого происходило на бортах локальных структур (Порожинская синклинали), при особом типе разреза (Порожинский тип подъемской свиты). Источником марганца служили как протерозойские толщи фундамента, так и подводная вулканическая деятельность в бассейне, в связи с чем это оруденение имеет вулканогенно-осадочный генезис.

6. Практическое значение в Вороговском прогибе имеют первичные родохрозит-манганитовые и вторичные - псиломелан-широлезитовые руды, которые образуют промышленные скопления на бортах Порожинской синклинали. Это обстоятельство является основанием для проведения дальнейших поисково-разведочных работ. Технологические испытания руд свидетельствуют о высоком их качестве, а подсчитанные прогнозные запасы позволяют предполагать открытия ряда месторождений марганца в указанном районе. В этом состоит

вклад автора в развитие минерально-сырьевой базы в восточных районах страны.

#### СПИСОК

опубликованных работ автора по теме диссертации

1. Венд Тейско-Чапского района (Енисейский край). - Геология и геофизика, 1975, № 8, с.67-77 (совместно с В.П.Бутаковым, Р.Б.Карпинским).

2. Марганценовые отложения и марганцевые руды восточной части Алтае-Саянской горной области и Енисейского края. - Геология рудных месторождений, 1979, №5, с.105-112 (совместно с А.К.Мкртычяном, Р.А.Цыкиным).

3. Некоторые особенности строения подъемской свиты верхнего рифея на Енисейском крае. - Вестник МГУ, сер.геол., 1980, № I, с.71-74.

4. Марганцевое оруденение в докембрии Енисейского края. - В кн.: Новые данные по марганцевым месторождениям СССР. М.: Наука, 1980, с.200-205 (совместно с Д.И.Мусатовым, Л.К.Качевским, В.А.Благодатским, А.А.Стороженко, О.И.Леоновым).

5. Порожинское месторождение марганца. - Разведка и охрана недр, 1980, № 3, с.13-16 (совместно с М.Л.Кавицким, А.К.Мкртычяном, А.А.Стороженко).

6. Марганценовость Енисейского края. - Тезисы докл.: XXVI МГК, 3 Международный Симпозиум по геологии и геохимии марганца. Париж, 1980 (совместно с В.А.Головко, М.М.Мстиславским, В.Х.Наседкиной, М.Л.Шерманом, А.К.Мкртычяном, А.А.Стороженко).

7. Новые данные о строении и металлогении орогенных структур северной части Енисейского края. - Тезисы докл.: Новые данные по геологии и полезным ископаемым Красноярского края и Тувинской АССР. Красноярск, 1980, с.23-24.

8. Новые данные о марганценовости Енисейского края. - Тезисы докл.: Новые данные по геологии и полезным ископаемым Красноярского края и Тувинской АССР. Красноярск, 1980, с.11-12.

9. Закономерности размещения полезных ископаемых в орогенных отложениях северной части Енисейского края. - Тезисы докл.: Минерально-сырьевая база Красноярского края и Тувинской АССР и

перспективы ее расширения в XI пятилетке. Красноярск, 1981, с. II7-II8.

Ю. Марганцевость Вороговского прогиба на севере Енисейского края. Вестник МГУ, сер. геол. (в печати).

II. Марганцевые формации и перспективы обнаружения марганцевых руд в Енисейском крае. М.: Наука (в печати, совместно с А.К.Муртычином, Е.В.Саваньяком, Р.А.Цикиным).