





МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР

---

# ГЕОЛОГИЯ СССР



*Главный редактор  
П. Я. Антропов*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР

МОСКВА - 1955

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР

---

# ГЕОЛОГИЯ СССР



ТОМ I

ЛЕНИНГРАДСКАЯ,  
НОВГОРОДСКАЯ  
И ПСКОВСКАЯ  
ОБЛАСТИ

/ДОПОЛНЕНИЕ/

Редактор В. А. Котлуков

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР

МОСКВА - 1955

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ  
„ГЕОЛОГИИ СССР“**

**АЛАДИНСКИЙ П. Н.**  
**АМИРАСЛАНОВ А. А.**  
**АНТРОПОВ П. Я.**  
(главный редактор)  
**АССОВСКИЙ А. Н.**  
**БАШАРКЕВИЧ Л. Д.**  
**БЕЛОУСОВ В. В.**  
(зам. главного редактора)  
**БЕЛЯЕВСКИЙ Н. А.**  
**БЕТЕХТИН А. Г.**  
**БОГДАНОВ А. А.**  
**БОРОВИКОВ Л. И.**  
**БУРДЮГОВ И. С.**  
**ВАРЕНЦОВ М. И.**  
**ГОЛУБЯТНИКОВ В. Д.**  
**КОГАН И. Д.**  
**КРАСНИКОВ В. И.**  
(зам. главного редактора)  
**ЛИБРОВИЧ Л. С.**  
**МИРЛИН Г. А.**

**МАЛИНОВСКИЙ Ф. М.**  
(зам. главного редактора)  
**МАРКОВСКИЙ А. П.**  
**МИРЧИНК М. Ф.**  
**НАЛИВКИН Д. В.**  
**НИКОЛАЕВ В. Д.**  
**ПАФФЕНГОЛЬЦ К. И.**  
**САТПАЕВ К. И.**  
**СЕМЕНЕНКО Н. П.**  
**СЕРПУХОВ В. И.**  
**СМИРНОВ В. И.**  
**ТАТАРИНОВ П. М.**  
(зам. главного редактора)  
**ЦАРЕГРАДСКИЙ В. А.**  
**ШАБАРОВ Н. В.**  
**ШАТАЛОВ Е. Т.**  
**ШАТСКИЙ И. С.**  
**ЩЕРБАКОВ Д. И.**  
**ЩЕРБАКОВ С. А.**  
**ЯНШИН А. Л.**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Опубликование настоящего «Дополнения» спустя семь лет после выхода в свет I тома «Геологии СССР» вызвано следующими обстоятельствами.

I том «Геологии СССР», изданный в 1948 г., отражает совокупность геологических данных по территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей, имевшихся к началу 1947 г. Между тем именно в этот момент в пределах рассматриваемой площади было начато опорное и нефтепоисковое бурение, закончившееся лишь в мае 1953 г. проходкой последней опорной скважины в г. Пестово. Наряду с глубоким бурением были широко развернуты работы по составлению структурных карт в целом ряде районов, сопровождавшиеся геофизическими исследованиями и бурением «мелких» скважин, из которых значительное количество освещает разрез в зоне до 100—200 м и более от поверхности.

В рассматриваемый период времени геологи впервые смогли составить отчетливое представление о глубинном строении северо-запада Русской платформы и получить ценнейший керновый материал, а также новые данные о битуминозности и геофизических свойствах палеозойских пород, о химизме и газовом составе артезианских вод и т. д.

В результате комплексной научной обработки материалов опорного и вообще глубокого бурения во ВСЕГЕИ, ВНИГРИ и в исследовательской группе Ленбурнефтегеологии (ныне треста Союзнефтеразведка) за последние годы было написано несколько сводных геологических работ, затрагивающих всю рассматриваемую территорию или значительные ее части. Кроме того, за последние годы в пределах Ленинградской и смежных областей были выполнены крупные по объему геолого-разведочные работы по бокситам, огнеупорным глинам, углям и горючим сланцам, формовочным и стекольным пескам и другим полезным ископаемым.

Все это, естественно, и вызвало необходимость сбора главнейших новых данных и опубликования их в виде «Дополнения» к I тому «Геологии СССР».

Как видно из оглавления книги, ее построение несколько отличается от построения ранее изданного тома. Так, например, новые данные по геологии района в «Дополнении» излагаются в одном очерке. Из полез-

ных ископаемых дополнительный материал приводится только по тем объектам (горючие ископаемые, бокситы и др.), по которым за последние годы были получены существенные новые сведения. Особое внимание уделено гидрогеологическим условиям ряда месторождений, поскольку эти вопросы не были достаточно освещены в I томе «Геологии СССР» и имеют актуальное значение для развития местной горной промышленности.

В подготовке «Дополнения» к изданию принимали участие сотрудники Северо-Западного геологического управления В. А. Селиванова, А. А. Канунова и Т. А. Бестужева.

---

---



*ЧАСТЬ ПЕРВАЯ*

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ  
ОПИСАНИЕ**



## **1. НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОЛОГИИ ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ, НОВГОРОДСКОЙ И ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ**

Чрезвычайно много важных фактов, не только уточнивших, но и совершенно по-новому осветивших геологическое строение Ленинградской и смежных с нею областей, дало опорное бурение, организованное в последние годы в большом объеме. Обработанные и обобщенные материалы глубокого бурения частично были опубликованы в виде сводок и монографий (Атлас северо-западной части Русской платформы, 1951; Котлуков и Митгарц, 1949ф; Митгарц и Трошихин, 1951; сборник статей по стратиграфии ордовика и силура, 1953; Алексеев, 1947ф; Сеньюков, 1947; Люткевич, 1950ф и др.).

Анализ материалов, приведенных в перечисленных работах, а также в многочисленных статьях и отчетах, появившихся после 1947 г. и освещающих частные вопросы геологии Ленинградской и соседних с нею областей, позволяет сделать некоторые обобщения, изложенные ниже.

### **ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ РАССМАТРИВАЕМОЙ ПЛОЩАДИ ПО ДАНЫМ ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ**

Современное представление о сводном геологическом разрезе территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей и об общих закономерностях изменения литологического состава осадочных толщ палеозоя в зоне их глубокого залегания основывается на результатах бурения 12 опорных и нефтеразведочных скважин. Большинство этих скважин вскрыло кристаллический фундамент и вошло в него на 20—40 м.

Кроме того, интересные геологические данные были получены также при проходке в 1950—1952 гг. менее глубоких скважин, доведенных до кристаллического фундамента, на Карельском перешейке и в окрестностях Ленинграда.

### **ПОРОДЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА**

В результате макроскопического и микроскопического изучения керн скважин установлено значительное разнообразие пород фундамента в пределах описываемой площади.

В районе ст. Сиверской опорная скважина вскрыла кристаллическое ложе на глубине 471,0 м (абс. отм. 390,7) и вошла в зеленовато-серые биотитовые гнейсы с прожилками несколько катаклазированного пегматита (Алихова и др., 1948ф). По данным бурения скв. № 1, пройденной в 1946 г. на так называемой Поповской структуре у г. Пушкина, в осно-

вании гдовских песчаников нижнего кембрия залегают граниты типа рапакиви. В северо-восточной части Ленинградской области, в Подпорожье на р. Свири, артезианская скважина достигла фундамента, представленного здесь гранито-гнейсами, на глубине 191,8 м (абс. отм. 159,2 м).

На Локновском поднятии в западной части Псковской области скв. № 1-р вскрыла породы фундамента на глубине 527,5 м (абс. отм. 425,9 м) и прошла 20 м вначале по крупнозернистым биотитовым гранитам, а затем по красным пегматоидным гранитам (Меламед, 1948ф).

На ст. Черской, в 25 км к востоку от скв. № 1-р, кристаллические породы представлены катаклазированными гранитами, по которым скважина прошла около 20 м. Абсолютная отметка поверхности фундамента здесь 789,5 м, а глубина 844,4 м. В г. Порхове опорная скважина встретила биотитовые крупнозернистые граниты на глубине 831,0—857,0 м; абсолютная отметка их поверхности 780 м.

В Старой Руссе кристаллический фундамент представлен гранито-гнейсами, залегающими на глубине 920,0—964,4 м; абсолютная отметка поверхности фундамента 896,6 м.

В Крестецком районе кристаллические породы, представленные гранито-гнейсами, вскрыты скв. № 1-р на глубине 1754 м.

Пестовская опорная скважина в восточной части Новгородской области вскрыла на глубине 1600—1611 м зеленокаменные породы с жилками аплита, ниже которых залегают крупнозернистые граниты.

Породы кристаллического фундамента, встреченные глубокими буровыми скважинами, можно предположительно сопоставить с наиболее древними образованиями обнаженной части Балтийского щита, а именно с архейским комплексом гнейсов и гранито-гнейсов. Только граниты типа рапакиви, вскрытые в г. Пушкине, и зеленокаменные породы пестовского разреза, по видимому, более молодые — протерозойские.

Породы кристаллического фундамента в верхней части разрезов всех скважин в той или иной мере разрушены и местами каолинизированы. Мощность зоны разрушения различна, максимальная величина ее наблюдалась в скважинах в Пушкине (2,6 м), Старой Руссе (7 м) и Порхове (12 м). Каолинизация гранитов и гнейсов фундамента наиболее четко выражена в Порховской скважине и в скв. № 2, пройденной в центральной части Карельского перешейка (Кивиниеми).

В скв. № 2 наблюдается переход биотитового гнейса в светлую каолинизированную песчаниковидную породу с реликтовой гнейсовой структурой, пересеченную вертикальными почти не измененными выветриванием жилками гранита толщиной 1—2 см. Необходимо заметить, что Е. М. Люткевич (1952) иначе трактует разрез этой скважины, полагая, что светлая песчаниковидная порода относится не к архею, а к древнейшим (гдовским) слоям палеозоя и что наблюдаемая гнейсовая структура породы есть результат метаморфизирующего влияния гранитных жил.

Эта точка зрения представляется ошибочной. В частности, едва ли можно говорить об «огнейсовании» и «гранитизации» гдовских песчаников в связи с воздействием на них гранитных жилок столь ничтожной мощности.

В разрезе Порховской скважины мощная зона разрушенных кристаллических пород представляет собой древнюю кору выветривания с сохранившейся структурой материнских пород. Ю. И. Половинкина

отмечает, что в верхней части этой зоны слюдиты превращены в жирную мягкую глиноподобную массу, содержащую значительное количество каолинита.

### КЕМБРИЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Кроме перечисленных выше глубоких скважин с их полными разрезами кембрийских отложений, весьма важный материал для изучения последних дают Валдайская опорная скважина и две нефтеразведочные скважины в Крестецком районе (№ 1-р и 2-р). Эти скважины показывают исключительно мощные для условий Русской платформы разрезы кембрийских образований, хотя ими и не вскрыты самые нижние горизонты осадочного палеозойского комплекса. Известный интерес представляют данные о составе кембрийских пород, полученные при бурении опорной скважины на ст. Сиверской.

Анализ и сопоставление разрезов всех указанных выше скважин, а также данные по соседним глубоким скважинам (Выхма, Плявиняс, Вильнюс, Редкино, Вологда и др.) приводят к выводу о большой сложности строения кембрийских отложений и о их значительной фациальной изменчивости в пределах северо-западной части Русской платформы.

Для точного стратиграфического расчленения и выяснения условий образования мощного комплекса осадков, лежащих между подошвой нижнего силура<sup>1</sup> и фундаментом, потребуется использование всех методов комплексного литологического изучения. Решение этой проблемы в пределах изучаемых областей осложняется в связи с тем, что строение и мощности данного осадочного комплекса на западе (Локновское поднятие) и востоке (Пестово), на севере (Пушкин, Сиверская) и юге (Валдай, Крестцы) этой территории резко различны.

На это обстоятельство обращали внимание многие исследователи: Ф. А. Алексеев, Б. Б. Митгарц и др. Так, Б. Б. Митгарц (1952ф) выделяет здесь четыре основных типа разрезов кембрийских отложений: прибалтийский, валдайский, московский и минский.

Со времени выпуска I тома «Геологии СССР» в общей стратиграфии комплекса осадков, лежащего между подошвой карбонатной толщи и кристаллическим фундаментом, появилось много нового.

В 1951 г. Б. С. Соколовым была предложена новая схема расчленения кембрийских отложений (табл. 1).

Таблица 1

| Индекс          | Название отделов | По схеме в I томе «Геологии СССР»                                                        |
|-----------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ст <sub>3</sub> | Пакерортский     | S <sub>1</sub> —диктионемовые и оболовые слои                                            |
| Ст <sub>2</sub> | Ижорский         | Ст <sub>2-3</sub> —фукоидные, или ижорские, слои                                         |
| Ст <sub>1</sub> | Балтийский       | Ст <sub>1</sub> —зофитоновые, или лужские, слои, синие глины, надляминаритовые песчаники |
| Синий?          | Вентский         | Ст <sub>1</sub> —ляминаритовые глины и гдовские слои                                     |

<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем изложении сохранена та же стратиграфическая номенклатура, что и в опубликованном в 1948 г. I томе «Геологии СССР». В частности, оставлено название нижний силур, хотя в последнее время большинство геологов этот отдел в ранг самостоятельной системы — ордовикской.

Самый нижний комплекс — вентский — Б. С. Соколов выделил из состава кембрия и отнес к древнейшим слоям палеозоя Русской платформы — синийским.

На состоявшемся во ВНИГРИ в 1951 г. совещании по выработке унифицированной схемы стратиграфии девонских и додевонских отложений Русской платформы указанные предложения Б. С. Соколова по расчленению осадков кембрийской системы подверглись широкому обсуждению, в результате чего была предложена следующая схема, опубликованная в 1951 г.

В состав нижнего кембрия включены: 1) валдайский комплекс, состоящий из гдовских и ляминаритовых слоев, и 2) балтийский комплекс, включающий надляминаритовые песчаники, синие глины и эофитоновые песчаники. К среднему кембрию отнесены ижорские (фукоидные) песчаники. Вопрос о верхнекембрийском возрасте оболково-диктионемовой толщи остался открытым.

Вопрос о единой стратиграфической схеме рассматриваемых отложений вновь разбирался в 1953 г. на междуведомственном совещании представителей Академии наук СССР, Латвийской, Эстонской и Литовской советских республик, а также других научных учреждений в Минске и Таллине. На этом совещании была принята следующая схема расчленения доордовикских отложений (табл. 2).

Таблица 2

| Группа   | Система или серия      | Отдел или комплекс                         | Ярус | Горизонт                  | Слои и свиты                                            |
|----------|------------------------|--------------------------------------------|------|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| Палеозой | Кембрий                | Верхний Ст <sub>3</sub>                    |      | Пакерортский <sup>2</sup> | Диктионемовые, тосненские (оболовые)                    |
|          |                        |                                            |      |                           | Перерыв                                                 |
|          |                        | Средний Ст <sub>2</sub>                    |      |                           | Ижорская (фукоидные песчаники)                          |
|          |                        |                                            |      |                           | Перерыв                                                 |
|          | Эокембрий <sup>1</sup> | Нижний Ст <sub>1</sub>                     |      |                           | Эофитоновые слои, „синяя глина“, надляминаритовая пачка |
|          |                        | Валдайский комплекс<br>Сердобский комплекс |      |                           | Ляминаритовая, гдовская<br>Перерыв                      |

<sup>1</sup> Рифейская и синийская серии различных авторов.

<sup>2</sup> К верхнему кембрию отнесен условно, ввиду отсутствия в его фауне типичных ордовикских (тремадокских) форм.

Появление новых схем доордовикских отложений Ленинградской и смежных областей показывает назревшую необходимость пересмотра установившейся стратиграфической шкалы этих отложений. Однако попытки создания новой унифицированной схемы нельзя признать удачными.

Так, недостаточно аргументировано выделение отложений новой кембрийской или синийской системы в основании осадочного покрова Прибалтики и Ленинградской области. Во всяком случае, нельзя относить ламинаритовые глины и гдовские слои ни к древнейшему докембрийскому палеозою, как это делает Б. С. Соколов, ни, в соответствии с воззрениями Н. С. Шатского (1952), к протерозою.

Против этого говорит не только тесная связь и литологическое сходство их с заведомо нижнекембрийскими осадками — синими глинами, но и наличие в ламинаритовых глинах вильноского разреза многочисленных остатков кольчатых червей *Sabellidites cambriensts* I a п., обнаруженных еще в 1948 г. в керне скважины В. А. Котлуковым и определенных М. Е. Янишевским. Как известно, указанная форма является характерной для синих глин  $Ст_1$ .

Совершенно не обосновано выделение оболково-диктионемовой толщи из состава нижнего силура и отнесение ее к верхнему кембрию, поскольку никаких новых палеонтологических данных в пользу такого взгляда Б. С. Соколовым не приводится. Не сделана им для этой цели и широкая ревизия фауны тремадокского яруса Прибалтики и Западной Европы.

Неудачно объединение ламинаритовых и нижележащих отложений палеозоя северо-западной и центральной части Русской платформы под общим названием валдайского комплекса, хотя бы уже по тому, что в разрезе Валдайской опорной скважины эти отложения полностью не вскрыты, так как указанная скважина вследствие аварии не была доведена до кристаллического фундамента.

Неудовлетворительным является и объединение эофитоновых слоев, синих глин и надляминаритовых песчаников под общим названием «балтийского горизонта», так как понятие «горизонт» стратиграфически более узкое.

Все сказанное заставляет пока воздержаться от принятия какой-либо из предложенных в последние годы стратиграфических схем и руководствоваться пока той схемой кембрийских отложений, которая была принята в I томе «Геологии СССР».

### НИЖНЯЯ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТАЯ ТОЛЩА (ГДОВСКИЕ СЛОИ) $Ст_1^a$

Эта толща залегает на неровной поверхности кристаллического фундамента и, вероятно, в силу этого отличается крайне непостоянным строением и резко меняющейся мощностью (табл. 3).

Таблица 3

| Название пунктов<br>глубокого бурения    | Ленинград<br>и окрест-<br>ности | Пушкин | Сиверская | Локновское<br>поднятие | Черская | Порхов | Старая<br>Русса | Крестецкий<br>р-н | Валдай | Пестово |
|------------------------------------------|---------------------------------|--------|-----------|------------------------|---------|--------|-----------------|-------------------|--------|---------|
| Мощность толщи<br>$Ст_1^a$ в м . . . . . | 50—110                          | 67     | 56        | 26—86                  | 68      | 55     | 74              | 756               | > 225  | 60      |

Таким образом, для территории Ленинградской и Поковской областей характерна мощность данной толщи не свыше 100 м, а на площади,

лежащей и несколько южнее (Валдай—Крестцы) и восточнее (Вологда), отмечается максимальное ее значение для всей Русской платформы. Почти посередине между Валдай-Крестецким и Вологодским районами располагается Пестовская опорная скважина, в разрезе которой мощность нижней песчано-глинистой толщи  $Сп_1$  всего лишь 60 м. Небольшие колебания мощности  $Сп_1$  связанные с относительно мелкими неровностями поверхности фундамента, установлены по данным многих буровых скважин, пройденных в Ленинграде и на Локновском поднятии.

Иное положение наблюдается в зоне перехода от малых мощностей этой толщи к большим. Так, между двумя соседними районами — Старорусским и Крестецким — на расстоянии 75 км происходит десятикратное нарастание мощности описываемого осадочного комплекса с резким ступенеобразным погружением фундамента на 700 м. Возрастание мощности толщи  $Сп_1$  может происходить и за счет вышележащих ляминаритовых глин. Последние на западе (Локновское поднятие в районе г. Кингисеппа) сначала в нижних горизонтах, а еще далее к западу, на территории Эстонской ССР, полностью переходят в фацию гдовских песчаников. Однако с этим обстоятельством нельзя связывать нарастание мощности гдовских слоев в Крестецком районе и в Вологде, где ляминаритовые глины имеют обычную мощность, примерно ту же, что и в разрезе Старорусской скважины.

Как уже отмечалось выше, гдовская толща непостоянна не только по мощности, но и по своим литологическим особенностям.

При бурении скважины бывшего Геологического комитета выяснилось, что эта толща связана постепенным переходом с вышележащими ляминаритовыми глинами, внизу которых имеются прослои глинистых алевроитов, песков и песчаников. В основании гдовская толща представлена грубозернистыми песчаниками и гравелитами (базальный конгломерат), а в остальной части — мощными слоями тонкозернистых песчаников и глин, по внешнему виду несколько напоминающих некоторые разности синих глин.

Таким образом, устанавливается неразрывность осадочного цикла гдовские слои — ляминаритовые глины, что отмечалось еще в I томе «Геологии СССР».

В качестве примера строения гдовской толщи можно привести разрез Порховской скважины, где она имеет обычную мощность, не превышающую 100 м (Корженевская и др., 1949ф).

В этой толще выделяются два литологических комплекса: нижний мощностью 30 м, преимущественно песчаниково-гравийный, и верхний мощностью 24 м, состоящий из тонкослоистых глинисто-слюдистых алевроитов и сланцеватых глин, заключающих маломощные прослои песчаников.

Песчаники и гравелиты нижнего комплекса имеют светлосерую окраску. Слагающий их материал плохо сортирован и мало окатан, внизу включает дресву и обломки гранитов и гнейсов. Слоистость крупная, косая и горизонтальная (текучих вод). Эти грубозернистые породы включают также слои алевроитов и сланцеватых зеленовато-серых глин, местами несколько ожелезненных (буро-красная окраска). Судя по крикам нагревания, в состав алевроитов и глин входят каолинит и слюда.

Интересно отметить наличие прослоев железистого глинистого сланца, содержащего до 17%  $Fe_2O_3$ . Переход от нижнего песчаного комплекса к верхнему глинистому постепенный.

Сланцеватые зеленовато-серые, тонко горизонтально-слоистые глины и алевроиты верхнего комплекса содержат сидерит. Это, несомненно, отложения водного бассейна с нейтральной или слабо восстановительной средой, близкой к обстановке осадконакопления вышележащих ламинаритовых глин.

Гранулометрический состав глинистых пород характеризуется содержанием частиц размером менее 0,01 мм от 70 до 90% и 0,1—0,01 мм от 10 до 28%.

Тяжелая фракция состоит преимущественно из рудных минералов, циркона (до 8%), турмалина и рутила (до 1%). Легкая фракция включает до 58% полевых шпатов, до 12% мусковита и до 22% биотита. Химический состав глинистых пород гдовской толщи (в %) следующий:  $\text{SiO}_2$  59,50;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  22,20;  $\text{TiO}_2$  0,50;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,46;  $\text{FeO}$  3,5;  $\text{CaO}$  0,07;  $\text{MgO}$  1,70;  $\text{K}_2\text{O}$  4,40;  $\text{N}_2\text{O}$  0,27; п.п.п. 5,62.

Термодиаграммы показывают присутствие каолинита и гидрослюда в глинистой основе пород.

Аналогичные данные о гранулометрическом и минералогическом составе глин гдовской толщи имеются и по другим скважинам. Существенно заметить, что содержание сидерита в гдовских глинах в разрезе Сиверской скважины колеблется от 6 до 28%.

Значительно более сложна по составу и строению гдовская толща в южной и восточной частях рассматриваемой территории. В Крестецком районе скв. № 1-р вскрыла полную мощность этой части кембрийского разреза, достигающую 756 м, а скв. № 2-р прошла ниже ламинаритовых глин 570 м и не вскрыла фундамента. Нижние слои гдовской толщи здесь, по данным Е. Ф. Якубовской, сложены песчаниками, над которыми лежат мелкокристаллические черные диабазы и мощная, почти 200-метровая толща туффов. Верхняя часть разреза представлена песчаниками, чередующимися с алевролитами и глинами. Песчаники окрашены в беловатые, серые, розоватые, коричневые и фиолетовые тона, глинистые породы имеют голубовато- и зеленовато-серую, а также коричневатую окраску.

В результате петрографического изучения В. В. Мухиной установлено, что туффиты представляют собой тонкозернистую коричневатую, местами красно-бурую глинистую массу с хлоритизированными включениями (до 1—5 см в диаметре) пористого вулканического стекла зеленовато-серого цвета. Кроме того, в основной глинистой массе встречаются гальки красно-коричневой песчанистой породы от 3 до 15 см в диаметре.

Под микроскопом в основной глинистой массе породы обнаруживаются в большом количестве угловато-окатанные зерна кварца, таблитчатые зерна полевого шпата и другой кластический материал.

Вулканическое стекло включений характеризуется основным составом и окрашено в шлифе в желто-зеленый и бледнозеленый цвет. В нем рассеяны микролиты плагиоклаза, образующие местами участки с флюидальной текстурой. Во многих случаях в вулканическом стекле наблюдается хлорит, заполняющий миндалины и поры и развивающийся в самом стекле в виде оторочек пор или сферолитов. Весьма часто раскристаллизация вулканического стекла и вторичное минералообразование приводят к цементации туффов.

Вопрос о том, являются ли описанные туффиты характерной особенностью разреза гдовских слоев только Крестецкого района или они

имеются и в Валдайском районе, остается открытым. Верхняя вскрытая часть разреза гдовской толщи в Валдайском районе представлена песчаниками с подчиненными прослоями глин и алевроитов (30 м), ниже — тонким переслаиванием глин, алевроитов и песчаников (150 м), и, наконец, песчаниками с редкими прослоями глин (60 м), в которых скважина и была остановлена.

### ТОЛЩА ЛЯМИНАРИТОВЫХ ГЛИН $Ст_1^b$

Как уже указывалось, толща ляминаритовых глин тесно связана постепенным переходом с нижележащими гдовскими слоями, и нижняя граница ее в разрезах всех глубоких скважин проводится условно. Более четко определяется верхняя граница ляминаритовых глин, довольно резко сменяющихся вверх по разрезу более или менее мощной пачкой так называемых надляминаритовых песчаников, всюду в пределах рассматриваемой территории, представляющей собой выдержанный маркирующий горизонт.

Мощность описываемой толщи глин в силу фациального замещения ее в нижних слоях гдовскими песчаниками непостоянна (табл. 4).

Таблица 4

| Название пунктов<br>глубокого бурения | Пушкин | Сиверская | Локновское<br>поднятие | Черская | Пгров | Старая<br>Русса | Крестецкий<br>р-н | Валдай | Пестово |
|---------------------------------------|--------|-----------|------------------------|---------|-------|-----------------|-------------------|--------|---------|
| Мощность толщи<br>$Ст_1^b$ в м . . .  | 115    | 132       | 5—32                   | 46      | 97    | 128             | 106—160           | 31     | 110     |

Изменение мощности ляминаритовых глин носит вполне закономерный характер: к западу и юго-западу от Ленинграда мощность рассматриваемых глин уменьшается, и они полностью исчезают из разреза в пределах Эстонской и Латвийской ССР. Отсутствие ляминаритовых глин в этой части Прибалтики и замещение их песчаными образованиями, относимыми обычно к гдовским слоям, но фактически, повидимому, являющимися стратиграфическими аналогами толщи  $Ст_1^b$ , следует связывать с более высоким гипсометрическим положением фундамента в нижнекембрийскую эпоху на площади Эстонской и Латвийской ССР по сравнению с территорией Ленинградской, Псковской и Новгородской областей.

Незакономерный характер носит резкое уменьшение мощности ляминаритовых глин в разрезе Валдайской опорной скважины, в то время как к западу (Старая Русса), к северу (Крестецкий район), к востоку (Пестово) и к югу (Редкино) наблюдается мощное развитие этой толщи (100—320 м). Вероятно, здесь также происходит замещение ляминаритовых глин песчаниками, которые относятся к гдовским слоям.

По внешнему виду, гранулометрическому и минералогическому составу ляминаритовые глины во всех разрезах глубоких скважин весьма сходны и не отличимы от одновозрастных глин, обнажающихся у с. Большой Ижоры вблизи Ленинграда и вскрываемых выработками метро в самом городе. Эти глины, обладающие тонкой ленточной слоистостью,

постоянной зеленовато-серой окраской и содержащие тончайшие органические (сапропелитовые) пленки, принятые ранее за растительные остатки и описанные под названием *Laminarites antiquissimus* Eichw., характерны для разреза нижнего кембрия Русской платформы и легко распознаются в кернах скважин.

Ляминаритовые глины, как показали термические исследования, являются каолинито-гидрослюдистыми. Они всегда заключают тонкие прослой и линзы сидерита с примесью агрегатов кальцита и доломита.

Химический состав описываемых глин (в %) может быть иллюстрирован следующим анализом одного образца из Порховской скважины: SiO<sub>2</sub> 61,47; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19,83; TiO<sub>2</sub> 1,15; MnO 0,03; CaO 0,85; MgO 1,90; K<sub>2</sub>O 3,69; Na<sub>2</sub>O 7,36; п.п.п. 6,16.

Ляминаритовые глины по гранулометрическому составу тонкие и содержат от 93 до 98 % частиц менее 0,01 мм. Тяжелая фракция в них состоит на 80—90 % из рудных минералов и включает до 8 % циркона. Содержание граната, рутила и турмалина не превышает 1 %. В легкой фракции — до 30 % полевых шпатов.

В шлифах эти глины обнаруживают микрослоистость, обусловленную чередованием тончайших линзочек светлой глины, обогащенной алевритом, и прослоев более тонкой темноокрашенной глины. Микрослоистость неправильная, линзовидная, иногда косая и, кроме того, местами деформированная в связи с процессами роста сидеритовых включений.

### НАДЛЯМИНАРИТОВЫЙ ГОРИЗОНТ ПЕСЧАНИКОВ И ГЛИН Ст<sup>б1</sup>

Этот горизонт хорошо выделяется в разрезах всех глубоких скважин. В одних местах (Валдай) в нем превалируют песчаники, в других (Порхов, Старая Русса) — глины и алевролиты. Мощность горизонта варьирует в сравнительно небольших пределах (табл. 5).

Таблица 5

| Название пунктов глубокого бурения           | Пушкин | Сиверская | Л. кновское подплатие | Черская | Порхов | Старая Русса | Крестецкий р-н | Валдай | Пестово |
|----------------------------------------------|--------|-----------|-----------------------|---------|--------|--------------|----------------|--------|---------|
| Мощность горизонта Ст <sup>б1</sup> в м. . . | 17     | 16        | 3—19                  | 14      | 33     | 30           | 47—54          | 55     | 29      |

Как видно из приведенных в таблице цифр, намечается тенденция к общему нарастанию мощности надляминаритового горизонта в направлении на юго-восток и сокращению ее в западной части рассматриваемой площади.

Верхняя граница надляминаритового песчано-глинистого горизонта весьма условна, нижняя выражена более четко благодаря появлению крупнозернистого материала. Однако каких-либо следов стратиграфического перерыва на контакте надляминаритового горизонта с ляминаритовыми глинами не установлено.

Глины, алевролиты и песчаники надляминаритового горизонта обычно тонкослоистые, причем первые микрослоистые. По минералогии

ческому составу глины надляминаритового горизонта стоят ближе к синим, чем к ляминаритовым глинам, так как содержат гидрослюды и не заключают каолинита. Характерно, что остатки червей *Sabellidites cambriensis* Jap. встречаются в породах надляминаритового горизонта весьма часто, а в ляминаритовых глинах они были встречены, как уже указывалось, только в вильнюсском разрезе.

### ТОЛЩА СИНИХ ГЛИН $Ст_1^{b,2}$

Эти глины отличаются массивным сложением, отсутствием ясной слоистости и характерной голубоватой и зеленовато-серой окраской, нередко с пятнами фиолетово-красного цвета. Прослои тонкозернистых песчаников встречаются в них редко и обычно имеют незначительную мощность, не превышающую долей метра.

Остатки фауны из этой толщи, встреченные в кернах глубоких скважин, довольно многочисленны, но представлены только остатками червей родов *Sabellidites*, *Serpulites* и *Nemertinoidea* и следами их ползания. Необходимо также указать на присутствие в синих глинах, хотя и редкое, спор растений, установленных в 1947 г. Т. И. Осыко, а затем С. Н. Наумовой.

Мощность рассматриваемой толщи подвержена значительным колебаниям (табл. 6), что связано, повидимому, с неровностями верхней ее границы, носящей следы континентального перерыва.

Таблица 6

| Название пунктов<br>глубокого бурения        | Пушкин | Сиверская | Локновское<br>поднятие | Черская | Порхов | Старая<br>Русса | Крестецкий<br>р-н | Валдай | Пестово |
|----------------------------------------------|--------|-----------|------------------------|---------|--------|-----------------|-------------------|--------|---------|
| Мощность толщи<br>$Ст_1^{b,2}$ в м . . . . . | 129    | 109       | 4—50                   | 66      | 51     | 69              | 35—200            | 157    | 39      |

Особенно резкие колебания мощности синих глин наблюдаются на Локновском поднятии и в Крестецком районе. В первом случае это объясняется общим уменьшением здесь мощностей всех толщ нижнего кембрия, что, вероятно, вызвано более высоким положением фундамента (Локновского выступа) в эту эпоху. Что касается Крестецкого района, то здесь резкое уменьшение мощности толщи синих глин на расстоянии 10—12 км, отделяющем скв. № 1-р и 2-р, скорее всего связано с неправильным проведением границ свит при описании разрезов этих скважин.

Литологическая характеристика синих глин из Порховской скважины, по данным А. С. Корженевской (1949ф), следующая. Окраска глин голубовато- и зеленовато-серая, что связано с присутствием в них хлорита и мелких зернышек глауконита. Глины имеют слоистую микроструктуру благодаря послойному распределению в глинистой массе кварца и слюдястых минералов. Пестрые зеленые глины с лилово-красными пятнами, нередко встречающиеся в виде прослоев, также микрослоисты, причем слоистость подчеркивается послойным распределением железистого пигмента и частиц кварца и слюды.

Алевриты, чаще встречающиеся в нижних слоях синих глин, пред-

ставляют собой тонкие прослойки, состоящие из угловатых и слабо окатанных зерен кварца и полевого шпата и листочков мусковита и биотита. Всегда присутствуют хлорит и в большом количестве глауконит.

Термический анализ показывает, что основная масса синих глин сложена гидрослюдистыми минералами.

Химический состав глин (в %) следующий:  $\text{SiO}_2$  56,49;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  19,81;  $\text{TiO}_2$  0,87;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4,83;  $\text{FeO}$  3,22;  $\text{CaO}$  0,68;  $\text{MgO}$  2,88;  $\text{K}_2\text{O}$  5,83;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,30; п.п. 5,13. Таким образом, химический состав отражает значительное содержание в них глауконита и пирита, присутствие доломита. Большое содержание  $\text{K}_2\text{O}$  связано с повышенной слюдистостью глин.

Среди синих глин имеются как весьма дисперсные, так и алевритовые разности. В связи с этим содержание в них частиц менее 0,01 мм колеблется от 54,2 до 94,1%. Обломочный материал в них тонкий алевритовый, частиц размером 0,1—0,01 мм до 38%.

В составе тяжелой фракции пирит составляет 22,9—23,9%, рутил, турмалин и гранат вместе — не более 2%. Легкая фракция состоит из кварца и полевого шпата 25—56%, мусковита 1—6%, биотита 6—8,5% и глауконита до 50%.

От описанных глин резко отличаются по внешнему виду и минералогическому составу белые, светложелтые и желтые тонкослоистые алевритовые малопластичные глины, весьма сходные с вторичными перетолженными каолинами, слагающие 3—15 м самой верхней части разреза рассматриваемой толщи. Наличие в этих глинах многочисленных крупных зернышек и пластинок каолинита установлено по многим шлифам. Эти глины встречаются в разрезах всех глубоких скважин, но не отмечены в обнажениях по глинту.

#### ТОЛЩА ЭОФИТОНОВЫХ ( $\text{Cm}_1^c$ ) И ФУКОИДНЫХ ( $\text{Cm}_{2-3}^d$ ) ПЕСЧАНИКОВ И ГЛИН

Эофитоновые и фукоидные (ижорские) слои, хорошо изученные в обнажениях Балтийско-Ладожского глинта и относимые к разным отделам кембрийской системы, в разрезах глубоких скважин из-за малого выхода керна трудно разделимы и описываются чаще всего как единая толща. Мощности этих отложений приведены в табл. 7.

Таблица 7

| Название пунктов глубокого бурения                        | Сиверская | Локновское поднятие | Черская | Порхов | Старая Русса | Крестецкий р-н | Валдай | Пестово |
|-----------------------------------------------------------|-----------|---------------------|---------|--------|--------------|----------------|--------|---------|
| Мощность толщи $\text{Cm}_1^c$ и $\text{Cm}_{2-3}^d$ в м. | 16        | 14—32               | 32      | 33     | 54           | 38—83          | 100    | 136     |

Как видно из таблицы, уменьшение мощности рассматриваемых отложений идет с востока на запад, что в общем согласуется с общей тенденцией уменьшения мощности всей кембрийской толщи в этом же направлении.

Разрезы эофитоновых и фукоидных слоев западной и восточной частей региона неоднородны. На западе эта толща преимущественно песчаниковая, а на востоке в ней занимают большее место глины; например, в разрезе Старорусской скважины они даже преобладают над песчани-

ками. В Крестецком районе наблюдается перемежаемость голубовато-серых и коричневатых слюдистых глин с алевроитовыми и кварцевыми светлыми песчаниками.

Своеобразно представлен мощный разрез (136 м) описываемых отложений в Пестово. По данным Л. И. Станкевича, среди этих отложений преобладают пески, мелкозернистые песчаники и алевролиты белые и буровато-серые, кварцевые с прослоями серовато-зеленых глин. Верхний 30-метровый горизонт сложен алевролитами и глинами, содержащими в большом количестве конкреции и линзы сидерита.

Из приведенного описания различия толщ, слагающих разрез кембрия на территории Ленинградской и смежных областей, можно сделать некоторые общие выводы.

Изменение мощности всего разреза и отдельных входящих в него горизонтов носит закономерный характер, что хорошо видно при рассмотрении схематической карты, составленной с учетом последних буровых данных (рис. 1).

К западу от границ Ленинградской и Псковской областей, на площади прибалтийских республик, кембрийские осадки характеризуются наименьшими мощностями (60—200 м). К востоку общая мощность  $Сп_1$  и  $Сп_{2-3}$  возрастает и в среднем составляет 300—400 м.

Между Старой Руссой и Зубцовым выделяется зона максимальных мощностей кембрийских образований, достигающих 1000 м. Эта зона прослеживается от г. Орши к району Валдай—Крестцы и далее на северо-восток к Вологде, с несколько меняющимся (субширотным) простиранием. К югу от Зубцова по направлению к Калуге наблюдается уменьшение мощности кембрийской толщи, полностью выклинивающейся в районе Барятинского поднятия.

Увеличение мощности кембрийских отложений происходит главным образом за счет появления в основании наиболее древних толщ кембрия (эокембрия), отсутствующих там, где общая мощность кембрийских отложений относительно невелика.

Мощная толща вулканогенно-осадочных образований, развитая в Крестецком районе и, вероятно, имеющаяся в Валдае, не имеет стратиграфических аналогов среди осадков нижнего кембрия Прибалтики и Ленинградской области. В принятой в данном труде стратиграфической схеме вся 700-метровая осадочная толща, находящаяся между подошвой ляминаритовых глин и поверхностью кристаллического фундамента, включающая упомянутые туффиты, условно относится к гдовским слоям. Однако возрастной диапазон ее, несомненно, более широкий, чем у гдовских песчаников нижнего кембрия Ленинградской области.

Возможно, что детальное палеонтологическое (споровый анализ) и литологическое изучение рассматриваемых древнейших осадочных образований, встреченных в районе Крестцы—Валдай и в некоторых других пунктах глубокого бурения, в ближайшем будущем приведет к выделению новой крупной возрастной единицы в составе нижнего палеозоя Русской платформы.

Что касается точки зрения Н. С. Шатского, относящего древнейшие слои осадочного покрова Русской платформы к рифейской системе протерозоя, то в отношении ляминаритовых глин и тесно связанных с ними гдовских слоев (в узком понимании) она совершенно неприемлема по ряду обстоятельств и, в частности, вследствие наличия *Sabellidites cambriensis* J a n. в ляминаритовых глинах вильнюсского разреза. Однако при

решении вопроса о возрасте туффитовой толщи крестецкого разреза и аналогичных образований других районов эта точка зрения должна

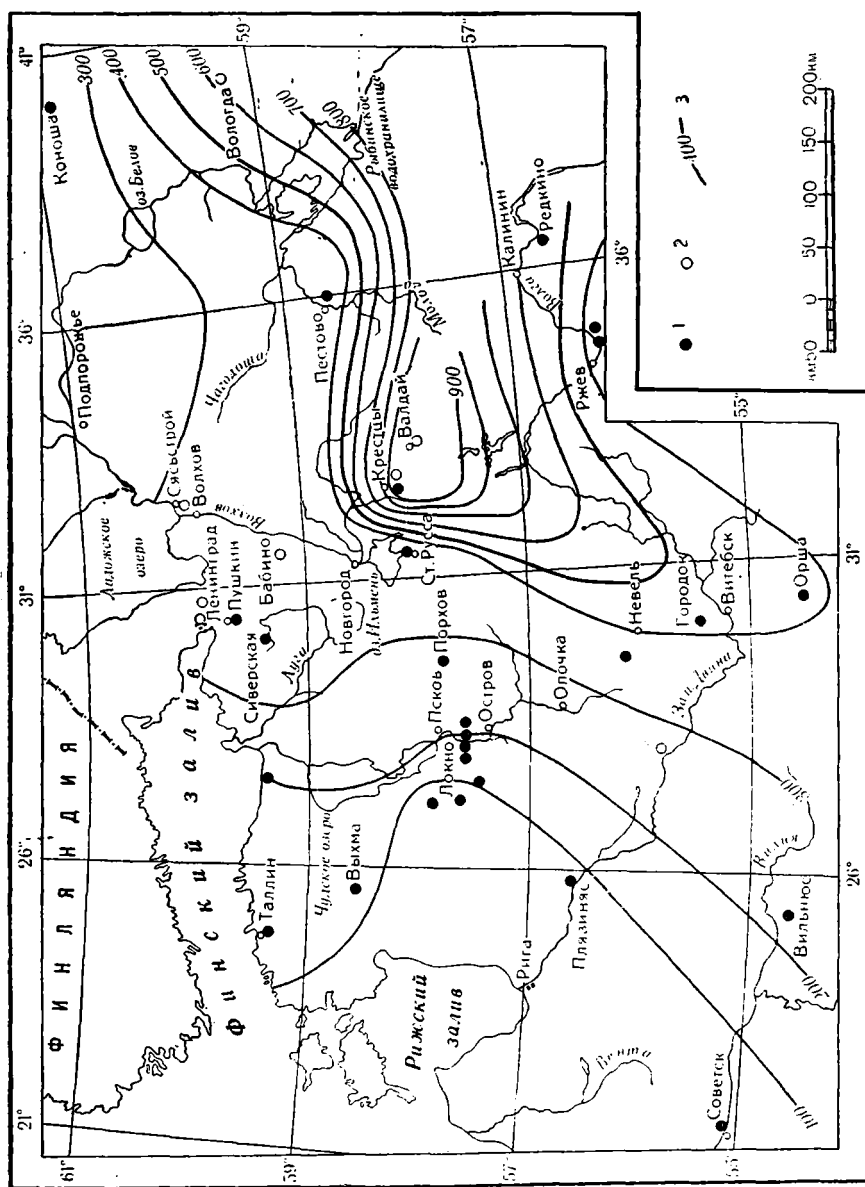


Рис. 1. Схема изменений мощности кембрийских отложений в северо-западной части Русской платформы  
1 - скважины, вскрывшие полный разрез кембрия; 2 - скважины, вскрывшие лишь часть разреза кембрия;  
3 - мощности кембрийских отложений

быть также принята во внимание наряду с высказываниями о необходимости выделения эокембрия (синия) в составе нижнего палеозоя Русской платформы.

## НИЖНЕСИЛУРИЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Полученные в результате опорного бурения данные о строении нижнесилурийских отложений в тех местах, где последние залегают под мощной толщей средне- и верхнепалеозойских пород, не вносят чего-либо принципиально нового в схему расчленения нижнего силура, разработанную Ф. Б. Шмидтом, В. В. Ламанским, М. Э. Янишевским, Б. П. Асакиным и др. Однако эти данные существенно корректируют имевшиеся представления о границах распространения нижнесилурийского морского бассейна и впервые позволяют определенно судить о тех изменениях, которые претерпевают различные горизонты  $S_1$  к югу и юго-востоку от силурийского плато.

В этом отношении особенно интересно проследить песчано-глинистую оболково-диктионемовую толщу, залегающую в самом основании разреза нижнего силура.

Эта толща характеризуется непостоянством мощности и состава. В разрезах силурийского глинта она представлена внизу песчаниками с *Obolus*, а сверху тесно связанным с ними горизонтом глинистых сапропелевых сланцев с граптолитами (диктионемовых). В разрезах глубоких скважин она выражена главным образом голубовато-серыми, зеленовато-серыми и коричневатými алевроитовыми глинами нередко с обильными остатками раковин оболит. Мощность таких глин и подчиненных им прослоев песчаников значительна: в скважинах на Локновском поднятии, в Черской, Порхове, Старой Руссе, Крестцах, Валдае и Пестово 20—40 м, а в вологодском разрезе 100 м.

В описываемых глинах присутствует органическое вещество в виде небольших сгустков и пятен (Порхов и Вологда), а также сидерит и пирит (Вологда). По имеющимся данным не ясно, представляют ли эти глины, своеобразную фазию только одних оболковых слоев, обнажающихся по глинту, или они также являются стратиграфическими аналогами диктионемовых сланцев. Типичные диктионемовые сланцы встречаются только в Валдайской скважине, где они имеют мощность выше 5 м. Учитывая наличие перерыва между оболково-диктионемовой толщей и вышележащей глауконитовой, можно предположить, что местами диктионемовые сланцы могли быть размыты водами трансгрессировавшего бассейна аренигского времени.

Базальными осадками последнего являются зеленовато-серые глауконитовые глины и песчаники. Эти породы имеют минимальную мощность (1,5 м) в разрезе Сиверской скважины. Южнее и восточнее мощность, повидимому, несколько больше (Валдай — 7 м, Пестово — 22,4 м).

Интересны данные Л. И. Станкевича по Пестовской скважине, в разрезе которой она выделяет толщу глауконитовых глин мощностью 22,4 м, без видимого перерыва залегающую на диктионемовых (?) слоях. Эти глины имеют зеленую или зеленовато-серую окраску и тонкую горизонтальную слоистость. Местами они сланцеватые, содержат глауконит и богаты остатками граптолитов. Как известно, последние весьма часто встречаются и в глауконитовых глинах, выступающих в обнажениях по глинту (р. Лава и др.).

Вышележащая серия преимущественно карбонатных осадков нижнего силура прослеживается на юго-запад, юг и юго-восток далеко за пределами силурийского плато. Она развита на всей площади рассматриваемых областей и в Прибалтике.

В разрезах Редкинской, Зубцовской, Невельской и южнее расположенных скважин она отсутствует, что объясняется глубокой доживетской эрозией и абразионной деятельностью среднедевонских бассейнов. В разрезе Сиверской, Порховской, Черской, Валдайской и других глубоких скважин, находящихся в пределах Ленинградской, Новгородской и Псковской областей, в этой толще различаются все горизонты общепринятой для Ленинградской области и Прибалтики стратиграфической схемы нижнего силура от глауконитового известняка внизу до ликгольмских слоев вверх.

Резких изменений литологического состава, связанных со сменой фациальных условий, в описываемой толще не отмечается. Всюду для нее характерна частая перемежаемость в вертикальном разрезе известняков, доломитов, мергелей и известковистых глин. Однако в различных частях рассматриваемой площади меняется процентное соотношение между перечисленными породами.

В области силурийского плато и в разрезе Сиверской скважины известняки и доломиты составляют 80—90%, а мергели и глины 10—20%. Иное соотношение наблюдается в разрезах скважин, находящихся в пределах Новгородской и Вологодской областей, где нижнесилурийская карбонатная толща носит более глинистый характер: известняки, доломиты и мергели составляют здесь примерно 60—70%, известковистые глины 30—40%.

Наибольшую мощность карбонатная толща нижнего силура имеет там, где она более глиниста, т. е. на юге и юго-востоке региона, и меньшую на севере и западе, где она представлена главным образом известняками и доломитами. В Ленинградской и на западе Псковской области полный разрез известняково-доломитовой толщи, включая ликгольмские слои, имеет мощность 120—170 м, тогда как в Валдае, Пестово и Вологде неполные разрезы этой же толщи (от глауконитовых до иевских слоев включительно) достигают 200—250 м. Описываемые отложения богаты многочисленными остатками трилобитов, брахиопод, головоногих, мшанок, кораллов, остракод и других организмов, что позволило при тщательной палеонтологической обработке кернового материала дать дробное разделение этой части разреза (Т. Н. Алихова, А. А. Нецкая, Е. А. Балашова, З. Г. Балашов и Б. С. Соколов).

Типичным для южной части рассматриваемой площади является разрез нижнесилурийских отложений Порховской опорной скважины, удаленной на 200 км от глинта. Краткая характеристика этого разреза снизу вверх, по данным А. С. Корженевской и др. (1949ф), следующая.

1. Глауконитовые слои  $S_1^{gl}$  (мощность 13 м) представлены красноватыми, зелеными и пестроокрашенными несколько доломитизированными известняками с редкими, но крупными зернами глауконита и заключают характерный комплекс остракод и трилобитов — *Megalaspis hyorhina* var. *mickwitzii* Schim. и др.

2. Ортоцератитовые слои  $S_1^{or}$  (мощность 10 м) состоят из полукристаллических, местами слабо доломитизированных известняков с зеленовато-серой, красной и пестрой окраской; в ряде прослоев встречаются зерна глауконита. Микроструктура известняков органогенная с прослоями и включениями мелкозернистого доломита и пелитоморфного мергеля. В нижней половине разреза находятся два прослоя глинистого известняка с «чечевичками» окислов железа. В средней части находится маломощный прослой известкового песчаника.

Ортоцератитовые известняки содержат характерные формы:

*Cyclendoceras buchi* Lessm., *Endoceras duplex* Wahlb., *Megalaspis* cf. *centraurus* Dal m., *Primitiella procera* Kummerow, *Conchoprimitia* cf. *glauconitica* Kummerow и *Euprimitia infernis* Nez.

3. Эхиносферитовые слои  $S_1^{ec h}$  (мощность 22 м) разбиваются на два комплекса. Нижний складывается пестроцветными зеленовато-серыми с желтыми и буро-красными пятнами полукристаллическими известняками с редкими зернами глауконита. В известняках имеются прослои мергеля и алевролитов в верхней части разреза с неправильной косой слоистостью. Верхний представлен зеленовато-серыми несколькими глинистыми известняками с неоднородной структурой (чередование скрытокристаллических и неравнозернистых кристаллических разностей). Внизу в интервале 3 м наблюдается несколько прослоев глинистых известняков толщиной 5—10 см, переполненных «чечевичками» окислов железа.

По микроструктуре среди эхиносферитовых известняков выделяются органогенные, органогенно-обломочные с «чечевичками» окислов железа и обломочные (песчаные) разности. Содержание нерастворимого остатка в известняках колеблется в пределах 15—30%.

Эхиносферитовые известняки включают богатую фауну: *Orthoceras centrale* His., *Endoceras commune* Wahlb., *Phacops* (*Pterygometopus*) *trigonocephala* Schm., *Iliaenus chiron* var. *stacyi* Holm., *Leptestia* cf. *humboldti* Vern., *Echinospaerites aurantium* Gyll., *Bockia sculpia* Neck. Из остракод встречены формы, описанные А. Эпиком из слоев ухаку, а также новый вид *Suprimitia mediantis* Nez.

4. Кукерские слои  $S_1^k$  (мощность 22 м) складываются глинистыми желтовато-серыми скрытокристаллическими известняками с частыми прослоями буроватого мергеля, богатого органическим веществом и близкого к горючему сланцу — кукерситу.

Для этой толщи характерно чередование прослоев (9—10 см) крепкого менее глинистого известняка с более глинистым известняком и мергелем. По микроструктуре известняки пелитоморфные (глинистые разности) и органогенные (более крепкие известняки). Содержание нерастворимого остатка в породах кукерских слоев находится в пределах 20—45%.

Среди многочисленных органогенных остатков, встреченных в описываемых известняках, определены следующие руководящие формы: *Optkina dorsata* (Bekk.), *O.* cf. *bekkerti* (Öpik), *Cliftonia dorsata* (His.), *Leptelloides leptelloides* (Bekk.), *Leptestia musculosa* Bekk., *Sowerbyella* cf. *liliifera* Öpik, *Actinomena* cf. *orta* Öpik, *Dalmanella navis* Öpik, *Platystrophia sublimis* Öpik, *Cheirurus spinulosus* Nieszk., *Chasmops* cf. *odini* Eichw., *Echinospaerites aurantium* Gyll. mut. supra Neck.

Остракодовый комплекс кукерских слоев Порховской скважины сходен с комплексом, описанным А. Эпиком из кукерских известняков Северной Эстонии, но более беден. Кроме того, в нем присутствует новый вид *Suprimitia supermis* Nez. и *Unaxiella coelodesma* Öpik. Последняя форма, по литературным данным, не выходит за пределы эхиносферитовых слоев, в порховском же разрезе она обнаружена не только в кукерских, но и в итферских слоях.

5. Итферские слои  $S_1^{it}$  (мощность 58 м) подразделяются на два комплекса. Нижний состоит из чередующихся зеленовато-серых мергелей и глинистых, реже крепких полукристаллических органогенно-обломочных известняков. Среди известняков наблюдаются тонкие

(1—3 см) прослойки буровато-серых сапропелитовых мергелей, близких к наиболее зольным разностям кукурсита. Верхний представлен глино-подобными мягкими известковистыми мергелями, содержащими: нерастворимого остатка 40—60%;  $\text{SiO}_2$  17—34%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5—12%;  $\text{MgO}$  3—4%;  $\text{CaO}$  27—40%;  $\text{R}_2\text{O}$  до 3%.

Характерная фауна итферских слоев в порховском разрезе представлена: *Leptelloidea musca* Öpik, *Platystrophia chama* Eichw., *Philherda rivulosa* Kut., *Illaenus sphericus* Holm., *Echinosphaerites pogrebovi* Неск. и др.

Остракодовый комплекс нижних итферских слоев тот же, что и в кукурских слоях. В верхней части разреза итферских слоев встречаются новые формы: *Octonaria inflata* Nez., *Bicillina prima* Nez., *Dizigopleura memorabilis* Nez. В самом верху на границе с губковыми слоями появляется *Winchellatia asymmetria* Nez.

6. Губковые слои  $S_1^k$  (мощность 12 м) весьма однородны по литологическому составу, будучи представлены зеленовато-серыми слабо глинистыми криптокристаллическими известняками с тонкими прослоями известняка, переполненного скелетными частями губок и др. Содержание нерастворимого остатка в породе колеблется от 24 до 36%. Химический анализ показывает высокое содержание в известняках  $\text{SiO}_2$  (до 22%) при низком (1%) содержании  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , что связано с наличием алевритовых кварцевых зерен и дисперсного кремнистого вещества.

В этих слоях встречена следующая фауна: *Pyritonema subulara* (Роем.), *Pseudocrania curvirostra* Huene, *Platystrophia* cf. *lynx* Eichw., *Illaenus* cf. *linnarsoni* Holm, *Mostopora concava* Eichw. Из остракод, кроме итферских форм, появляются новые виды: *Winchellatina ambilis* Nez., *Aparchites boatius* Nez. и вверху, на границе с иевской свитой, *Parenthalia paulis* Nez.

7. Иевские и кегельские слои, а в верхней части, возможно, и везенбергские  $S_1^{1-kg-v?}$  (мощность 26 м) представлены почти исключительно кристаллически-зернистыми зеленовато-серыми и однородными желтовато-серыми доломитами с реликтами органогенной структуры, с вторичным гипсом в виде выделений в кавернах и по волосным трещинам. Эти доломиты содержат  $\text{MgO}$  19—20%,  $\text{CaO}$  28—31,7% и незначительное количество  $\text{SiO}_2$  и  $\text{R}_2\text{O}_3$ . В верхней части разреза, благодаря присутствию среди крепких доломитов тонких прослоев землистого доломита, богатого песчинками кварца, в отдельных образцах отмечается повышенное содержание  $\text{SiO}_2$  (до 20%).

Фауна имеет смешанный характер (кегельская и иевская): *Strophomena asmussi* Vern., *Sowerbyella* aff. *sericea* Sow., *Clinambon anomalus* (Schloth.), *Platystrophia* cf. *crassoplicata* Al., *Chasmops* aff. *maxima* Schm., *Wattsella* aff. *testudinaria* Dalm., *Leptaena* cf. *rugosa* Dalm., *Platystrophia* cf. *lynx* Eichw. По этой фауне нельзя точно определить возраст заключающих ее отложений, но, учитывая обычную мощность иевских и кегельских слоев в 15—20 м, можно предполагать, что в верхней части порховского разреза присутствуют и везенбергские слои.

Общая мощность карбонатной толщи нижнего силура в разрезе Порховской скважины составляет 163 м (интервал от 379,8 до 543 м). Все вышележащие слои  $S_1$  и, вероятно,  $S_2$  здесь уничтожены доживетским размывом.

В последние годы, так же как и для кембрийских отложений, были предложены две новые стратиграфические схемы нижнего силура, кото-

рые, по существу, ничем не отличаются от старой схемы, за исключением замены части названий слоев и свит с учетом географического положения типичных разрезов, а не петрографических или палеонтологических особенностей тех или иных пород.

Схема, выработанная в 1951 г. на совещании во ВНИГРИ, отличается от позднейшей схемы, принятой в 1953 г. на междуведомственном совещании по геологии Белоруссии и Прибалтики. Поэтому до окончательного решения вопроса об унификации стратиграфической схемы нижнего палеозоя Русской платформы на всесоюзном геологическом совещании представляется целесообразным в «Дополнении» сохранить ту схему, которая была принята в I томе «Геологии СССР».

### ДЕВОНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

В результате глубокого бурения в Валдае и Пестово впервые были получены полные разрезы девонских отложений в той части Новгородской области, где на поверхности распространены только каменноугольные и пермские породы. В Валдае мощность девонских отложений составила 765 м, а в Пестово 721 м, включая слои, переходные от девона к карбону (озерско-хованские).

Имеются разрезы девонских отложений и по другим глубоким скважинам, пройденным в области Главного девонского поля (Сиверская, Порхов, Старая Русса, Черская и Крестецкий район).

Во всех скважинах девон залегает на размытой поверхности нижнесилурийских (ордовикских) отложений. Верхнесилурийские и нижнедевонские образования в этих разрезах отсутствуют. Первые, вероятно, были уничтожены во время доживетского континентального перерыва, а вторые, повидимому, вообще не отлагались. В области глубокого залегания девонских отложений выделяются все основные члены стратиграфической шкалы, установленные ранее при изучении обнажений в зоне выхода этих пород на поверхность.

1. Пярнуские (перновские) слои  $D_2^p$  представлены песчано-глинистыми осадками. Зона мощного их развития находится за пределами рассматриваемой площади, опоясывая ее с востока (Вологда), юга (Зубцов) и юго-запада (Плявиняс, Кемери). Значительно уменьшается их мощность в разрезах скважин на Локновском поднятии (20—30 м), Черской (25 м), в Валдае (12 м) и в Крестецком районе (18—30 м). В Сиверской, Порхове и Пестово эти отложения не встречены, так же как и во всех скважинах, расположенных севернее, ближе к границе распространения девонских отложений.

Таким образом, в южной части описываемой площади намечается зона развития маломощных пярнуских слоев, являющаяся переходной от упомянутой выше зоны их максимального развития к северной зоне полного их выклинивания. Во всех скважинах, где были встречены пярнуские отложения, они охарактеризованы по неудовлетворительному керновому материалу и кароттажным данным. Кроме мелкозернистых песчаников, в основании заключающих мелкую гальку, в составе этих слоев присутствуют зеленовато-серые и коричневатые глины и мергели.

В Черской скважине в пярнуских слоях в мергелистых прослоях среди песчаников и глин были встречены многочисленные остатки среднедевонской ихтиофауны: *Psammolepis paradoxa* Agassiz, *Coccosteus livonicus* (Eastm.) и др.

2. Наровские слои  $D_2^n$ , являющиеся важным маркирующим

горизонтом в разрезе палеозоя Русской платформы, существенно изменяются по составу и мощности в зоне глубокого залегания. В полосе выходов на поверхность в Ленинградской области, как известно, мощность этих отложений не более 15—20 м. Они представлены здесь маломощным базальным конгломератом и доломитовыми мергелями с прослоями песчаников, глин и доломита. В разрезах глубоких скважин толща  $D_2$  значительно более мощная, причем, как видно из табл. 8, нарастание мощности идет с севера и северо-запада на юг и юго-восток.

Таблица 8

| Название<br>пунктов глубокого<br>бурения | Сивер-<br>ская | Локнов-<br>ское<br>подняtie | Чер-<br>ская | Пор-<br>хов | Старая<br>Руса | Крестец-<br>кий р-н | Вал-<br>дай | Пе-<br>стово | Зуб-<br>цов |
|------------------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|-------------|----------------|---------------------|-------------|--------------|-------------|
| Мощность<br>толщи $D_2^D$ в м            | 36             | 69                          | 65           | 70          | 72             | 104—108             | 91          | 113          | 204         |

Характерной особенностью наровских слоев является присутствие в разрезах указанных глубоких скважин в нижней их части гипсоносной пачки, а в Зубцовской скважине, расположенной сравнительно недалеко от южной границы Новгородской области, — прослоев каменной соли.

Описываемая толща сложена чередующимися слоями алевроитов, глин, гипсов, доломитов и мергелей (последние обычно преобладают). Она имеет сложное строение и может быть подразделена на несколько комплексов.

Так, в районе г. Порхова А. С. Корженевская выделяет три комплекса. Нижний (8—10 м) представлен чередованием гипсов, темных битуминозных глин и доломитов. Средний (около 10 м) представлен буровато-серыми доломитами различной степени глинистости, серыми мергелями и темносерыми слабо карбонатными сланцеватыми глинами. Верхний (50 м) представлен частым чередованием доломитовых мергелей различной окраски (серой, зеленоватой и кирпично-красной), песчанистых доломитов, зеленовато-серых и розоватых глинистых алевроитов.

Минералогическое изучение тяжелой фракции всех типов пород верхнего комплекса показало высокое содержание в них граната, в среднем 10—20%. По термодиаграммам, глинистая составляющая пород представлена главным образом гидрослюдой при постоянном присутствии небольшого количества каолинита.

Остатки фауны в наровских отложениях нередки, но однообразны. В породах верхнего комплекса постоянно присутствует *Lingula bicarinata* Kutl. и остатки рыб: *Osteolepis macroleptodus*, *Coccosteus minor*, *Dipterus* sp. и др. Следует отметить также редкие остатки *Sycidium*.

В разрезе Порховской скважины наровская мергельно-доломитовая толща связана постепенным переходом с вышележащей песчано-глинистой лужской (тартуской) толщей. Здесь выделяется переходный комплекс мощностью 26 м, состоящий из пестроцветных и красных глин с прослоями среднезернистых и мелкозернистых песчаников, мергелей и глинистых доломитов. В этих породах довольно часты остатки рыб и обломки раковин *Lingula*. Возраст этой толщи не вполне ясен. Если ее отнести к наровским слоям, то мощность последних в описываемом разрезе повысится до 95 м.

3. Лужские  $D_2^1$ , ордежские  $D_3^0$  и подснетогорские

$D_3^{pa}$  слои, образующие мощную толщу пестроцветных песчано-глинистых пород, в разрезах буровых скважин трудно отделимы друг от друга из-за сходства литологического состава и неполноценности кернового материала.

В связи с пересмотром ихтиофауны, произведенным в последние годы В. Д. Обручевым, подснегорские и оредежские слои в настоящее время относятся к франскому ярусу верхнего отдела девонской системы, а лужские — к живетскому ярусу, т. е. к среднему девону. Тем самым вносятся коррективы в стратиграфическую схему Главного девонского поля, данную Р. Ф. Геккером в I томе «Геологии СССР», в которой оредежские слои относились к верхнему девону.

В результате глубокого бурения впервые были получены полные разрезы описываемой пестроцветной толщи и установлена ее мощность, колеблющаяся в пределах 200—250 м. Наблюдается общая тенденция уменьшения мощности осадков на юг и юго-восток, т. е. в направлении, обратном уменьшению мощности нижележащих наровских отложений.

Отсюда намечается вывод, что наровские и лужские слои (пограничные их комплексы) в известной мере представляют собой различные фациальные типы осадков одного и того же возраста.

Полученные в результате опорного бурения данные вносят мало нового в характеристику литологического состава описываемых отложений, данную Р. Ф. Геккером на основании изучения обнажений по рекам, пересекающим Главное девонское поле. Судя по каротажным диаграммам и керну, в составе оредежских и лужских слоев во всех глубоких скважинах преобладают розоватые и красноцветные слабо сцементированные песчаники, белые кварцевые пески. Менее распространены пестроокрашенные алевроиты и глины, которые в порховском и валдайском разрезах встречаются почти так же часто, как и песчаники. Наиболее богаты глинистыми породами подснегорские слои, хотя глинистые кварцевые пески и песчаники в них также присутствуют.

Песчано-глинистая пестроцветная толща живетского и франского ярусов характеризуется весьма сложным строением. Частое чередование песчаных и глинистых пород (с очень редкими остатками ихтиофауны) не дает возможности точно увязать между собой разрезы даже близко расположенных скважин, не говоря уже об опорных скважинах, отстоящих друг от друга на десятки и сотни километров.

4. Карбонатная толща  $D_3^c$ , хорошо изученная и дробно расчлененная в области Главного девонского поля, ярко выделяется в разрезах опорных скважин. Мощность ее непостоянна (табл. 9).

Таблица 9

| Название пунктов<br>глубокого бурения | Старая<br>Руса | Крестецкий<br>р-н | Валдай | Пестово | Вологда | Зубцов |
|---------------------------------------|----------------|-------------------|--------|---------|---------|--------|
| Мощность толщи $D_3^c$ в м            | 105            | 112—115           | 117    | 100     | 126     | 126    |

По литологическим признакам и фауне представляется возможным расчленить карбонатную толщу в указанных пунктах на те же горизонты, которые установлены ранее по естественным обнажениям в области Главного девонского поля. Необходимо заметить, что как и там, в составе

описываемой толщи преобладают твердые карбонатные породы, мергели, известняки и доломиты. Широко развиты известковистые глины и реже пластичные бескарбонатные глины и алевроиты. Ни в одной из опорных скважин, за исключением Порховской, не были встречены гипсы, характерные для шелонских слоев в западной части Главного девонского поля и в Прибалтике.

Обильные сборы фауны почти всех групп беспозвоночных из керна глубоких скважин позволили значительно уточнить палеонтологическую характеристику всех слоев, начиная от снетогорских и кончая бурегскими. Весьма любопытная находка была сделана в кернах одной из скважин, пройденных на Локновской структуре. Здесь из снетогорских доломитовых мергелей был извлечен исключительный по своей сохранности отпечаток представителя семейства Eurypteridae. Как известно, это семейство достигало максимального расцвета в верхнем силуре (в Прибалтике), и до сих пор его представители в верхнем девоне Русской платформы встречены не были.

5. Песчано-глинисто-мергелистая пестроцветная толща  $D_3^{gr}$  пересечена несколькими глубокими скважинами, но полная ее мощность 336 м установлена в двух точках — в Валдае и Пестово.

После исследований Н. М. Музыченко (1947—1948 гг.), уточнившей и дополнившей стратиграфическую схему Р. Ф. Геккера, в верхней пестроцветной толще Главного девонского поля стали выделять снизу вверх следующие горизонты (слои) твердых карбонатных пород (известняков и доломитов) с морской фауной: снежокский, смотинско-ловатский, чимаевский и билловский. Между ними залегают более мощные комплексы песчано-глинистых пород: надснежский, надсмотинско-ловатский, надчимаевский и надбилловский.

В разрезах Валдайской и Пестовской скважин правильная смена горизонтов твердых карбонатных и рыхлых песчано-глинистых пород нарушается. Так, в разрезе Валдайской скважины снежские слои мощностью 7,2 м представлены многократным чередованием мергелей, песчаников и глин с резким преобладанием последних. Известняки и доломиты в этих слоях не встречены. В разрезе Пестовской скважины надбилловские слои имеют необычный состав. Они выражены здесь голубоватыми и буро-красными карбонатными глинами и голубовато-серыми мергелями с прослоями глинистого доломита. Породы сильно огипсованы. Выше надбилловских слоев в разрезах этих скважин залегает толща, параллелизуемая с озерскими и хованскими слоями подмосковного разреза. Эта толща мощностью около 20 м представлена глинистыми доломитами и доломитовыми мергелями. В разрезах скважин, пройденных на станциях Максатиха и Удомля, она содержит мощные прослои гипса.

### КАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

В пределах рассматриваемой площади каменноугольные породы залегают относительно глубоко только в восточной части Новгородской области, где они перекрыты пермскими отложениями. Пройденная здесь Пестовская опорная скважина, по данным Л. И. Станкевич, дает интересный новый материал о составе каменноугольных отложений в этой, до сих пор не изученной части западного крыла Подмосковского бассейна. Общая мощность разреза карбона здесь 188 м. Схематизированный разрез этих отложений имеет следующий вид.

На озерско-хованских доломитах, отделяясь от них перерывом, лежит глинисто-алевроитовая толща (23 м), темноокрашенная, местами углистая, условно относимая к тульскому и нижеалексинскому горизонтам. Далее следуют известняки (9 м) алексинского горизонта, над которыми вновь залегают красно-бурые глины, темносерые алевроиты и огипсованные песчаники.

Выше выделяется мощная (35 м) толща однообразных белых, розоватых и желтоватых «сахаровидных» доломитов с прекрасно выраженной зернисто-кристаллической структурой, содержащих кремнистые включения и прослои рыхлой карбонатной породы (доломитовой «муки»). Толща доломитов соответствует михайловским, веневским и тарусским слоям Подмоскovie. Благодаря интенсивной доломитизации выделить в ней отдельные горизонты не представляется возможным. Стешевские слои (10 м) мало изменены вторичными процессами, и в них преобладают известняки, в той или иной степени доломитизированные, с характерной фауной *Avonia cf. costata* Sok., позволяющей установить возраст этих отложений.

Протвинские слои (34 м) представлены белыми и светлосерыми известняками с прослойками пестрой пластичной глины. В верхней половине эти известняки, неравномерно перекристаллизованные, местами глинистые, с яркой пятнистой окраской, включают скопления гравия и плоских галек, состоящих из известняка иного типа, чем основная порода. Возможно, что эти известняки уже относятся к башкирскому ярусу, выделенному Т. И. Шлыковой в разрезах крелиусных скважин Пестовского района по составу фауны фораминифер.

Верейские слои (20,8 м) московского яруса среднего карбона в пестовском разрезе представлены, как обычно, красноцветными и зеленовато-серыми алевроитовыми глинами с прослоями доломитовых мергелей. Заканчивается разрез карбона каширскими доломитами и известняками (26 м), на которые с большим перерывом ложатся красноцветные глинистые породы нижней перми.

## МОРФОЛОГИЯ ФУНДАМЕНТА И СТРУКТУРА ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

До постановки работ по глубокому бурению и связанных с ними широких геофизических исследований рельеф поверхности фундамента на северо-западе Русской платформы оставался неизученным. Имелось лишь общее представление о погружении кристаллических пород к югу от их выходов на Карельском перешейке и на островах Финского залива и Ладожского озера, с величиной наклона поверхности фундамента порядка 2—3 м на 1 км. Многочисленными артезианскими скважинами в Ленинграде и его окрестностях было выяснено также, что в пределах относительно небольшой площади отметки фундамента резко колеблются. Так, в скважине бывшего Геологического комитета абсолютная отметка фундамента 189 м, а в Павлово (Колтуши) 232 м ниже нуля.

В настоящее время представляется возможным дать схему рельефа поверхности кристаллического фундамента для территории Ленинградской, Псковской и Новгородской областей и сопредельных районов с учетом данных всех пройденных здесь глубоких скважин (рис. 2).

Основными структурно-морфологическими элементами кристаллического фундамента являются: а) подземный южный склон Балтийского щита, б) северный склон подземного Белорусско-Литовского выступа



ментами первого порядка, условно принимается, что горизонталь 500 м демаркирует подземные выступы фундамента, а горизонталь 1000 м — наиболее погруженные участки фундамента (центральные части впадин).

Разница высотных отметок рельефа фундамента в пределах Ленинградской, Новгородской и Псковской областей превосходит 1900 м, если сопоставить абсолютные отметки гранитных массивов у г. Выборга с забоем скв. № 2-р в Крестцах, имеющей глубину 1875 м и не достигшей поверхности фундамента. Эта величина становится еще большей, если принять во внимание разрезы двух наиболее глубоких опорных скважин на северо-западе Русской платформы — Советской, где фундамент имеет отметку порядка 2100 м, и Вологодской, забой которой находится на глубине 2236 м в ламинаритовой толще.

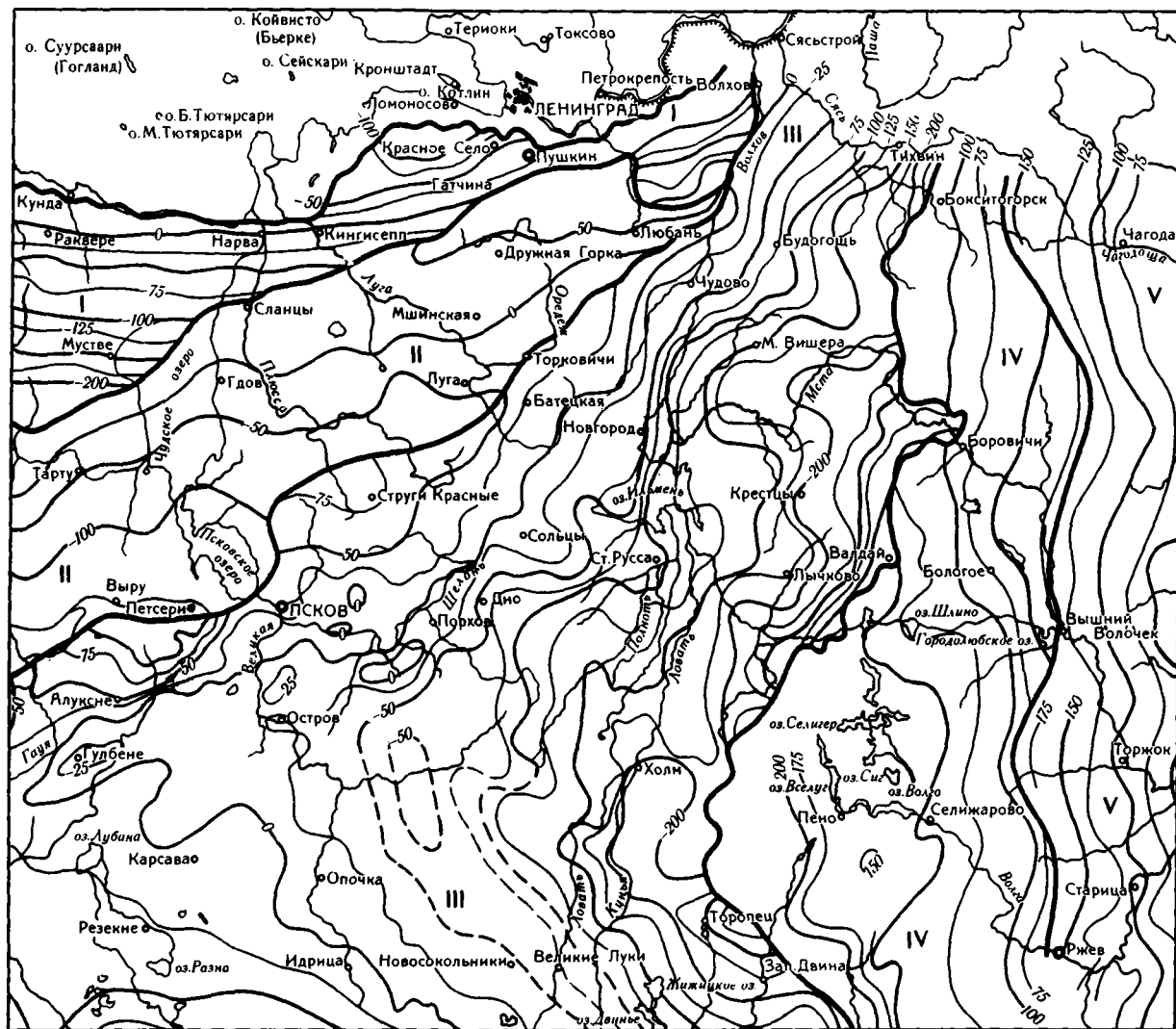
Переход от повышенных участков фундамента к депрессиям, как можно судить по размещению изогипс на приведенной схеме (см. рис. 2), на одних участках постепенный, а на других более резкий. Относительно большое число скважин, вскрывших фундамент в области южного склона Балтийского щита, позволяет определить средний угол наклона фундамента на юго-восток  $0^{\circ}10'—0^{\circ}15'$ . Примерно та же величина погружения фундамента наблюдается и на северном склоне Белорусско-Литовского массива.

Повидимому, значительно больший уклон имеет поверхность фундамента в местах перехода бортов впадин к центральным, наиболее глубоким их частям. Так, в Московской впадине, на северо-западном ее окончании, наклон фундамента составляет не менее  $0^{\circ}40'$ , или 10—12 м на 1 км по падению: абсолютная отметка фундамента в Старой Руссе 897 м, а в отстоящей на 75 км к востоку скв. № 1-р на Крестецком участке 1700 м. Того же порядка величина наклона фундамента между Коношской и Вологодской опорными скважинами. В Прибалтийской впадине максимальный наклон фундамента (8 м на 1 км) по падению наблюдается между гг. Вильнюсом и Советском.

На южном склоне Балтийского щита необычно крутой наклон фундамента зафиксирован между скв. № 5-р и 4-р (на Локновской структуре) и Черской скважиной (в 25 км южнее Пскова). Здесь на расстоянии 15 км фундамент снижается на восток на 375 м, что составляет около 25 м на 1 км (угол  $1^{\circ}20'$ ). Это обстоятельство заставляет выделять в пределах южного склона Балтийского щита как структурный элемент второго порядка Локновский выступ фундамента. Максимальная отметка ( $-185$  м) поверхности фундамента в этом районе зафиксирована буровой скважиной несколько западнее границы Псковской области, в местечке Матсикюла Эстонской ССР. На Локновском выступе бурением отчетливо установлен восточный склон и менее четко — северный и южный. К западу от Матсикюла проследить поверхность кристаллического фундамента не удалось ввиду отсутствия глубоких скважин.

Поверхность фундамента, как показывают сейсмометрические исследования, проведенные в промежутках между скважинами опорного бурения, представляется весьма неровной, на ней зафиксирован ряд структур II и III порядков.

В формировании рельефа поверхности кристаллического фундамента принимали участие многие геологические процессы, и в первую очередь геотектонические. Существенное значение имели также процессы выветривания и эрозии перед началом отложения кембрийских пород, а также абразивная деятельность трансгрессировавшего позже кембрийского



— 25 — Стратоизогипсы  
(в абсолютных отметках)

км 25 0 25 50 75 100 км

Рис. 3. Структурная карта северо-западной части Русской платформы (по Б. Б. Митгарц).

I—подшва глауконитовых известняков  $S_1^1$ ; II—кровля наровских слоев  $D_2^2$ ; III—подшва подснегогорских слоев  $D_3^3$ ; IV—подшва александровских известняков  $S_1^{2al}$ ; V—кровля верейской свиты  $S_2^{ver}$

моря. В обнаженной части фундамента на Карельском перешейке имели место и другие позднейшие денудационные процессы.

Условия залегания осадочного палеозойского покрова и взаимоотношение его с фундаментом хорошо видны на структурной карте северо-запада Русской платформы (рис. 3), заимствованной из работы Б. Б. Митгарц и Б. М. Трошихина (1951ф), и двух профилях (рис. 4 и 5).

Как показывает карта, простираание различных по возрасту отложений неодинаково. Силурийские и более древние породы на южном склоне Балтийского щита имеют субширотное простираание с падением слоев на юг под углом 10—12'. Примыкающие с юга к полосе силура девонские отложения, относящиеся к другому структурному этажу, характеризуются общим северо-западным простираанием слоев в той части Главного девонского поля, которая входит в пределы Ленинградской, Псковской и Новгородской областей. Падение этих пород несколько меньше, чем силурийских: 0°05'—0°07', или 1,5—2 м на 1 км.

Вся серия каменноугольных отложений, за исключением турнейских слоев, связанных постепенным переходом с девоном и отделенных перерывом от визейской (угленосной) толщи, в пределах северо-западного и западного крыльев Московской синеклизы имеет общее простираание, близкое к меридиональному. Углы общего наклона пород карбона варьируют в пределах 0°05'—0°01'.

Из сопоставления структурной карты осадочного покрова с картой рельефа фундамента следует, что основные структурно-морфологические элементы фундамента (впадины и выступы) хорошо отражаются в осадочном покрове, но только в общем виде. Так, например, девонские и каменноугольные отложения, слагающие поверхность в области Главного девонского поля и Подмосковского бассейна, не отражают полностью своим простираанием очертаний наиболее глубокой Крестецко-Вологодской части Московской впадины фундамента. Слабо выражен на структурной карте Локновский выступ фундамента, что также указывает на значительную маскировку древних (докаледонских) структурно-морфологических элементов более поздними процессами осадконакопления и тектогенеза.

Данные структурно-картировочного и глубокого бурения, произведенного в связи с поисками нефти на нескольких локальных поднятиях, и в том числе на Локновской структуре, выявили весьма интересный факт несовпадения сводов и амплитуд поднятий в поверхностной и глубинной зонах.

В районе Локно максимум поднятия фундамента смещен на 30 км к западу относительно свода девонских пород. Амплитуда поднятия поверхности фундамента и нижнепалеозойского комплекса здесь в 3—4 раза больше, чем по девонским слоям. Аналогичная картина наблюдалась на более мелких структурах третьего порядка: Порховской и Гнилуховской в области развития девонских отложений и Котловской на силурийском плато (Котлуков, Митгарц и Пейсик, 1951ф).

Причины, объясняющие явления возмуживания и смещения сводов структур с глубиной, не установлены. Возможно, что строение Гнилуховской и Котловской структур в зоне, близкой к поверхности земли, связано с ледниковыми дислокациями. Серьезное внимание при разборе этого вопроса должно быть уделено точке зрения Н. Н. Форша (1953), считающего, что несовпадение сводов структур в Волго-Уральской области следует объяснять геотектоническими процессами, которые сказы-

ваются в изменениях мощностей различных осадочных комплексов как в межкупольных пространствах, так и на самих куполах.

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТА И ОСАДОЧНОГО ПАЛЕОЗОЙСКОГО ПОКРОВА**

История геологического развития территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей достаточно подробно изложена М. Э. Янишевским в I томе «Геологии СССР». Результаты глубокого бурения позволяют уточнить некоторые положения в отношении палеозойских этапов развития фундамента и осадочного покрова. Используя метод реконструкции палеорельефа (Котлуков, 1937, 1946ф и 1949,ф; Митгарц и Толстихина, 1952) и основываясь на мощностях различных толщ палеозоя, представляется возможным дать следующие две схемы палеорельефа фундамента (рис. 6 и 7).

На рис. 6 отражен рельеф фундамента в самом конце времени формирования ламинаритовых глин нижнего кембрия. Изогипсы на схеме построены путем отсчета расстояния от кровли ламинаритовых глин, принятой за условный нулевой уровень, до поверхности фундамента. Из рассмотрения данной схемы и сопоставления ее с картой современного рельефа поверхности фундамента (см. рис. 2) следует, что Московская впадина была заложена уже в самом начале палеозойской эры и в середине нижнекембрийской эпохи ясно выделялась там, где в настоящее время располагается Крестецко-Вологодский прогиб фундамента.

Вероятно, первый этап формирования Московской впадины сопровождался разломами фундамента, на что указывают проявления вулканической деятельности, отмеченные в самом нижнем мощном осадочном комплексе крестецкого разреза (туфиты и диабазы).

Иное гипсометрическое положение в эпоху нижнего кембрия занимала территория Прибалтики, которая в ламинаритовое время представляла собой частью прибрежную зону моря, где вместо глинистых осадков отлагались песчаники и конгломераты, частью же являлась областью сноса. Таким образом, здесь в рассматриваемый этап развития располагался выступ фундамента.

Вторая схема (рис. 7) дает представление о следующем весьма важном этапе в геологической истории северо-западной части Русской платформы. Она построена по тому же принципу, что и первая, но только в ней в качестве опорного горизонта принята подошва наровской гипсомергелисто-доломитовой толщи.

Сопоставляя эту схему с первой (см. рис. 6) и с картой современного рельефа поверхности фундамента (см. рис. 2), нельзя не заметить, что к началу живецкого века определились все основные элементы структурно-морфологического плана фундамента, а именно: Прибалтийская и Московская впадины, Локновский, Белорусско-Литовский подземные выступы фундамента и склон Балтийского щита.

Следовательно, все перечисленные структурные элементы, за исключением более древней Московской впадины, своим образованием обязаны каледонским геотектоническим процессам, которые с наибольшей интенсивностью проявились в пределах данного региона между концом верхнего силура и эйфельским веком.

Дальнейшие этапы геологического развития территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей в палеозое выразились в общей тенденции опускания фундамента, причем прогибание впадин

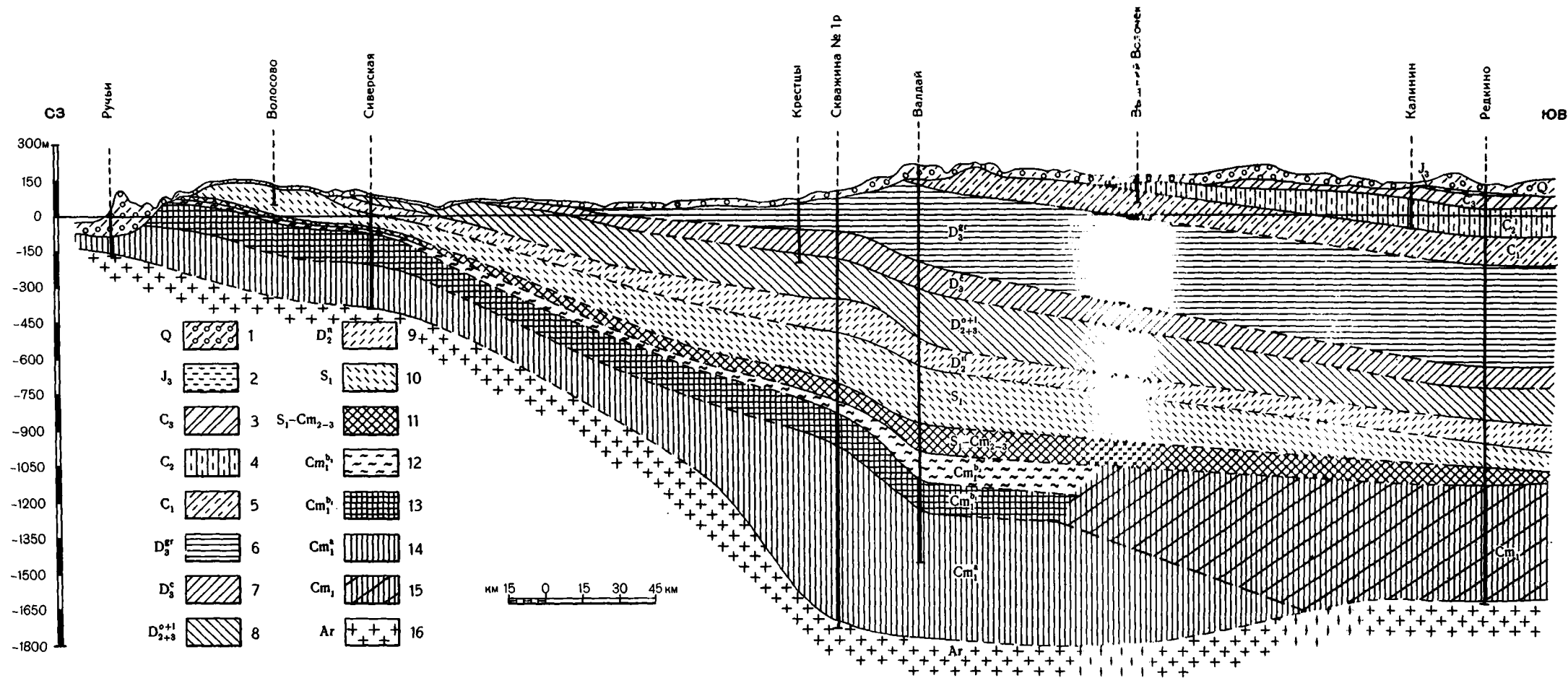


Рис. 4. Геологический разрез Ленинград—Москва

1—четвертичные отложения; 2—верхнеюрские отложения; 3—верхнекаменноугольные отложения; 4—среднекаменноугольные отложения; 5—нижнекаменноугольные отложения; 6—верхнедевонская пестроцветная толща; 7—верхнедевонская карбонатная толща; 8—песчано-глинистая толща верхнего и среднего девона (ореджские и лужские слои); 9—среднедевонская глинисто-мергелистая толща (наровские слои); 10—нижнесилурийские отложения; 11—песчано-глинистая толща нижнего силура и среднего и верхнего кембрия; 12—толща нижнекембрийских синих глин и надлиминартовых песчаников; 13—толща нижнекембрийских лиминартовых глин; 14—нижнекембрийская песчаниковая толща (гдовские слои); 15—неразличенная толща нижнекембрийских отложений; 16—кристаллические породы фундамента

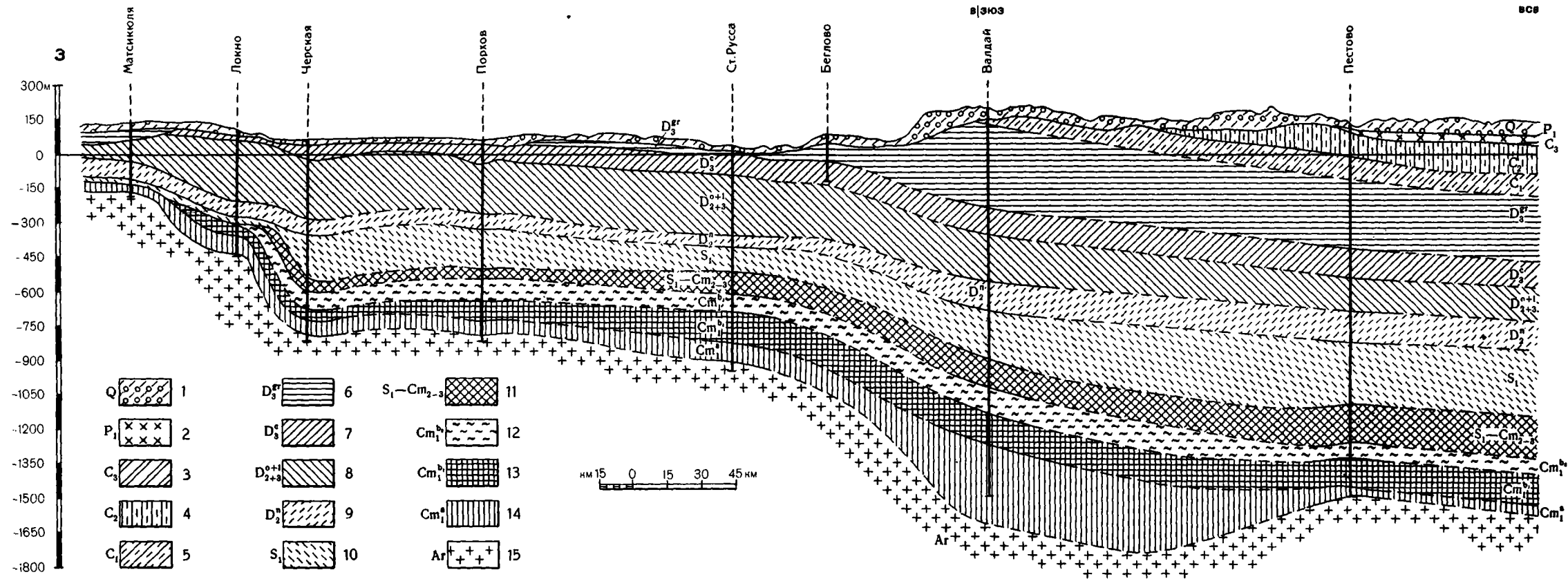


Рис. 5. Геологический разрез Локно—Валдай—Пестово

1—четвертичные отложения; 2—верхнекаменноугольные отложения; 3—нижнепермские отложения; 4—среднекаменноугольные отложения; 5—нижнекаменноугольные отложения; 6—верхнедевонская пестроцветная толща; 7—верхнедевонская карбонатная толща; 8—песчаноглинистая толща верхнего и среднего девона (оредежские и лужские слои); 9—среднедевонская глинисто-мергелистая толща (наровские слои); 10—нижнесилурийские отложения; 11—песчано-глинистая толща нижнего силура и среднего и верхнего кембрия; 12—толща нижнекембрийских синих глин и надляминаритовых песчаников; 13—толща нижнекембрийских ламинаритовых глин; 14—нижнекембрийская песчановая толща (гдовские слои); 15—нерасчлененная толща нижнекембрийских отложений

(Московской и Прибалтийской) шло более интенсивно по сравнению со склонами Балтийского щита и подземными выступами фундамента. На фоне этого опускания выделяется момент значительного восходящего

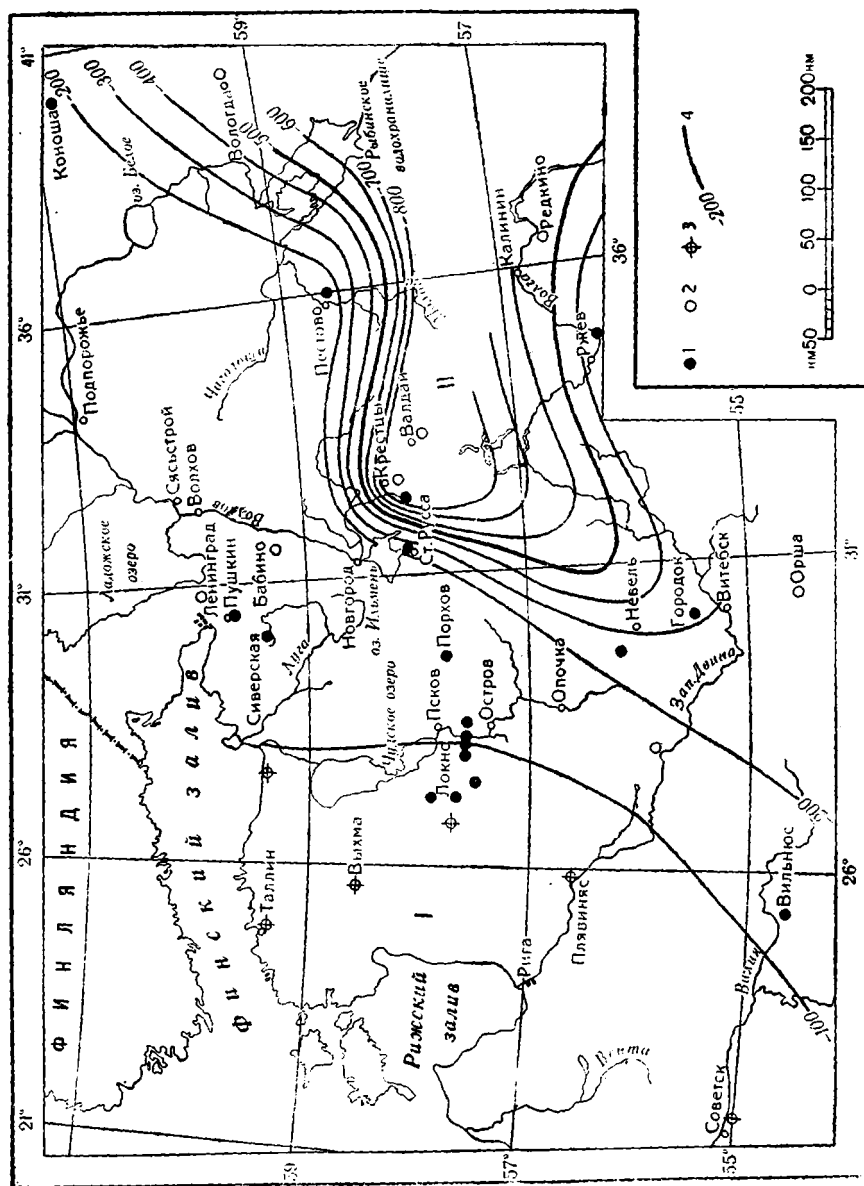


Рис. 6. Схема палеорельефа поверхности кристаллического фундамента к началу отложения надламинариговых песчанков

1 — скважины, вскрывшие полный разрез толщ гловских песчанков и ламинариговых глин  $Сл_1^{a-b_1}$ ; 2 — скважины, вскрывшие часть разреза  $Сл_1^{a-b_1}$ ; 3 — скважины, в которых ламинариговые глины отсутствуют (генетически выклиниваются); 4 — изогипсы поверхности фундамента  
I — Прибалтийский выступ фундамента; II — Московская впадина

движения всей площади в начале визейского времени (нижний карбон), когда произошла новая перестройка структурного плана фундамента и всего осадочного комплекса, вплоть до верхнедевонских и турнейских отложений.

Глубокое бурение, однако, не дает достаточного материала для





## ***ЧАСТЬ ВТОРАЯ***

# **ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**



## **II. ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

### **УГЛИ**

#### **Введение**

В настоящем разделе приведены основные результаты геолого-разведочных и поисковых работ на уголь, выполненных в Боровичском и Валдайском районах после издания в 1948 г. I тома «Геологии СССР». Эти новые данные, а также опыт эксплуатации боровичских углей вносят известные коррективы в сделанную ранее оценку промышленного значения и перспектив обоих указанных угленосных районов.

Исходным материалом для дополнительного освещения характера угленосности и ресурсов Боровичского и Валдайского районов послужили следующие отчеты геолого-разведочных партий Ленинградского геологического управления: В. Б. Лебедева (1949ф), Н. П. Георгиевского, А. А. Варушина и В. А. Туровича (1950ф), Б. Д. Леонова (1951<sub>1,2</sub>ф) и Л. И. Константиновой (1950<sub>2</sub>ф).

Поскольку во всех этих материалах нет данных, которые существенно могли бы изменить схему угленакопления для западного крыла Подмосковского бассейна, предложенную В. А. Котлуковым в I томе «Геологии СССР», то последняя должна полностью учитываться при знакомстве с излагаемыми ниже новыми фактическими и общими сведениями.

#### **Боровичский район**

В период с 1947 по 1952 г. геолого-разведочными работами в пределах данного района были освещены значительные по площади участки в полосе неглубокого залегания угленосной толщи нижнего карбона.

Один из таких участков располагается между Шереховичским и Комаровским угольными месторождениями. Здесь на площади, прилегающей к сс. Большая Дымовья, Подборье, Покровское, Замощье и др., в результате поискового бурения окончательно установлено отсутствие угольных залежей, в какой-либо степени заслуживающих внимания (Леонов, 1951<sub>1</sub>ф).

Также отрицательными оказались результаты поисковых работ 1951 г. на другом, большем по размерам участке, расположенном к югу от первого в полосе развития песчано-глинистой толщи  $C_{15}^{-+II+al}$ , вдоль уступа карбонового плато на правобережье р. Мсты, между Комаровским и Волгинским месторождениями. Тем самым подтвердились выводы более раннего рекогносцировочного обследования этой полосы, произведенного в 1945—1946 гг. Н. И. Кузнецовой.

Третья поисковая площадь, располагающаяся вдоль железнодорожной ветки Боровичи—Угловка, была освещена поисковым бурением в 1949 и 1950 гг. Здесь было обследовано около 75 км<sup>2</sup> непосредственно к западу от месторождения Устье-Брынкино до ст. Травково.

В разрезе песчано-глинистой (угленосной) толщи этого поискового участка представлены все характерные для боровичского разреза комплексы осадков, однако с некоторыми изменениями.

Нижний песчано-глинистый комплекс (8—12 м) выражен главным образом песчаными глинами и реже «сахарными» и пластичными огнеупорными глинами.

Углисто-глинистый комплекс (5—10 м), в котором преобладают пластичные глины. Нижняя угольная залежь тульского возраста (линза В) боровичского разреза здесь, однако, отсутствует или имеются лишь ее следы, а верхний (алексинский) угольный горизонт представлен только нижней линзой А<sub>2</sub>; вторая, широко развитая на Устье-Брынкинском месторождении угольная линза А<sub>1</sub> на рассматриваемой поисковой площади отсутствует.

Верхний песчано-глинистый комплекс (6—10 м) характеризуется невыдержанностью и частыми переходами песков в песчаные глины как в вертикальном разрезе, так и на площади.

Общая мощность песчано-глинистой толщи  $C_1^{sl+tl+a_1}$  в полосе Боровичи—Угловка колеблется в пределах от 20 до 33 м, что указывает на слабую расчлененность доугленосного рельефа.

На значительном пространстве угленосные осадки покрываются так называемой толщей переслаивания известняков и песчано-глинистых пород верхнеалексинского, михайловского и веневского возраста. Только в северной части обследованной полосы толща  $C_1^{sl+tl+a_1}$  лежит непосредственно под четвертичными образованиями.

В алексинских слоях на участке Боровичи—Травково широко развиты угли (линзы А<sub>2</sub>), залегающие на 6—8 м ниже подошвы первого пласта известняков толщи  $C_1^{a_1+tm}$ . Однако мощность пласта угля выше 0,5 м констатирована лишь в немногих скважинах, причем в большинстве случаев скважины с рабочей мощностью угля отделены друг от друга скважинами, показавшими нерабочую мощность пласта или его полное выклинивание.

В северной части поисковой площади угли залегают на глубине 18—20 м от поверхности, а на юге и юго-западе на глубине 60—70 м в условиях весьма высокой обводненности покрывающих угленосную толщу михайловских и веневских известняков.

Имеющиеся данные анализов углей говорят о значительной их зольности: содержание золы по 21 пробе угля колеблется от 20 до 69%, летучих в сухом угле 18,26—34,68% и теплотворная способность угля (сухого) 3282—5175 кал.

Оценивая возможные перспективы расширения границ месторождения Устье-Брынкино в сторону Травково, Л. И. Константинова выделяет непосредственно к северо-западу от него площадь в 6 км<sup>2</sup>, на которой, по данным поисковых скважин, можно ожидать запасы угля категории С<sub>2</sub> порядка 4960 тыс. т (утверждены ТКЗ).

Из приведенных общих данных о результатах поисковых работ последних лет в Боровичском районе видно, что в пределах последнего, по существу, исчерпаны возможности открытия новых крупных угольных залежей в зоне залегания продуктивного комплекса до глубины 75 м от

поверхности. Что касается зоны более глубокого залегания алексинского, тульского и, возможно, селижаровского угольных комплексов, то в ней никаких поисковых работ не проводилось и вопрос о характере угленосности этой зоны остается открытым. Следует подчеркнуть, что наличие мощных водоносных окских и серпуховских известняков над угленосной толщей указывает на неблагоприятные перспективы для освоения угольных месторождений, если таковые здесь и были бы открыты.

Другим важным для характеристики Боровичского угленосного района моментом являются те изменения в оценке запасов и промышленного значения основных известных здесь месторождений, которые внесли детальные разведочные и эксплуатационные работы за последние годы.

Из данных Л. И. Константиновой следует, что баланс запасов по Шереховичскому месторождению представляется в следующем виде: участок горы Костылевой, разрабатывавшийся штольной № 1, обладает запасами в 131 тыс. т угля; участок горы Иловой полностью отработан штольной № 2.

На Комаровском месторождении, где в период с 1943 по 1952 г. велась интенсивная добыча в ряде мелких шахт, из общих разведанных запасов порядка 2 млн. т осталось в недрах около 1 млн. т по категории  $A_2+B$  (на шахтных полях № 35—41); перспектив на расширение запасов на этом месторождении путем поисковых работ и детальной разведки не имеется.

На Волгинском месторождении за многие годы были разведаны на площади 9 км<sup>2</sup> запасы по категории  $A_2+B$  496 тыс. т, по категории  $C_1$  373 тыс. т и забалансовые 1500 тыс. т; выработана лишь небольшая часть запасов (шахтные поля № 1—4). Однако на значительной части разведанной площади (шахтные поля № 9—12) запасы считаются ГКЗ забалансовыми ввиду наличия мощных водоносных горизонтов в кровле угленосной толщи в окских и серпуховских известняках. Перспективы на расширение границ месторождения крайне ограничены.

Четвертое, наиболее крупное месторождение района — Устье-Брынкинское (у г. Боровичи) имеет 1090 тыс. т балансовых запасов по категории В и 1151 тыс. т разведанных, но еще не утвержденных запасов по участку Витцы. Кроме того, как видно из приведенных ранее данных о поисковых работах, на участке Боровичи—Травково имеются все предпосылки для значительного расширения Устье-Брынкинского месторождения в северо-западном направлении.

Несмотря на наличие невыработанных запасов на всех перечисленных месторождениях, добыча углей на них, интенсивно проводившаяся в течение нескольких лет, в настоящее время прекращена (с 1/X 1952 г.), трест Новгородуголь ликвидирован и шахты переданы в ведение Боровичского комбината «Красный керамик» для добычи огнеупорных глин. По сообщению М. Е. Маркова (1952ф), опыт эксплуатации треста Новгородуголь показал, что разработка тонких пластов углей, характерных для Боровичского района, в настоящее время не оправдывает себя, хотя добыча боровичских углей сыграла положительную роль в снабжении Ленинграда топливом в военное и послевоенное время, когда на месторождениях района было добыто около 2,5 млн. т угля.

Главным препятствием для развития рентабельной добычи боровичских углей является то, что при малой мощности пластов (0,5—0,7 м) исключается применение лавной системы разработки.

## Валдайский район

На огромной площади Валдайского угленосного района, протянувшейся от Октябрьской ж. д. (район ст. Угловки) до Полновского плеса оз. Селигер, в послевоенное время геолого-разведочные работы были начаты в 1947 г. трестом Ленуглегеология. Они продолжались затем Ленинградским геологическим управлением до 1950 г. включительно. Результаты их не вошли в очерк угольных месторождений Новгородской области, помещенный в I томе «Геологии СССР». Между тем полученный геологический материал позволяет с большей определенностью высказаться относительно характера угленосности и перспектив промышленного освоения данного района, чем это было сделано ранее.

Главное внимание в период работ 1947—1950 гг. в Валдайском районе было обращено на территорию, расположенную к югу от Валдая, между железнодорожной линией Крестцы—Бологое и оз. Селигер, где в довоенное время было пройдено несколько структурно-поисковых скважин и предварительно разведано небольшое Городненское угольное месторождение в 25 км к югу от г. Валдая.

В 1947—1948 гг. геолого-поисковые работы велись в районе сс. Наволок и Селище на площади 60 км<sup>2</sup>, расположенной между Городненским месторождением и г. Валдаем. Эти работы увенчались успехом, выявив довольно крупное месторождение — Селищенское (Лебедев, 1949ф). Разведка последнего продолжалась еще 2 года, в результате чего Н. П. Георгиевским, А. А. Варушиным и В. А. Туровичем (1950ф) была дана оценка его промышленного значения.

По данным указанных авторов, Селищенское месторождение расположено несколько южнее с. Селище, в 24 км к юго-западу от г. Валдая и в 12 км от железнодорожной ст. Едрово (последняя отстоит от Ленинграда на 356 км).

В геологическом строении месторождения участвуют лихвинские отложения, в которых останавливались разведочные скважины, песчано-глинистая (угленосная) толща, алексинско-михайловская толща переслаивания известняков, песков и глин, преимущественно карбонатные породы серпуховской свиты и четвертичные образования.

Продуктивная песчано-глинистая толща  $C_1^{st+II+sl}$  мощностью от 15 до 45 м залегает на неровной поверхности лихвинских отложений; верхний глинистый комплекс последних местами размыт и пески и песчаные глины селижаровской подсвиты (низы угленосной толщи) ложатся на доломиты свиты  $C_1^I$ .

Селижаровские слои  $C_1^{sl}$  мощностью до 20 м, выполняющие впадины доугленосного фундамента, в пределах рассматриваемого месторождения, как и на большей площади Валдайского района, как правило, не заключают пластов угля рабочей мощности.

Тульские слои  $C_1^{II}$  в основном представлены пластичными и песчаными глинами, реже алевритами. На месторождении повсеместно в них присутствует так называемый нижний пласт угля, сопровождаемый углистыми глинами и сланцами. Мощность угля в этой залежи колеблется в пределах 0,20—1,2 м. В 6—7 м выше по разрезу находится вторая верхняя угольная залежь. Интервал между обеими залежами сложен лагунными глинами с сидеритом и реже представлен переслаиванием песчаных глин и алевритов.

Верхняя залежь находится в 7—12 м ниже подошвы первого слоя известняков ( $C_1^{al}$ ), всюду залегающего в кровле угленосной толщи. Между ним и верхней угольной залежью, кроме песчаных и пластичных глин прибрежно-морского типа, залегают также пески, местами довольно мощные (нижнеалексинские слои). Верхняя залежь имеет мощность от 0,20 до 1,30 м; средняя мощность угля 0,90 м.

Споровый анализ многих проб углей и углистых глин нижней и верхней залежей показал, что обе они заключают формы, характерные для тульского комплекса.

В составе толщ переслаивания  $C_1^{al+m}$ , покрывающей угленосные осадки, находится до 3 слоев известняков, разделенных глинами, нередко пестроцветными. Общая мощность этих слоев 15—20 м.

Выше залегают веневские известняки с прослоями пестроцветных глин.

Четвертичные отложения имеют непостоянную мощность (25—63 м), что обусловлено не столько колебаниями абсолютных отметок поверхности, сколько неровностью ложа. В их строении участвуют два горизонта валунных суглинков (донных морен) с промежуточным флювиогляциальным песчаным комплексом.

В отличие от соседнего Городненского месторождения, где основным угольным пластом является нижнетульский, на Селищенском месторождении более мощно развита верхняя залежь, являвшаяся основным объектом разведки. Эта залежь сложена гумусовыми углями, главным образом полосчатыми кларено-дюреновыми, а также дюрено-фюзеновыми и фюзено-клареновыми разновидностями.

Нижняя залежь Селищенского месторождения, так же как и верхняя, сложена гумусовыми углями, но строение ее более сложное благодаря чередованию нескольких пачек угля с углистыми сланцами. Поэтому она, как менее выдержанная, не учитывалась при подсчете запасов.

Верхняя угольная залежь на разведанной площади находится на глубине от 60 до 105 м (в среднем 75 м). Залегание ее слабо волнистое, абсолютные отметки подошвы колеблются в пределах 102—128 м.

Качество углей этого пласта изучено довольно полно. Так, по многочисленным пробам из буровых скважин (шахтное поле № 1), содержание основных компонентов углей колеблется в следующих пределах:  $W^a$  9,20—30,36% (среднее 17,65%);  $A^c$  12,23—51,66% (среднее 25,38%);  $S_{огщ}$  0,59—14,01% (среднее 5,04%);  $V^c$  17,61—42,35% (среднее 31,83%);  $Q^c_{60}$  32,99—61,84% (среднее 50,93%).

Элементарный состав:  $H^r$  5,14%;  $C^r$  65,12%;  $O^r + N^r + S^r$  29,72%.

Результаты перегонки угля по Фишеру: влага 2,19—10,92% (среднее 6,26%); смола на сухое топливо 2,33—13,68% (среднее 7,37%); полукокс на сухое топливо 71,27—81,98% (среднее 76,32%); газ+потери 7,82—19,89% (среднее 11,53%).

Приведенные данные говорят о том, что угли Селищенского месторождения вполне аналогичны гумусовым углям других районов западного крыла Подмосковского бассейна и могут быть использованы как низкосортное топливо. Судя по химическому составу, они могут быть использованы также и для целей газификации.

Важнейшим элементом в оценке промышленного значения рассматриваемого месторождения являются гидрогеологические условия, которые, по имеющимся данным, весьма сложны и могут вызвать ряд трудностей при проходке шахтных стволов и в особенности при эксплуатации углей. Наличие высоконапорных (до 8 ат) песков-плывунов в почве основного

пласта угля и нередко в кровле, а также большая водообильность выше-лежащих известняков и четвертичных песчано-галечных образований ставят Селищенское месторождение в разряд труднейших для освоения во всем Подмосковном бассейне. Ожидаемые, по расчетам В. А. Туровича, притоки при проходке стволов шахт на данном месторождении могут достигать  $1000 \text{ м}^3/\text{час}$ , а при очистных работах до  $3700 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Запасы углей на Селищенском месторождении выражаются следующими цифрами (в тыс. т): по шахтному полю № 1 — кат.  $A_2$  1732, кат. В 1709, кат.  $C_1$  266; по шахтному полю № 2 — кат.  $C_1$  4467; по поисковому участку — кат.  $C_2$  6942.

Указанные запасы утверждены ГКЗ как забалансовые ввиду тяжелых горно-технических условий.

Ожидаемые большие притоки подземных вод в выработки при малой мощности угольного пласта и, следовательно, исключительно крупные расходы на осушительные мероприятия на тонну добычи исключают в настоящее время возможность освоения Селищенского месторождения, как и некоторых других сильно обводненных месторождений Подмосковского бассейна.

Кроме разведочных работ на Селищенском месторождении, в 1950 г. в юго-западной части Валдайского района, вокруг оз. Велье, было пройдено несколько поисковых скважин. Из них только одна (у с. Русские Новинки) дала положительные результаты. Здесь на глубине 84 м был вскрыт тонкий угольный пласт (0,30 м) тульского возраста. На 9 м ниже его был вскрыт второй, более мощный пласт (1,15 м), по данным Б. Д. Леонова, относящийся уже к селижаровской толще. Имеющиеся анализы показывают высокую зольность угля.

Соседние скважины, пройденные на расстоянии 4—6 км от скв. № 128, дали отрицательные результаты.

Таким образом, устанавливается, что на юго-западе Валдайского района в разрезе песчано-глинистой толщи нижнего карбона появляется нижний главный угольный комплекс. Широко ли развит здесь этот горизонт, сказать трудно ввиду малого числа скважин и больших расстояний между ними.

## Выводы

Основываясь на прежних и приведенных выше последних данных о характере угленосности и гидрогеологических особенностях песчано-глинистой толщи нижнего карбона Боровичского и Валдайского районов, можно сделать следующие выводы.

1. В обоих районах хорошо выражены только два горизонта углей: тульский и нижеалекинский, для которых характерна незначительная мощность пластов (0,5—1 м), находящаяся на грани рабочей и нерасположенной.

Селижаровский главный угольный горизонт появляется в разрезе у самой границы Валдайского района, у оз. Велье.

2. Месторождения окрестностей Боровичей и недавно открытые угольные залежи Валдайского района обладают общими запасами, которые могли бы обеспечить на некоторый срок угольную промышленность местного масштаба.

3. Развитию такой промышленности в указанных районах препят-

ствуют малая мощность угольных пластов, а в Валдайском районе, кроме того, и весьма тяжелые для ведения горных работ гидрогеологические условия.

4. Предпосылок к нахождению в обоих районах новых более крупных месторождений, притом в условиях, легко доступных для организации добычных работ, не имеется.

5. Не исключена возможность выявления новых угленосных площадей с селижаровским типом угленакопления юго-восточнее Боровичского района, ближе к границе Новгородской и Калининской областей. Однако здесь угольные залежи, повидимому, будут находиться на глубинах порядка 100—200 м и в исключительно тяжелой гидрогеологической обстановке, так как песчано-глинистая толща  $C_1^{sl+u+a_1}$  в этой части территории перекрыта мощными закарстованными известняками нижнего и среднего карбона, насыщенными подземными водами.

Для окончательного решения вопроса о присутствии селижаровского горизонта угленакопления к востоку и юго-востоку от Боровичского района целесообразно было бы провести два-три профиля структурных скважин с расстоянием между последними в 10—15 км.

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

### Введение

В I томе «Геологии СССР» проблеме нефтеносности территории Ленинградской и сопредельных областей уделено значительное внимание. Однако в настоящее время явилась необходимость дополнить эти данные последними сведениями о признаках нефтеносности северо-запада Русской платформы и вновь оценить перспективы нахождения залежей нефти и газа в тяготеющих к Ленинграду районах. Это вызвано, с одной стороны, новыми результатами опорного и нефтепоискового бурения и, с другой — появлением в последние годы нескольких сводных работ, в той или иной мере затрагивающих рассматриваемую проблему или целиком ей посвященных.

Главнейшими из них являются работы Л. С. Петрова (1952ф), В. А. Котлукова и Б. Б. Митгарц (1949ф), Е. М. Люткевича (1950ф), А. С. Корженевской и А. И. Кривцова (1950ф), Б. Б. Митгарц, М. И. Пейсика и Б. М. Трошихина (1951ф) и др.

### Новые данные о битуминозности и газоносности палеозойских отложений

В результате широкого люминесцентного и битуминологического изучения керна опорных и нефтепоисковых скважин, проведенного в лабораториях ВСЕГЕИ, треста Ленбурнефтегеология и ВНИГРИ, общие черты распределения и характера органического вещества в разрезе нижнего, среднего и верхнего палеозоя северо-запада Русской платформы могут считаться установленными. Интересны общие данные люминесцентного анализа, показывающие, что почти все палеозойские породы в разрезе Порховской и других скважин светятся под люминескопом и в этом вполне сходны с породами таких нефтеносных толщ, как, например, майкопская толща Дагестана. Однако люминесцентные диаграммы

Порховской скважины отличаются от диаграмм дагестанских скважин почти полным отсутствием в спектрах масел и доминирующим значением асфальтенов и тяжелых смол.

Учитывая взгляды В. П. Савченко о том, что при всяком превращении органического вещества в литосфере всегда образуются газы, целесообразно наряду с данными о битуминозности палеозойских отложений рассмотреть и характер газоносности пород крупных литолого-стратиграфических комплексов ленинградского палеозоя. Необходимо отметить, что ниже будет идти речь о газах, растворенных в подземных водах, так как свободные природные газы в пределах северо-запада Русской платформы находятся только в четвертичных отложениях, а в палеозойских породах их до сих пор не встречено.

Нижняя песчаная толща кембрия (гдовские слои) характеризуется чрезвычайно слабой битуминозностью. Лишь в некоторых прослоях алевролитов и песчаников в разрезе Старорусской скважины содержание битума достигает 0,3%. Как правило, битумы гдовской толщи относятся к смолисто-асфальтовому типу.

По эффективной пористости рассматриваемые породы разнообразны. Наиболее пористы рыхлые гравелиты и крупнозернистые песчаники, пористость которых в разрезе Порховской скважины достигает 24,6%, при этом газопроницаемость их (174 миллидарси) приближается к газопроницаемости промышленных пластов песчаников нефтеносных районов.

О составе газов, растворенных в подземных водах, циркулирующих в нижнекембрийских песчаниках, можно судить по результатам опробования глубоких скважин в Ленинграде и опорной скважины в г. Порхове. Газы этого водоносного горизонта в основном представлены азотом с повышенным содержанием гелия. Присутствие углеводородов в очень малых количествах (менее 1% по объему) установлено в растворенных газах Порховской скважины. Упругость растворенного в воде газа в Порхове до 3 ат при давлении воды в пласте 70—90 ат. Содержащие газ минерализованные воды относятся к хлор-кальциевому типу.

Глинистая толща нижнего кембрия неоднородна по своей битуминозности. Лежащие в ее основании ляминаритовые глины выделяются повышенной битуминозностью, как по данным люминесцентного анализа (максимальное содержание битума А 0,02% в Порховской и 0,06% в Сиверской скважинах), так и по пробам, изученным химическим путем (содержание битума А+С 0,04—0,08%). Битум ляминаритовых глин относительно легкий — нефтяного типа. Эффективная пористость глин 15—20% (Порхов); газопроницаемость их ничтожная.

Особый интерес в толще ляминаритовых глин представляют многочисленные послойные пленки органического вещества, описанные палеонтологами под названием *Laminartites antiquitissimus*. Это легко отделяющиеся от породы бурые пленки органического вещества, по данным В. А. Успенского и др. (1946ф), близкого по составу к асфальтитам: С 77,53%; Н 7,75%; N 2,23%; S 1,52%; О 11,95%; золы 5,88%; серы 0,78% и влаги 3,42%.

Лежащий выше по разрезу горизонт песчаников («надляминаритовых»), обладающий значительной пористостью (до 23%) и газопроницаемостью (до 72 миллидарси в Порхове), характеризуется отсутствием или чрезвычайно малым содержанием битума А+С. То же следует сказать и в отношении толщи синих глин Ст<sub>1</sub>, в которых содержание битума А,

по данным люминесцентного анализа, не более 0,0003%. Заметим, что эффективная пористость глин 13—24% и газопроницаемость 12 миллиарди (Порхов).

Песчано-глинистая толща кембрия и нижнего силура мало освещена в отношении битуминозности и физических свойств пород, только для оболочковой толщи  $S_1^{об}$  имеются данные люминесцентного анализа и экстрагирования. В разрезе Порховской скважины алевриты этой толщи заключают от 0,002 до 0,005% легкого или среднего битума. Несколько большие цифры для оболочковых песчаников получены по Черской скважине, где содержание битума доходит до 0,01%.

Надежные данные о газовом составе водоносного горизонта песчаной толщи  $Ст_2-3$  и  $S_1$  имеются только по Порховской скважине, в которой встречен азот с повышенным содержанием гелия. Общая упругость газа 2 ат при давлении воды в пласте около 60 ат. Вода, из которой извлекался газ, обладает невысокой минерализацией хлор-кальциевого типа.

В карбонатной толще нижнего силура, судя по разрезу Порховской скважины, более битуминозны верхние горизонты. Так, кегельские и всенбергские доломиты, по данным люминесцентного анализа, содержат битум в количестве от 0,002 до 0,02%. В одном из образцов экстрагирование дало более высокую цифру — 0,22%.

В упомянутых доломитах битум обычно маслянистый, как можно судить по спектру капиллярной вытяжки. Все остальные, более низкие слои  $S_1$ , представленные главным образом глинистыми известняками, отличаются еще более незначительной битуминозностью (0—0,002%), и только прослой кукуерсита и диктионемового сланца по люминесцентным вытяжкам местами показывают присутствие битума до 0,01%, причем битум относится к группе легких и средних.

Нижнесилурийские известняки и доломиты характеризуются показателями эффективной пористости от 5 до 22% и газопроницаемостью порядка десятых долей миллиарди; лишь один образец из кукуерской свиты показал газопроницаемость в 14,8 миллиарди.

Слабо минерализованные воды  $S_1$  хлор-кальциевого типа с содержанием брома до 20 мг/л, вскрытые в Порхове и Чудове, заключают растворенный азот с повышенным содержанием гелия. Упругость этих газов 2 ат при давлении воды в пластах в несколько десятков атмосфер.

Наровская мергелисто-глинистая толща среднего девона выделяется относительно высоким содержанием битумов. Содержание последних в вертикальном разрезе этой толщи изменчиво. Нижний комплекс глин и доломитовых мергелей с прослоями гипса в Порховской скважине содержит битум А, по данным люминесцентного анализа, от 0,01 до 0,62%. Примерно такие же показатели получены для этого горизонта и по скважинам в Старой Руссе и Валдае. Преобладающее значение в спектрах капиллярных вытяжек имеют маслянистые битумы.

Пестроцветные мергели, доломиты и алевриты верхней части наровской толщи менее битуминозны (0—0,002% битума А). Несколько выше содержание битума в слоях, пограничных с гипсоносной пачкой. По характеру битумы маслянистые, а также средние и тяжелые.

Изучение физических свойств пород наровской толщи по кернам Порховской скважины показало, что все они имеют сходную эффективную пористость (15—23%) и ничтожную газопроницаемость (тысячные доли миллиарди).

Песчано-глинистая пестроцветная толща среднего и верхнего девона характеризуется ничтожным проявлением битуминозности — 0,005% и ниже. Пористость глинистых алевролитов из ордежских и лужских слоев колеблется от 15 до 33% (Порхов). Газовый состав вод, циркулирующих в этих отложениях, известен по скважинам в курортах Сольцы и Старая Русса. Слабо минерализованные воды здесь содержат азот с повышенным содержанием гелия. Упругость газов не превышает 2 ат. В одной из старорусских скважин в описываемом водоносном горизонте было установлено присутствие метана (3,4%). Не исключено, однако, что последний происходит из четвертичных отложений.

Карбонатная толща верхнего девона весьма изменчива по содержанию битумов. Во всех глубоких скважинах (Порхов, Локно, Черская, Валдай) снетогорские мергели и доломиты заключают не более 0,0005% битума А, псковские известняки 0,001—0,01%, чудовские мергели и известняки 0,002—0,04%, шелонские слои от 0,0001 до 0,07%, свиновские слои до 0,005% и ильменские слои до 0,001%. В верхних слоях преобладает маслянистый битум, а в нижних более тяжелый.

Коллекторские свойства пород, слагающих карбонатную толщу  $D_3$ , следующие: эффективная пористость известняков, доломитов и гипсов 10—20%, а мергелей 30—40%; газопроницаемость доломитов и известняков ничтожная.

Верхняя пестроцветная толща верхнего девона в отношении битуминозности пород изучена слабо. В районе г. Крестцы концентрация битума в них не превышает 0,03%.

Разнообразные по составу отложения каменноугольного возраста характеризуются содержанием битума в среднем от 0,01 до 0,001%. Несколько выше битуминозность пород угленосной толщи (Боровичский и Валдайский районы), заключающих подвижный или густой вазелиноподобный битум нефтяного типа.

Пермские отложения, развитые на востоке Новгородской области, в отношении битуминозности не изучались.

Все комплексы верхнего палеозоя на территории Ленинградской, Псковской и Новгородской областей залегают сравнительно неглубоко, и подземные воды в них обычно имеют связь с поверхностными водами, благодаря чему газовый состав их мало интересен.

Из обзора материала по битуминозности, физическим свойствам и газоносности пород, развитых на территории Ленинградской и соседних областей, можно сделать следующие выводы.

1. В разрезе палеозоя выделяются по повышенной битуминозности толща ляминаритовых глин  $St_1$ , наровские слои  $D_2$ , шелонские слои  $D_3$  и угленосная толща  $C_1$ . Можно предположить, что битумопроявление в этих толщах, повидимому, имеет первичный характер и связано с благоприятными для нефтеобразования условиями осадконакопления.

2. Хорошими коллекторскими свойствами обладают только песчаники и алевролиты нижнего кембрия, среднего и верхнего девона и, вероятно, пески угленосной толщи  $C_1$ .

3. Минерализованные воды глубоких горизонтов палеозоя, помимо газов воздушного происхождения, заключают азот биохимического и гелий радиоактивного происхождения; горючие газы практически отсутствуют.

Во всех районах расположения скважин, опробованных на газ, степень обогащения глубинных вод азотом недостаточна для образования газовых месторождений (Митгарц и Трошихин, 1951ф).

## **Оценка возможности нахождения промышленных залежей нефти и газа**

Перспективы нефтегазоносности палеозойских отложений, развитых на территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей, в настоящее время еще недостаточно выяснены. На возможность положительного решения данной проблемы указывают следующие моменты.

1. Фациальные особенности и литологический состав многих горизонтов палеозоя, развитых в пределах рассматриваемой площади, благоприятны с нефтепоисковой точки зрения. Имеется в виду наличие прибрежно-континентальных, прибрежно-морских и лагунных осадков с чередованием в разрезе достаточно мощных песчаных (коллекторы) и глинистых (водонепроницаемые покрышки) толщ.

2. В геоструктурном отношении территория Ленинградской и сопредельных областей характеризуется наличием региональных прогибов (приосевая часть Прибалтийской впадины и западное крыло Подмосковной котловины), в которых нижнепалеозойские породы находятся на большой глубине от поверхности (до 1000 м и более), вне зоны активного выветривания и свободного водообмена.

На фоне этих основных отрицательных структур, как известно, обнаруживаются многочисленные пологие поднятия слоев, морфологически сходные с некоторыми нефтеносными структурами области Второго Баку.

3. Приведенные выше данные о битуминозности палеозойских пород, подкрепленные чрезвычайно важными и интересными находками полужидкой нефти в карбонатных породах силура в Вильнюсском районе<sup>1</sup> (Корженевская и Кривцов, 1950ф), являются бесспорным аргументом в пользу того, что некогда рассматриваемые палеозойские отложения были нефтеносными, а встречаемые сейчас в этих породах в различной степени окисленные битумы нефтяного ряда представляют собой остатки разрушенных скоплений жидкой нефти.

Косвенным указанием на это является также наличие биогенного азота и повышенное содержание гелия в растворенных в подземных водах газах в большинстве пройденных за последние годы глубоких скважин.

4. Химический состав глубинных вод в таких скважинах, как Порховская, Валдайская, Старорусская и др., свидетельствует о широком развитии в водоносных горизонтах нижнего палеозоя (кембрийский, нижнесилурийский и частью девонский комплексы) хлор-кальциевых и хлор-натриевых вод высокой минерализации. Это указывает на застойный режим артезианского бассейна и, следовательно, на возможность со-

<sup>1</sup> В 1948 г. опорной скважиной в г. Вильнюсе на глубине 226—230 м в толще силурийских известняков и доломитов в кавернах и трещинах была встречена полужидкая вязкая нефть следующего состава: С 86,86%; Н 11,50%; N 0,62%; S 0,34%; O 0,68%; отношение С/Н = 755; число кислотности 6,2; число омылений 22,1; масел 49,6%; смол бензольных 23%; смол спирто-бензольных 17,4%; асфальтенов 9,9%. Содержание нефти в породе неравномерное, в отдельных прослойках до 3,0%.

Аналогичные данные о присутствии полужидкой нефти в силурийских отложениях были получены в 1950—1951 гг. при бурении скважин в 15—30 км к западу от Вильнюса.

хранения нефтегазовых скоплений в глубоких недрах районов бурения.

Наряду с перечисленными благоприятными факторами имеются и отрицательные показатели, говорящие о малой перспективности рассматриваемой части Русской платформы в отношении нефтегазоносности:

1) отсутствие прямых показателей нефтеносности и газоносности во всех глубоких скважинах;

2) отсутствие в глубинных водах, не только в мало минерализованных, но и в соленых хлор-кальциевого и хлор-натриевого типа, таких обычных для подземных вод нефтеносных районов компонентов, как иод и нафтеновые кислоты;

3) чрезвычайно низкие показатели упругости растворенного в глубинных водах азота (не выше 2 ат) при высоком, до 50--60 ат, пластовом давлении водоносного горизонта;

4) незначительное содержание в составе растворенных газов азота биогенного происхождения и метана, а также полное отсутствие этана, пропана и других углеводородов, являющихся обычными спутниками подземных вод нефтеносных районов.

Если рассматривать все вышеприведенные отрицательные факторы в свете теоретических предпосылок Н. Н. Ростовцева (1950), то мало основания предполагать, что в промежутках между точками глубокого бурения в Ленинградской, Новгородской и Псковской областях могут иметься промышленные нефтеносные и газоносные площади. С точки зрения указанного автора, наличие загустевшей остаточной нефти в разрезе Вильнюсской скважины имеет скорее отрицательное, чем положительное значение при обсуждении вопроса о возможности сохранения залежей нефти и газа в условиях солевого и газового состава вод, характеризующих глубокие недра описываемого региона.

Все сказанное приводит к выводу о малой перспективности данной территории в целом в отношении нефтегазоносности. Что касается площади неглубокого залегания нижнего палеозоя, тяготеющей к Финскому заливу и Ладожскому озеру (южный склон Балтийского щита с глубиной залегания фундамента до 300—400 м), то наличие пресных или очень слабо минерализованных, часто сульфатных вод во всем осадочном комплексе, пересеченном большим числом скважин (Ленинград, Поповка, Пушкин, Сиверская, Кингисепп, Путилово, Бабино, Сясьстрой и др.), свидетельствует о ее полной бесперспективности для поисков нефти.

Окончательный ответ на вопрос о перспективности той части рассматриваемой территории, где кембрийские, силурийские и среднедевонские породы залегают на большой (800—1600 м) глубине и в условиях затрудненного водообмена (северо-западное крыло Подмосковной котловины и приосевая часть Прибалтийской впадины), должен быть получен в ближайшее время в результате сводки всех данных работ 1950--1954 гг. Ленинградской буровой конторой треста Союзгазнефтеразведка и ВНИГРИ Министерства нефтяной промышленности.

### III. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БОКСИТЫ

За последние годы в Тихвинском районе и за его пределами на территории северо-западного крыла Подмосковского бассейна выполнены значительные по масштабу поисковые и разведочные работы. Они дали обильный фактический материал, позволяющий сделать новые выводы об условиях накопления бокситов, по стратиграфии и литологии вмещающих пород и по методике разведки и поисков в пределах бокситоносных площадей.

#### Стратиграфия и литология среднепалеозойских отложений

##### ВЕРХНЕДЕВОНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Девонские отложения служили основным источником питания при образовании каменноугольных отложений Тихвинского района и являлись материнскими породами бокситов; поэтому необходимо привести основные данные о составе и распределении этих осадков.

Если проследить верхние слои девонских отложений по направлению с севера на юг, вдоль границы нижнего карбона, то можно установить определенную последовательность в изменении петрографического состава пород (табл. 10).

Таблица 10

|                                                         | р. Ан-<br>дома (по<br>М. М.<br>Толсти-<br>хиной) | Винниц-<br>кий р-н<br>(по В. С.<br>Кофману) | р. Оять<br>(по<br>Р. Ф. Гек-<br>керу) | рр. Паша<br>и Капша<br>(по О. Н.<br>Элькину) | Северная<br>часть<br>Тихвин-<br>ского<br>р-на | Центральная<br>часть Тих-<br>винского<br>р-на (по<br>С. Г. Виш-<br>някову) | р. Мста<br>(по<br>Р. Ф. Гек-<br>керу) |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Мощность ис-<br>следованной<br>толщи D <sub>3</sub> в м | 50                                               | 30                                          | 20                                    | 30                                           | 25                                            | 25                                                                         | 22                                    |
| Среднее содер-<br>жание песков<br>в разрезе в %         | 95                                               | 25                                          | 65                                    | 45                                           | 18                                            | 24                                                                         | 10                                    |

В районе рр. Вытегры и Андомы верхняя часть разреза девонских отложений представлена слюдистыми песками с прослойками известковистых глин (Бархатова, 1941). По последним данным, полученным М. М. Толстихиной, мощность песков по р. Андоме достигает 50 м. Далее, по направлению к юго-западу до р. Паши пески сменяются пере-  
слаиванием песков с глинами примерно в равных количествах. Глины

здесь известковые. Однако в районе Мягозера, где поверхность девонских отложений имеет небольшие высоты (120—130 м), самые верхи девонских осадков представлены известковыми глинами (Кофман, 1951ф).

К югу от р. Паши глины начинают преобладать над песками, причем среди глин появляются известковые разности, количество которых также увеличивается к югу. В центральной части Тихвинского района глины значительно преобладают над песками. Вместе с тем здесь резко увеличивается их карбонатность; среди глин начинают встречаться прослой мергелей, маломощных известняков и доломитов. В Боровичском районе толща девонских известковистых глин и мергелей покрывается известняками и доломитами лихвинской свиты, достигающей в Демянском районе 20 м.

Особое внимание во всех последних работах уделяется морфологии древнего рельефа поверхности девонских отложений ввиду строгой приуроченности промышленных месторождений бокситов к определенным формам этого рельефа. При этом поверхность девонских отложений, как фактор, определяющий условия накопления осадков, отражается не только на самых нижних, но и на более верхних горизонтах нижнего карбона, вплоть до слоя михайловского известняка а<sub>5</sub>, а иногда и до известняка а<sub>6</sub> включительно.

Имеющиеся данные позволяют сделать вывод, что рельеф поверхности девонских отложений представляет собой первичную слабо наклонную равнину, угол наклона которой, вероятно, незначительно увеличился вследствие последующих эпейрогенических движений земной коры.

В пределах Тихвинского района поверхность девонских отложений изрезана многочисленными ветвящимися долинами, впадающими в более крупные депрессии. Последние принято называть магистральными депрессиями или долинами I порядка, впадающие в них понижения — долинами II порядка, а ответвления от долин II порядка — долинами III порядка. Иногда долины III порядка образуют, в свою очередь, короткие ответвления, которые можно назвать долинами IV порядка.

Установлено, что к востоку от центральной бокситоносной площади в рельефе поверхности девонских пород намечается глубокое понижение с абсолютными отметками дна 20—30 м. Ширина и восточный борт этой депрессии точно пока не установлены. Однако новое повышение девонских отложений в районе с. Анисимова на р. Чагодоше, достигающее 87 м абсолютной высоты, дает основание говорить о наличии здесь второго (восточного) склона и о ширине депрессии около 10—20 км. Западный склон этой депрессии прослежен от Северной ж. д. до широты с. Рудная Горка, т. е. на 35—40 км. Общее направление впадины близко к меридиональному. Имеющиеся данные позволяют считать это магистральное понижение долиной речного типа.

Наряду с наметившейся крупной магистральной депрессией обнаружались и более мелкие, короткие магистральные долины также, вероятно, речного типа, являющиеся притоками общей магистральной депрессии. Пока они условно относятся к долинам I порядка. К этим долинам I порядка из центральной части Тихвинского района направляется несколько ветвящихся долин II порядка (рис. 8): Батьковская (месторождения № 7—9), Малогорская (месторождения № 10—13), Губско-Почаевская (месторождения № 14—18), Малявинская (месторождения № 26—30) и Запольская (месторождения № 35—37, 39).

Примером долины II порядка с притоками III порядка может слу-

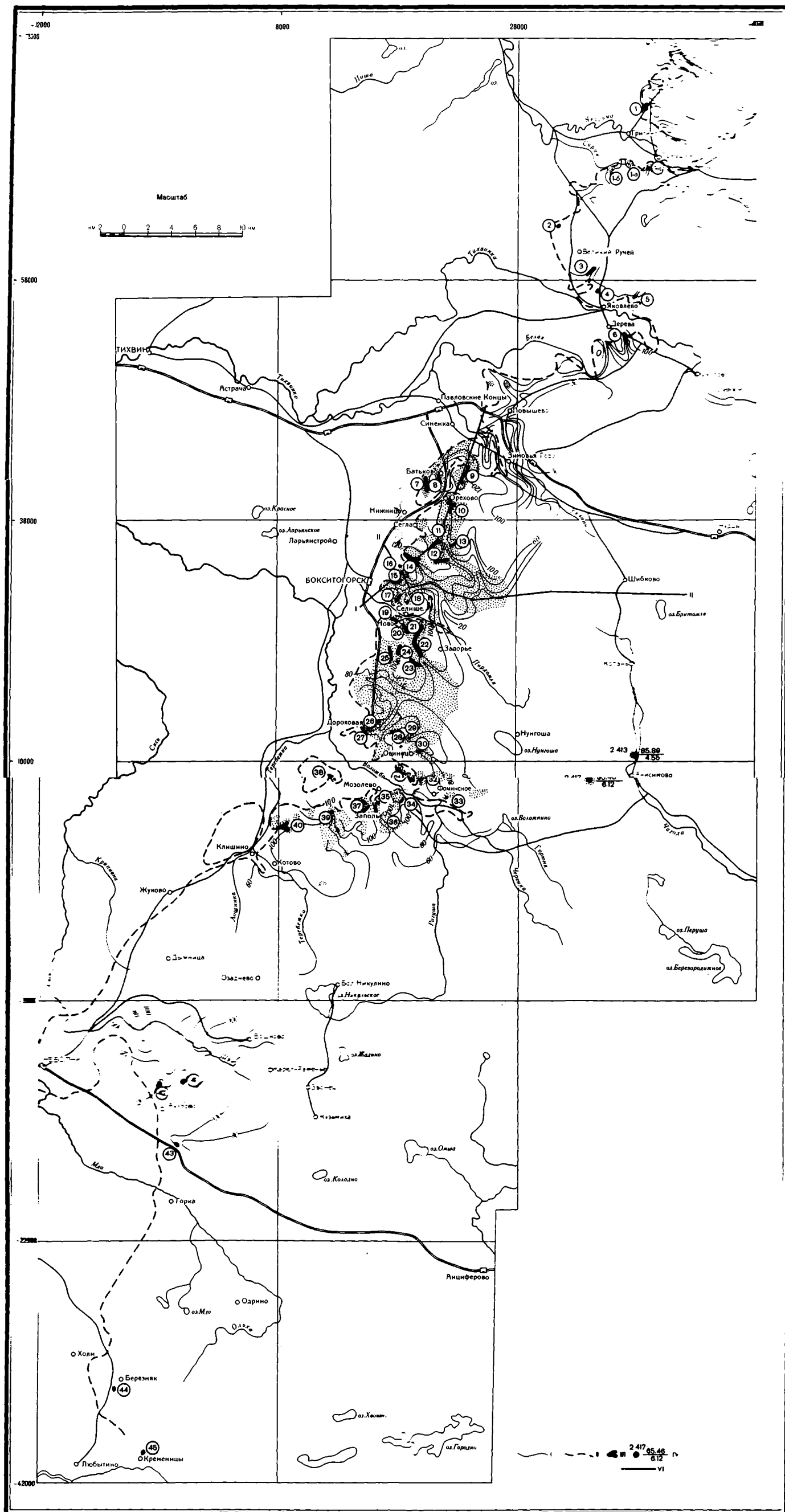


Рис. 8. Карта месторождений бокситов Тихвинского района (по А. А. Калышину и Е. А. Петрову)

1—Лавосенское (центральная и южная линзы); 1а—Сарульское I; 1б—Сарульское II; 1в—Паньшинское; 2—Великоручейское; 3—Трифазовское; 4—Старое; 5—Куновское; 6—Деревское; 7—Батюковское (южная линза); 8—Батюковское (восточная линза); 9—Синенское; 10—Малогорское; 11—Рыбинское; 12—Могилевское; 13—Дубавское; 14—Полосовское; 15—Губско-Починское; 16—Починское; 17—Веселенское; 18—Селищенское; 19—Ново-Усадинское; 20—Маякивское I; 21—Залорское; 22—Маякивское II; 23—Велижское; 24—Новое; 25—Красноручейское; 26—Дороховское; 27—Малогорское; 28—Дороховское II; 29—Овиницкое; 30—Фонинское; 31—Чушиновское; 32—Плесовское; 33—Треховское; 34—Мозоловское; 35—Голышевское; 36—Залорское; 37—Пуровское; 38—Плесовское; 39—Котовское; 40—Каменноручейское; 41—Корнушинское; 42—Львовское; 43—Окуловское; 44—Залорское; 45—Кривинское I—поверхность рельефа; II—поверхность дельтовидных отложений; III—граница распространения карбона; IV—контур месторождений бокситов; V—скважины и их номера; VI—абсолютная отметка в метрах; VII—площади распространения бокситов; VIII—граница геологического разреза.

жить изображенная в горизонталях Малогорская долина с правыми притоками — Радынским и Могатинским, и левым — Дубнягским (рис. 9).

Большинство долин II порядка имеет преобладающее восточное направление, Красноручейская, Чунинская и Запольская — южное, а Каменноручейская — северное направление. Длина долин 3—8 км, ширина от 100 до 1000 м, глубина до 40 м, средний уклон ложа 10—15 м на 1 км.

В большинстве случаев долины II порядка в вершине разветвляются или принимают притоки, образующие долины III порядка. Последние имеют длину до 2—3 км, ширину 50—300 м и принимают иногда, в свою очередь, короткие притоки — долины IV порядка. Верховья долин II, III и IV порядков переходят в очень пологие и широкие ложбины, которые незаметно сливаются с водораздельным пространством, представляющим собой почти совершенно ровные площадки (плато) с едва заметным уклоном в сторону склонов долин.

Фактический материал позволяет сделать вывод, что в пределах исследованных центральной, южной и северной частей Тихвинского бокситоносного района поверхность девонских отложений представляет собой погребенную пологонаклонную равнину с пологоволнистым долинно-балочным эрозионным рельефом и крупными магистральными речными долинами.

### НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Нижнекаменноугольные отложения подразделяются на три свиты: тихвинскую, алексинско-михайловскую и серпуховскую (рис. 10).

#### ТИХВИНСКАЯ СВИТА $C_1^{tich}$

Литологические особенности нижней части каменноугольных осадков, характерных для Тихвинского бокситоносного района, и приуроченность к этим осадкам месторождений промышленных бокситов, а также занимаемое бокситовыми породами определенное стратиграфическое положение в геологическом разрезе позволили С. Г. Вишнякову выделить их в самостоятельную тихвинскую свиту.

По литологическим признакам тихвинская свита довольно резко разделяется на три толщи: подбокситовую, бокситовую и надбокситовую.

Подбокситовая толща  $C_1^{tich}$  представлена двумя характерными типами пород: пестроцветными и углистыми глинами, резко отличающимися друг от друга как по петрографическим признакам, так и по условиям образования и залегания.

Пестроцветные глины представляют собой элювиально-делювиальные накопления, являющиеся продуктом субаэрального химического выветривания девонских пород, с которыми они связаны постепенным переходом. На склонах и водораздельных пространствах они также незаметно переходят в вышележащие бокситовые породы. Для пестроцветных глин характерны пятнисто-жилковатая пестрая окраска, отсутствие слоистости и пластичности. Однако в переотложенных (делювиальных) разновидностях наблюдается слоистость, а граница с подстилающими девонскими и покрывающими бокситовыми породами в этом случае довольно резкая. Пестроцветные глины плащеобразно покрывают неровную поверхность девонских отложений, обладая мощностью 0,5—10 м.

В пределах девонских долин на пестроцветных глинах или на слабо измененных девонских отложениях залегает комплекс весьма своеобраз-

ных пород, которые имеют общее название подбокситовых углистых или углисто-слюдистых глин. Эти глины заполняют балочные долины и более крупные магистральные депрессии и нигде не выходят за их пределы. В центральной части Тихвинского района углистые подбокситовые глины залегают не выше 100 — 105 м абсолютной высоты (см. рис. 9).

В наиболее типичном виде углистые подбокситовые глины представлены в различной степени алевритовыми разностями серого и реже коричневого цвета, с характерной примесью крупных листочков слюды и углистых частиц. Нередко среди глин встречаются линзы брекчии, состоящей из обломков сухаристых глин и сиаллитов. Контакт с подстилающими пестроцветными глинами или девонскими породами в большинстве случаев резкий. Переход в вышележащие бокситовые породы чаще постепенный, иногда резкий, обозначенный прослоем сиаллитово-глинистой брекчии.

При слиянии балочных долин с магистральными, а в особенности в пределах последних мощность подбокситовой толщи значительно возрастает, достигая 20—40, а местами 55 м. При этом изменяется и ее состав.

В пределах магистральных долин подбокситовую толщу можно разделить на три пачки. Нижняя пачка состоит из неравномерно-мелкозернистых, в различной степени глинистых кварцевых песков мощностью от 0 до 28 м.

Средняя пачка представлена глинами с редкими и маломощными прослойками алевритов и песков. Характерными признаками глин являются: тонкая резко выраженная слоистость и слабо выраженная пластичность. По цвету выделяются серые, местами явно углистые, оливково-зеленые, красные и фиолетово-красные глины. На плоскостях наложения встречаются хорошо сохранившиеся отпечатки растений, среди которых В. Н. Преображенской определены *Archaeopteis* cf. *jimbriata* Nath. В одной из скважин обнаружены отпечатки раковин лингул и пеллеципод. Мощность этой пачки от 7 до 45 м.

Верхняя пачка залегает между бокситовыми породами и вышеописанными глинами. Она представлена тонкослоистыми алевритами, местами переходящими в пески, мощностью от 2 до 24 м.

В балочных долинах накопление подбокситовых осадков происходило в мелких озерах-лиманах, куда материал сносился со склонов. Магистральные депрессии представляли собой в это время крупные старицы и озера-лиманы временами с слабо проточной, опресненной водой, подпруженной водами ингрессирующего карбонового моря. Пески нижней подтолщи, очевидно, представляют собой аллювий.

**Бокситовая толща  $C_1^{nc_2}$ .** Установлено, что наиболее мощные накопления бокситовых пород и промышленных разновидностей бокситов приурочены к описанным балочным долинам: долинам III порядка и вершинам долин II порядка. К низовьям этих долин мощность бокситовых пород уменьшается, а бокситы и аллиты промышленных марок здесь полностью выклиниваются. В самых же низовьях значительных балочных долин, а также в пределах долин II порядка и сиаллиты становятся маломощными и иногда полностью замещаются сухаристыми глинами. Долины III и IV порядков бокситоносны. В пределах магистральных депрессий бокситовые породы встречаются не повсеместно, причем лишь в виде маломощного прослоя сиаллитов, часто сопровождающихся сухаристыми и пластичными каолинсовыми глинами.

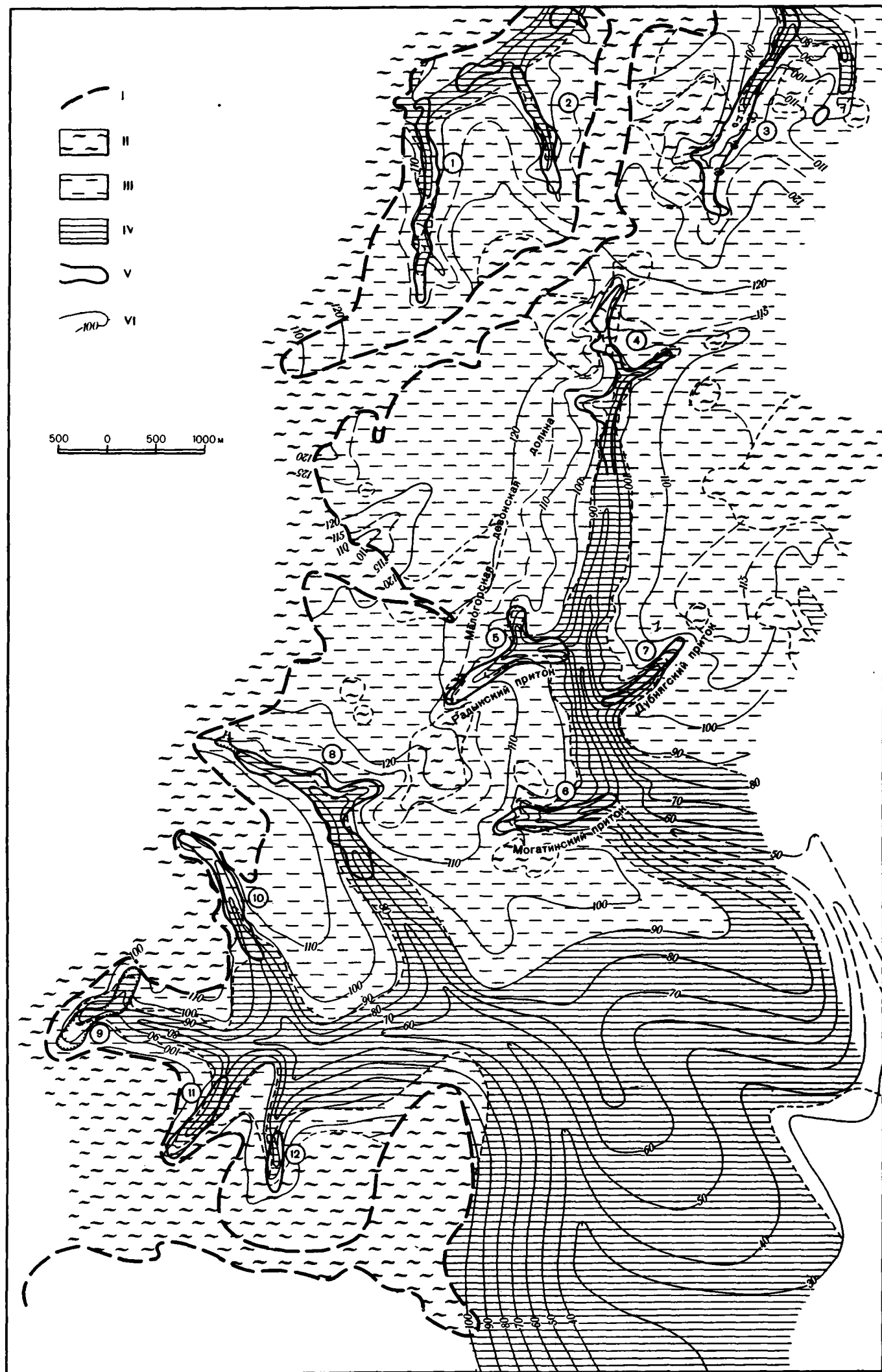


Рис. 9. Карта распространения подбокситовой толщи Бокситогорского участка

I—западная граница распространения карбона; II—девонские отложения; III—восточные глины  $C_{100}^{(10)}$ ; IV—углистые глины  $C_{100}^{(10)}$ ; V—контур бокситовой залежи; VI—горизонталы рельефа поверхности девонских отложений. Месторождения: 1—Батальское (южная ливза); 2—Батальское (восточная ливза); 3—Синевское; 4—Малогорское; 5—Радийское; 6—Могатинское; 7—Дубинское; 8—Подсосновское; 9—Губско-Почевское; 10—Губское; 11—Веселовское; 12—Селищенское



На водораздельных пространствах и в верхних частях склонов древних долин бокситовые породы встречаются в виде маломощных покровов или пятен, представленных исключительно сиаллитами (рис. 11).

Условия залегания бокситовых пород и находящихся среди них промышленных бокситов подробно рассмотрены в работах С. Г. Вишнякова (1934, 1935, 1940, 1948). Приуроченность промышленных месторождений бокситов к определенному типу долин в девонском ложе служит поисковым признаком, полностью подтвержденным результатами многолетних геолого-разведочных работ в разных частях Тихвинского района.

Из сказанного следует, что по условиям и форме залегания, а также по качеству и условиям накопления можно выделить три типа залежей бокситовых пород: 1) долинный, где бокситовые породы залегают в пределах девонских бокситоносных долин III, а отчасти IV порядка и в вершинах долин II порядка; 2) тип магистральных депрессий и 3) тип межбалочных пространств, где бокситовые породы залегают на склонах и водоразделах долин (рис. 11, 12, 13).

Бокситовые породы долинного типа заполняют девонские долины почти до самых краев, уменьшаясь в мощности или совсем выклиниваясь к их бортам. В верховьях долин, в особенности когда последние переходят в ложбины, бокситовые породы в виде маломощного покрова могут продолжаться до самых верхов склонов или даже до водоразделов. При прослеживании от верховья к низовью долин бокситовые породы все меньше выходят из ее бортов, а в средней и нижней части (по падению) крупных балочных долин II порядка они вовсе не выходят за их пределы.

Залежи бокситовых пород внизу имеют резко выпуклую форму, которая изменяется в соответствии с формой поперечного сечения долин и поверхностью подбокситовых углистых глин. Поверхность бокситовых пород, в противоположность их нижней границе, имеет слабо вогнутую форму, но также наклонна по направлению к низовью долин.

Ширина тела бокситовых пород обусловлена размерами боксито-державших долин: в верховьях она обычно колеблется от 50 до 300 м, а в низовьях достигает 500—800 м, особенно резко расширяясь в местах слияния долин III и IV порядков. Длина тела также зависит от размеров бокситоносных долин; например, в пределах Ново-Усадинской долины она достигает почти 8 км. Мощность бокситовых пород колеблется от 0 до 18 м, а мощность промышленных бокситов—от 0 до 8 м.

Как показывают геологические разрезы ложа древних долин, мощность бокситовых пород по направлению от верховьев к низовью вначале сравнительно быстро увеличивается, достигая максимума, а затем начинает снова падать, но значительно более плавно (Геология СССР, т. I, стр. 394).

Таким образом, можно сказать, что тела бокситовых пород имеют форму сильно вытянутых выпукло-вогнутых линз с расширениями и разветвлениями при слиянии притоков. Промышленные разновидности бокситов залегают в центре бокситового тела, повторяя его форму и составляя как бы ядро, облекаемое вначале аллитовой, а затем сиаллитовой оболочкой. Промышленные залежи бокситов приурочены к верхней, а в более коротких долинах и к средней их части.

В долинах II порядка нередко наблюдаются разрывы и новое появление бокситов или аллитов среди сиаллитового тела после значительного перерыва. Причины этого явления различны: 1) вследствие усиленного приноса глинистого материала с боков долины и 2) реже вследст-

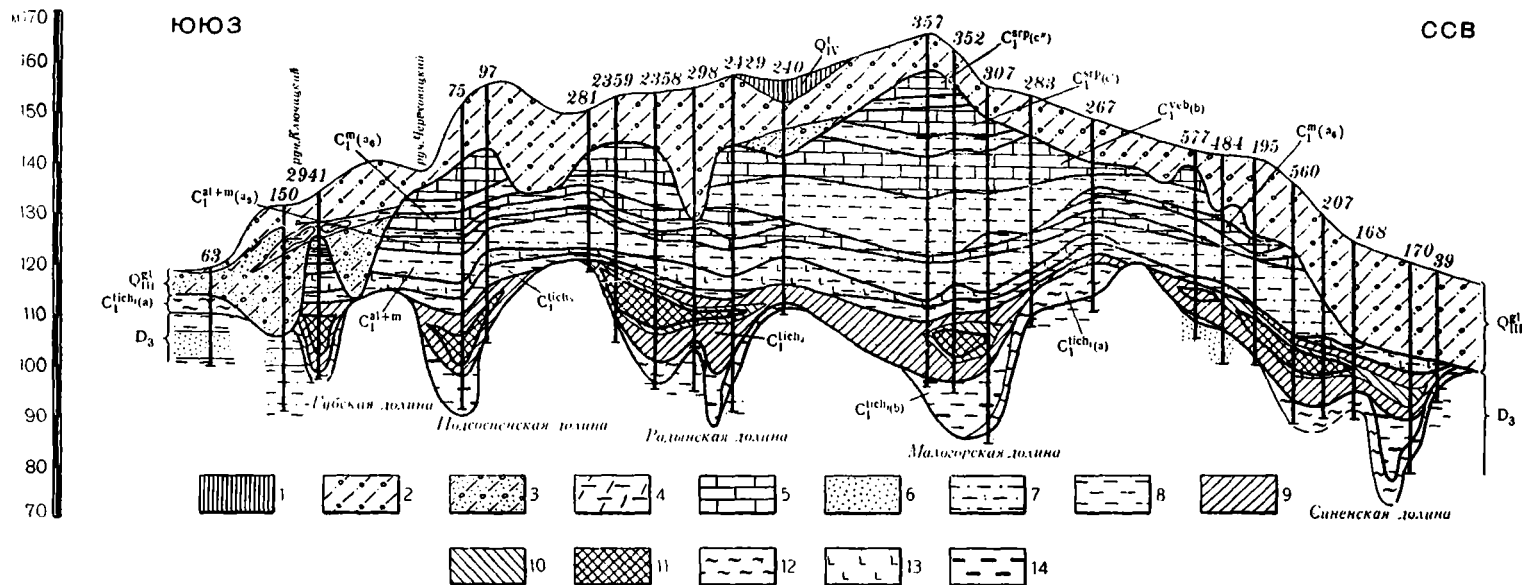


Рис. 11. Геологический разрез по линии I—I' к карте месторождений бокситов Тихвинского района

1—торф; 2—глины валунные; 3—пески с гравием и галькой; 4—каменноугольные отложения не в коренном залегании; 5—известняки; 6—пески; 7—глины песчаные; 8—глины пластичные; 9—скалиты; 10—алюиты; 11—бокситы; 12—пестроцветные (подбокситовые) глины; 13—слюдаистость; 14—углистость



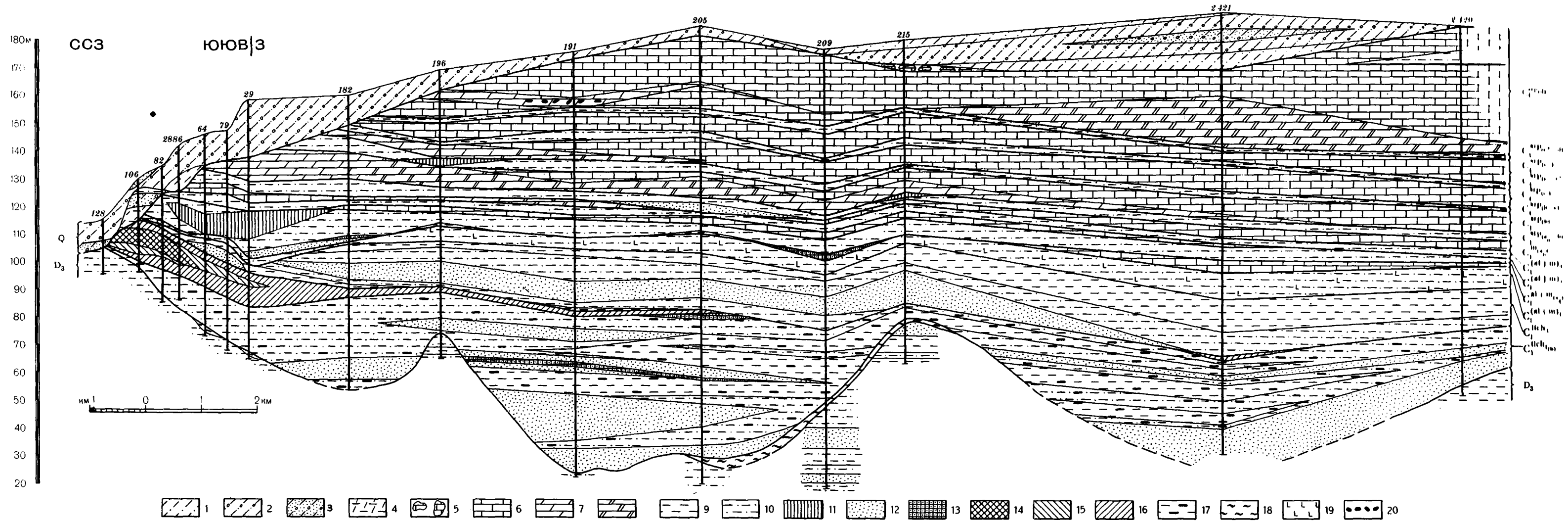


Рис. 13. Геологический разрез по линии II—II к карте месторождений бокситов Тихвинского района

1—суглинок; 2—глина валунная; 3—песок с галькой; 4—глина песчаная не в коренном залегании; 5—известняк не в коренном залегании; 6—известняк; 7—известняк доломитизированный; 8—доломит; 9—глина пластичная; 10—глина песчаная и алевроитовая; 11—алевроит; 12—песок; 13—песчаник; 14—боксит; 15—аллит; 16—сиаллит; 17—глина пластичная с углистыми включениями; 18—глина пестроцветная; 19—слюдистость; 20—желваки кремня

вие размыва бокситового тела. Появление бокситов в средней части долин после перерыва обычно связано с боковыми притоками, приносящими вещество, более богатое глиноземом.

Наибольшие абсолютные отметки подошвы бокситовых пород колеблются от 105 до 130 м, а наименьшие—от 74 до 100 м. Отметка 74 м для низовьев Ново-Усадинской залежи является, вероятно, вообще предельно низкой. В подавляющем большинстве случаев нижним пределом залегания бокситовых пород служит отметка 80—85 м. Нижний предел выклинивания промышленных бокситов обычно 85—90 м и, как исключение (для Ново-Усадинской долины), 76 м. В данном случае не имеются в виду восточные скважины, расположенные далеко за пределами центральной части Тихвинского района.

В пределах долин II порядка, за исключением немногих мест, пласт бокситовых пород, представленных сиаллитами обычно с пониженным содержанием окислов железа, хорошо выдерживается. Иногда типичные сиаллиты сопровождаются или целиком замещаются маложелезистыми так называемыми сухаристыми глинами. Мощность бокситовых пород здесь закономерно уменьшается к низовьям до 1—3 м.

В пределах магистральных долин бокситовые породы залегают почти сплошь и представлены не обычными сиаллитами, а сиаллитоподобными породами, нередко имеющими лишь отдаленное сходство с типичными сиаллитами. Однако стратиграфическое положение их в разрезе вполне соответствует бокситовому комплексу, залегающему в долинах II и III порядков. Мощность бокситовых пород в пределах депрессий 1—3 м, абсолютные отметки подошвы от 70 до 90 м.

Межбалочный тип бокситовых пород связан с водораздельными пространствами и склонами долин. Залежи этого типа имеют форму пятен (останцов) и сростков, отходящих от долинных тел. Мощность их обычно не превышает 1—3 м; представлены они исключительно сиаллитами без избытка глинозема. Абсолютные отметки подошвы залежей колеблются от 100 до 138 м (100-метровая изолиния является, повидимому, нижним пределом их распространения).

В пределах Тихвинского района месторождения бокситов другого типа, кроме долинных, пока не обнаружены, но за пределами центральной части Тихвинского района они теоретически мыслимы. Наиболее вероятны месторождения замкнутых озер и прибортовых частей крупных долин. Такие месторождения могут возникнуть в местах, слабо расчлененных эрозионными формами. К переходным от долинных к прибортовым формам можно отнести Явосемское месторождение бокситов, а также, вероятно, вновь открытое Мягозерское месторождение, расположенное несколько севернее.

Площадь, занятая бокситовыми породами (за исключением площадей, занятых бокситообразными породами магистральных депрессий), для северной части Тихвинского района составляет около 17% от охваченной поисками площади, а для центральной—около 25%; из них на бокситы и аллиты приходится соответственно в северной части около 2,3%, а в центральной 5,2%.

Следовательно, при поисках в центральной части в среднем каждая четвертая, а в северной—каждая шестая скважина должна попасть на бокситовые породы. В пределах же распространения бокситовых пород в среднем лишь каждая пятая скважина может обнаружить бокситы или аллиты среди сиаллитов.

Эти статистические данные получены лишь для наиболее исследованных и насыщенных месторождениями площадей; при поисках на новых площадях эти данные могут быть использованы только для общей ориентировки.

Среднее процентное содержание различных бокситовых пород по отношению к их общему объему для наиболее характерных и детально исследованных месторождений центральной части Тихвинского района

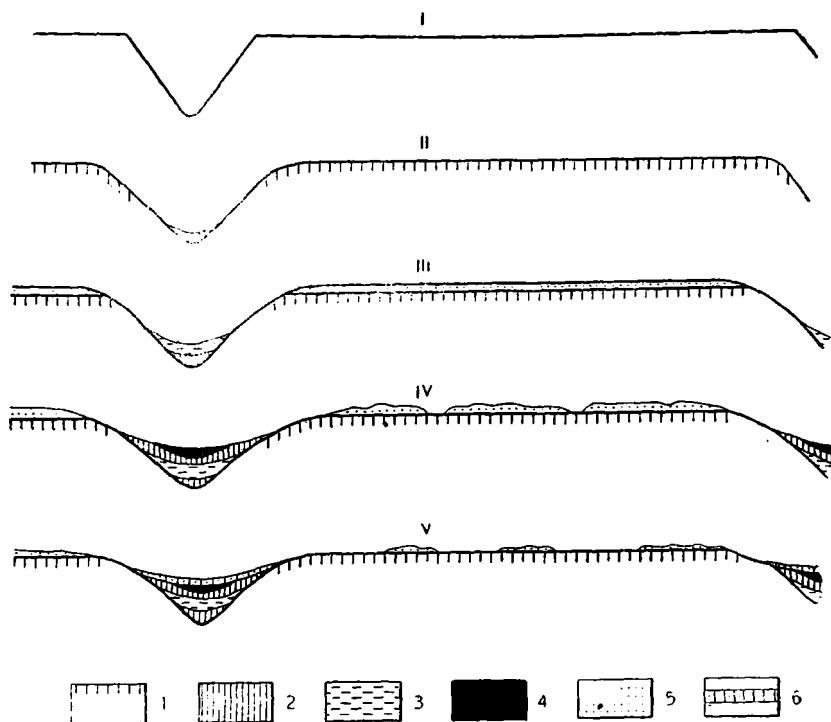


Рис. 14. Схема образования Тихвинских месторождений бокситов

*I* стадия — опускание базиса эрозии; образование овражно-балочных долин. *II* стадия — стабильное положение базиса эрозии; сглаживание рельефа, образование элювиально-делювиальных и пестроцветных глин и аллитной коры выветривания. *III* стадия — начало повышения базиса эрозии; образование аллитной коры выветривания, накопление подбокситовых углистых глин, дальнейшее сглаживание рельефа. *IV* стадия — медленное повышение базиса эрозии; перенос с водоразделов и накопление в долинах коллоидных гидроксидов алюминия и железа (образование месторождений бокситов). *V* стадия — дальнейшее повышение базиса эрозии; размыв и деградация аллитной коры выветривания, образование верхней сиаалитно-аллитной части разреза бокситовых пород

*1* — элювиально-делювиальные пестроцветные глины; *2* — нижние сиаалиты; *3* — углистые подбокситовые глины; *4* — бокситы и аллиты; *5* — аллитовая кора выветривания; *6* — верхние сиаалиты

составляет: сиаалитов 75%, аллитов 15% и бокситов 10%. Таким образом, бокситы вместе с аллитами составляют лишь одну четвертую часть всех бокситовых пород.

Схему геологической истории накопления бокситов можно представить в следующем виде (рис. 14). На выровненной поверхности межбалочных пространств при длительном стабильном положении местности происходило субаэральное химическое выветривание девонских слюдосодержащих глинистых пород с образованием вначале сиаалитной, а потом аллитной коры выветривания. В стадию образования сиаалитной коры, хотя и весьма слабо, все еще происходили процессы перемещения

продуктов выветривания, на что указывает наличие делювиальных пестроцветных глин, накопившихся в мелких понижениях рельефа и на склонах долин.

При развитии аллитной коры выветривания, в связи с достаточной выровненностью рельефа, процессы переноса продуктов выветривания механическим путем почти прекратились. Исходя из колломорфной структуры бокситов, можно сказать, что перенос полуторных окислов железа и глинозема происходил в коллоидной форме.

Надбокситовая толща  $C_1^{dch}$ . Петрографические и фациальные особенности пород надбокситовой толщи теснейшим образом связаны с рельефом поверхности, на которой эти породы отлагались.

В наиболее типичном виде в пределах долин эта толща имеет следующую разрез. Непосредственно на бокситовых породах залегают неслоистые фиолетово-красные рассыпающиеся сухаристые глины, содержащие большое количество следов корневищ растений. Эти глины представляют собой переработанные корневой системой и гумусовыми водами бокситовые породы. Мощности их обычно не превышает 1 м, а чаще всего они отсутствуют.

В низовьях долин второго порядка на описанных сухаристых глинах или непосредственно на бокситовых породах залегают линзы алевритопесчаных осадков, достигающих местами 5 м мощности. В основании псков нередко обнаруживаются прослой и линзы песчаника с известково-железистым цементом. Граница между бокситовыми и описанными песчано-алевритовыми породами весьма резкая, со следами размыва бокситовых образований.

Вверх по разрезу песчано-алевритовые породы постепенно переходят в серые обычно слоистые глины с примесью алевритовых частиц и большим содержанием обуглившихся растительных остатков. В этих глинах содержатся бурые окислы железа, а в некоторых местах обнаружены стяжения сидерита и серного колчедана. Чаще всего глины непосредственно залегают на бокситовых породах. Местами они представлены тонкими пластичными разностями огнеупорного типа (Батьковское месторождение).

Описанные серые глины обычно постепенно переходят в красные глины, которые являются весьма характерными образованиями для надбокситовой толщи. Они тонкослоисты, пластичны, нередко с прослоями, переполненными раковинками остракод (остракодовые глины) и лингул, а в некоторых местах среди глин встречаются прослой мергеля с обломками раковин замочных брахиопод и члеников криноидей. Мощность серых и красных глин 2—5 м.

По мере повышения рельефа подстилающих пород (соответственно и девонских) мощность красных и серых глин уменьшается, остатки фауны в них, за исключением редких раковин *Lingula*, исчезают; наряду с этим глины становятся песчанистыми, а на водораздельных пространствах переходят в тонкозернистые глинистые пески, или полностью выклиниваются, или срезаются последующими процессами размыва. Наиболее выдержанным членом толщи являются красные глины. Однако следует иметь в виду, что нередко красные глины полностью замещаются серыми и наоборот.

Микроскопические исследования шлифов и иммерсионных препаратов показали, что как серые, так и красные глины надбокситовой толщи состоят из тонковолокнистых чешуйчатых агрегатов, строго ориентиро-

ванных согласно слоистости. Составляющий их чешуйчатый минерал ближе всего подходит к монотермиту.

В пределах магистральных депрессий надбокситовая толща распространена почти повсеместно и сходна с ранее описанным разрезом как по составу, так и по мощности; лишь в устьевой части Подсосненской долины мощность ее достигает 22 м.

Кроме описанных местных фациальных изменений, связанных с рельефом подстилающих пород, в надбокситовой толще наблюдаются также и общие закономерные изменения, происходящие в пределах всего Тихвинского бокситоносного района в направлении с юга на север. На крайнем юге Тихвинского района верхняя часть надбокситовой толщи представлена пластом органогенного известняка, подстилаемого серыми огнеупорными глинами и покрываемого красными остракодовыми глинами. В центральной части этого известняка нет; здесь развиты лишь остракодовые глины, а к северу от Северной ж. д. в глинах, замещающих упомянутый выше известняк, никаких фаунистических остатков не обнаружено. Красные и серые глины здесь становятся маломощными, более песчаными, а распространение их ограничивается лишь небольшими отдельными участками, расположенными главным образом в пределах пониженных частей девонского рельефа. Еще далее на север отложения надбокситовой толщи полностью исчезают.

Следует подчеркнуть, что надбокситовая толща во многих местах подверглась значительному или даже полному размыву. При этом интенсивность процессов размыва увеличивалась по направлению с юга на север, охватывая, как правило, в первую очередь повышенные части докарбового рельефа.

Условия осадконакопления отложений надбокситовой толщи в общих чертах представляются в следующем виде. После накопления бокситовых пород в балочных долинах в пределах северо-западного крыла произошло некоторое общее поднятие, сопровождающееся процессами размыва. При этом в Тихвинском бокситоносном районе данное поднятие было весьма незначительно и кратковременно, а в Боровичском, судя по более глубоким размывам подстилающих отложений, оно обладало большей амплитудой.

При последующем опускании страны происходило затопление наиболее пониженных частей рельефа и накопление в низовьях и устьевых частях водных потоков песчаного материала, а в заболоченных местах — углистых глин. При дальнейшем опускании Тихвинский район был затоплен озерными водами почти до самых высоких водоразделов. В наиболее глубоких частях этих озер отлагались тонкие серые глины, а в более мелких — песчаные их разности. Дальнейшее опускание привело к погружению всей местности ниже уровня моря и к отложению горизонта остракодовых глин.

Тонкодисперсность и однородность глинистого материала с ориентировкой частиц согласно слоистости свидетельствуют о застойном характере водной среды, в которой отлагались серые и красные глины. Благодаря обилию растительных остатков при отложении серых глин среда имела восстановительный, а при отложении красных железистых глин — окислительный или нейтральный характер.

Геологическое строение центральной и восточной частей Тихвинского района иллюстрируется разрезами (см. рис. 11, 13).

Из изложенного выше следует, что в пределах Тихвинского водораздельного плато отложения турнейского яруса (лихвинские и черные

шинские слои) отсутствуют. В это время здесь, вероятно, происходило образование элювиально-делювиальных пестроцветных глин и бокситовых пород на водоразделах. Несколько позднее в долинах II порядка и в магистральных депрессиях происходило накопление углистых пород подбокситовой толщи, достигающих в наиболее глубоких частях 50 м мощности. По литологическим признакам эти породы заметно отличаются от лихвинских отложений Боровичского и более южных районов, наличие которых там указывалось А. С. Корженевской (1941) и В. А. Котлуковым (1945). В подбокситовых отложениях Тихвинского района отсутствуют доломиты и доломитовые известняки, в них нет зеленой слюды, коллофанита, для них характерно обильное содержание растительных остатков и наличие каолиновых глин, отсутствующих в лихвинских осадках.

Все эти признаки указывают на возможность синхронизации подбокситовой толщи не с лихвинскими отложениями, а с селижаровской подсвитой Селижарово-Андреапольского района, выделенной В. А. Котлуковым (1945).

В тихвинской подбокситовой толще типичной морской фауны не обнаружено, найдены лишь единичные экземпляры пелеципод и остракод. Угольных пластов также нет, есть лишь прослои углистых глин. Эти особенности связаны с различием фациальной обстановки осадконакопления в Селижаровском и Тихвинском районах. Тихвинские подбокситовые отложения, как уже указывалось, образовались в опресненных лиманах, соединявшихся с лагунным бассейном Селижаровского района.

Если подбокситовую толщу (за исключением пестроцветных глин) считать синхроничной селижаровской подсвите, то возраст долинных бокситовых пород Тихвинского района, в том числе и промышленных месторождений бокситов, будет тульский или селижаровский (верхи подсвиты).

Как известно, в южном крыле Подмосковного бассейна между тульской и угленосной свитой наблюдается заметная поверхность размыва. В пределах глубоких депрессий Тихвинского района этот перерыв находится в основании алевроитово-песчаной пачки, подстилающей непосредственно бокситообразные породы. В долинах II и III порядков этот разрыв зафиксирован очень слабо, лишь в виде линзочек бокситовой брекчии, отделяющей бокситовые породы от подбокситовых углистых глин.

Возможно, этот разрыв и отмечает тульскую трансгрессию; следовательно, в этом случае бокситовую толщу можно синхронизировать с тульскими слоями. К этому выводу несколько ранее пришел и В. А. Котлуков (1937, 1948).

К определению возраста бокситовой толщи можно подойти также путем анализа разреза сверху вниз. Стратиграфическое положение надбокситовой толщи хорошо определяется синхроничностью остракодовых глин с известняками  $a_{1+2}$ , которые в мстинском разрезе относятся к низам алексинской свиты. Также хорошо известно, что между бокситовыми и надбокситовыми породами существует весьма резкая граница, указывающая на перерыв в отложениях. Следовательно, долинные бокситовые породы должны иметь тульский возраст.

Боровичские сухарные глины и тихвинские бокситовые породы, генетические тесно связанные друг с другом, несомненно также близки и по возрасту. На основании находок раковин *Lingula* и *Nautilus* вблизи угольного пласта в Любытинском районе, а также по фауне вышележащих известняков М. Э. Янишевский определяет тульский возраст

песчано-глинистой толщи нижнего карбона Боровичско-Любытинского района.

Песчано-глинистые породы, залегающие в основании горизонта боровичских сухарных глин, повидимому, синхроничны подбокситовым долинным осадкам Тихвинского района.

### АЛЕКСИНСКО-МИХАЙЛОВСКАЯ СВИТА $C_1^{al+m}$

К этой свите относятся отложения, залегающие между тихвинской и серпуховской свитами. Она разделяется на четыре толщи и ряд горизонтов.

Первая толща распадается на три горизонта: слюдистый, горизонт известняка  $a_4$  и горизонт пластичных глин.

В пределах центральной части Тихвинского бокситоносного района слюдистый горизонт служит прекрасным маркирующим горизонтом. Характерными признаками для него являются: алевритовый состав, тонкая и резко выраженная слоистость и большое содержание мелкораздробленной слюды (мусковита и зеленого биотита), а также повышенное содержание полевых шпатов.

Горизонт известняка  $a_4$  в пределах Боровичского района имеет сплошное распространение. В Тихвинском районе он залегает в виде пятен, а к северу исчезает совсем.

Третий горизонт составляют серые, красные и фиолетовые пластичные и полупластичные глины мощностью от 2 до 8 м. Они залегают непосредственно на известняках  $a_4$  или чаще на отложениях слюдистого горизонта. В пределах депрессий они замещаются серыми или красными пластичными глинами, а на высоких водоразделах девонской поверхности переходят в сильно песчаные разновидности или в глинистые пески. Тонкие пластичные серые глины нередко являются огнеупорными. Граница с вышележащими песками обычно резкая и обнаруживает следы размыва.

Судя по оптическим свойствам и кривым нагревания, глины этого горизонта имеют монотермито-каолининовый состав. Они отлагались в озерно-болотных водоемах, богатых растительными остатками.

Вторая толща распадается на два горизонта: горизонт песков и горизонт известняков  $a_5$ , составляющих трансгрессивную часть второго цикла осадкообразования.

Горизонт песков весьма выдержанный и имеет мощность от 1 до 6 м. Пески мелкозернистые, часто переходящие в глинистые разновидности или в алевриты. Нижняя граница их обычно резкая, а верхняя неясная. Пески с покрывающими или замещающими их глинами являются прибрежными образованиями ингрессирующего карбонового моря.

Горизонт известняка  $a_5$  имеет далеко не повсеместное распространение, но значительно более широкое, чем известняк  $a_4$ . Мощность его колеблется от 0,2 до 1,5 м, лишь изредка достигая 2,5 м. Так же как и известняк  $a_4$ , он сильно выщелоченный, кавернозный, перекристаллизованный, серого цвета, с красными и фиолетовыми пятнами, очень часто брекчиевидный. Во многих местах известняк песчаный и переходит в известняково-железистый песчаник.

Третья толща залегает между известняками  $a_5$  и  $a_6$ . Она сложена желтыми, коричневыми, реже красными и серыми алевролитопесчаными неслоистыми глинами, местами переходящими в алевриты и мелкозернистые пески, мощностью 2—4 м. В пределах центральной

части района весьма характерными являются охристо-желтые глины с яркокрасными и яржежелтыми пятнами и разводами.

Четвертая толща разделяется на два горизонта: нижний, представленный известково-доломитовыми мергелями, и верхний—органогенно-обломочными известняками а<sub>6</sub>. Первый имеет распространение лишь в пределах центральной части района и то далеко не повсеместное, а второй является весьма выдержанным, прослеживающимся далеко за пределы Тихвинского района.

Описанные ранее осадки алексинско-михайловской толщи относятся к так называемому полному разрезу. Однако значительно реже один или несколько горизонтов из этого разреза выпадают или все они замещаются песками. Пески залегают то непосредственно на девонских породах, то на разных горизонтах тихвинской свиты, достигая местами 30—45 м мощности. Покрываются они известняками а<sub>6</sub>. Эта фация занимает около половины исследованной территории Тихвинского района. Большое значение имеет тот факт, что на площадях распространения песчаной фации промышленные месторождения бокситов встречаются очень редко; из трех десятков месторождений непосредственно под песками залегают лишь Новоусадинское, Каменноручейское и Ярцевское.

Установлено, что описанные пески постепенно переходят в обычные отложения алексинско-михайловской толщи, представленные чередованием пород различного петрографического состава.

Накопление песчаной фации происходило в подводной части дельт и береговой зоне наступающего карбонового моря. Образование осадков обычного типа происходило между дельтовыми протоками, в значительно менее подвижной гидродинамической обстановке и в среде с более повышенной соленостью, благодаря чему здесь осаждался более тонкий материал и органические илы, давшие известняки.

## **Поисковые признаки бокситовых залежей и перспективы северо-западного крыла Подмосковского бассейна в отношении бокситоносности**

Начиная с 1929 г. в результате разведочных работ в Тихвинском районе систематически приращиваются запасы бокситов. Причем в послевоенные годы темпы наращивания запасов значительно возросли.

В течение последних лет поисковые работы обычно велись на продолжении ранее открытых бокситоносных древних долин или в пределах краевой части центрального Тихвинского района. После обнаружения нового месторождения тут же принимались за его детальную разведку. Об общих перспективах Тихвинского района приходилось судить на основании общегеологических данных и теоретических предпосылок.

Со второй половины 1949 г. наряду с разведочными работами начали проводиться и широкие поиски, захватывающие большие пространства, благодаря чему в ближайшее время можно будет иметь реальное представление о перспективных возможностях Тихвинского района и сопредельных территорий в отношении бокситоносности.

### **Поисковые признаки и геологическое обоснование поисков**

При оценке перспектив, а также обосновании и выборе направления, поисков бокситов необходимо учитывать ряд моментов, обусловленных геологическими особенностями района:

- 1) состав и характер материнских пород, служащих источником глинозема;
- 2) генезис бокситов и бокситовых пород;
- 3) время накопления бокситов и бокситовых пород;
- 4) положение береговой линии ингрессировавшего карбонового моря;
- 5) рельеф местности, существовавший во время накопления бокситов и бокситовых пород;
- 6) возможность сохранения бокситовых залежей;
- 7) литологические особенности вмещающих и парагенетически связанных с бокситами пород.

Рассмотрим перечисленные условия и признаки.

1. В пределах северо-западного крыла Подмосковского бассейна можно считать установленным, что источником глинозема при образовании тихвинских бокситов являлись девонские глинистые породы.

2. Если исходить из старой гипотезы, что тихвинские бокситы представляют собой продукты выветривания кристаллических пород Балтийского щита и принесены оттуда реками, то надо искать их в долинах речного типа или в водоемах, куда эти долины впадали, т. е. как раз там, где бокситы отсутствуют.

Если же исходить из положения, что бокситы образовались из местных девонских глин, то искать их следует не в крупных магистральных депрессиях, а в долинах, в которых аккумуляровался местный материал, т. е. в бокситоносных балочных долинах, которые развивались в наиболее возвышенных частях рельефа, преимущественно по периферической части Подмосковной котловины.

Как указывалось, тихвинские месторождения образовались в озерах долинного типа, вернее в лиманах—затопленных балочных долинах, впадающих в более крупные долины. Форма месторождений соответственно сильно вытянутая и узкая.

3. Время накопления бокситовых пород и бокситов Тихвинского района устанавливается сейчас довольно точно. Как отмечено выше, залежи этих пород образовались в тульское время.

Месторождения среднего течения р. Онеги образовались позднее, вероятно в конце окского или в начале серпуховского времени.

Значительно труднее определить начало и конец процессов выветривания, при которых происходило выделение свободных гидратов глинозема. Признаками, фиксирующими эти процессы, могут служить не только сама кора выветривания, оставшаяся на месте, и водноосадочные месторождения бокситовых пород, но также рассеянные конечные продукты выветривания алюмосиликатов—в первую очередь свободный глинозем и кремнезем; последний в заметном количестве фиксируется в известняках в виде желваков кремня.

На генетическую связь кремней в известняках с бокситовыми породами обратил внимание А. Д. Архангельский. Он пришел к выводу, что кремневые образования приурочены к определенным стратиграфическим горизонтам, с которыми связаны бокситовые породы. «Если это правильно, то, имея перед собой в отложениях кремневые осадки, мы вправе ждать здесь также железистых и алюминиевых руд; в некоторых случаях эти руды следует ждать не в морских, а в синхроничных им озерных и болотных образованиях» (Архангельский, 1936).

В карбонатных породах Подмосковского бассейна кремни в форме желваков, а изредка и в виде линз распространены по всему разрезу карбона. В девонских отложениях их нет. Следовательно, процессы глу-

бокого химического разложения силикатов и алюмосиликатов на континенте протекали в течение всего карбона.

Химические анализы показывают, что в карбонатных породах Подмосковского бассейна имеет широкое распространение не только кремнезем, но и глинозем. В табл. 11 приведены данные (в %) 29 химических анализов карбонатных пород различного возраста и различных районов Подмосковского бассейна, содержащих избыток глинозема по сравнению с кремнеземом.

Таблица 11

| Район                                         | Количество анализов | Возраст отложений   | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | $\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$ |
|-----------------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Южное крыло Подмосковского бассейна . . . . . | 5                   | C <sub>1</sub> ок   | 0,16—1,03        | 0,41—1,21                      | 1,1—7                   |
| Тихвинский район . . . . .                    | 3                   | C <sub>1</sub> верх | 0,05—0,34        | 0,28—0,65                      | 1,9—7                   |
| „ „ . . . . .                                 | 3                   | C <sub>1</sub> згр  | 0,01—1,08        | 0,20—1,54                      | 1,5—20                  |
| Андово-Вытегорский район                      | 3                   | C <sub>2</sub>      | 0,08—0,44        | 0,58—0,96                      | 1,3—8                   |
| Южное крыло Подмосковского бассейна . . . . . | 12                  | C <sub>2</sub>      | 0,20—3,92        | 1,19—6,30                      | 1,3—10,2                |
| Андово-Вытегорский район                      | 3                   | C <sub>3</sub>      | 0,06—1,24        | 0,68—1,54                      | 1,2—10                  |

Из этих анализов видно, что избыток глинозема содержится в отложениях всех отделов карбона; он обнаружен в северной, центральной и южной частях Подмосковского бассейна, т. е. по всей его площади.

Из приведенных данных следует, что процесс глубокого химического выветривания с выделением свободного кремнезема и глинозема протекал на суше в течение всего нижнего, среднего и верхнего карбона. В связи с этим есть основания предполагать, что синхроничные береговые и озерно-болотные фации каменноугольных отложений могут содержать месторождения бокситов.

4. Одним из важнейших условий для бокситонакопления являлись благоприятные особенности палеорельефа середины визейского века.

Бокситоносные отложения накапливались в пределах слабонаклонной пенепленизированной поверхности с хорошо разработанной гидрографической сетью вблизи от береговой линии. Прибрежная зона представляла собой широкую полосу, в пониженных частях обводненную, с одной стороны, водами подступающего карбонового моря, а с другой — подпруженными пресными водами, стекающими с суши.

Прибрежная полоса была покрыта болотами, в нее вдавались заливы, лиманы и лагуны, среди которых едва поднимались островки суши. В некотором отдалении от берега в пределах суши водой заполнялась лишь густая сеть мелких и крупных долин, разделенных приподнятыми на десятки метров водораздельными участками.

В различных частях береговой зоны несколько различались и физико-химические (микрофациальные) условия осадконакопления, в результате чего получилось зональное распределение осадков. В основе «микрофациального» распределения осадков в береговой зоне лежит гипсометрическое положение и рельеф местности.

Как показали работы В. А. Котлукова (1937, 1948), центральная и северная части Тихвинского бокситоносного района по отношению

к Боровичскому району представляли собой платообразную возвышенность. В свою очередь, Боровичский район имел более высокое гипсометрическое положение по отношению к Селижарово-Андреапольскому району. В связи с таким понижением местности по направлению с севера на юг вначале береговая зона карбонового моря заняла Селижарово-Андреапольский, позднее Боровичский, а потом и Тихвинский район.

В то время как в Селижарово-Андреапольском районе господствовал сначала озерно-болотный, а затем лагунный режим, благоприятствовавший накоплению огнеупорных глин и углей, центральная часть Тихвинского района представляла собой сушу, где происходили интенсивные процессы образования элювиальной аллитной коры выветривания. Лишь глубокие депрессии Тихвинского района были в то время залиты водой. Однако, в отличие от Селижарово-Андреапольского района, угленакопление здесь не происходило. Объяснить это можно тем, что на латеритных почвах в Тихвинском районе растительный покров был скудный, а водная среда магистральных депрессий имела явно окислительный характер, способствовавший полному разложению растительных остатков. В связи с окислительной средой здесь также не было условий для образования типичных маложелезистых сухаристых глин.

Накопление довольно мощного главного угольного горизонта Селижарово-Андреапольского района происходило, несомненно, при длительной стабильности береговой зоны карбонового моря. Те же условия относительного тектонического покоя были также необходимы для накопления аллитной коры выветривания.

Таким образом, угленакопление и образование элювиальных бокситовых пород происходило в одно и то же время и в условиях одинакового тектонического режима местности.

При дальнейшей ингрессии (весьма медленной) карбонового моря была обводнена и балочная гидрографическая сеть тихвинского плато. В этих условиях началось и довольно долго продолжалось накопление долинных бокситов, чему опять же способствовало стабильное положение или вернее весьма медленное поднятие базиса эрозии.

В Боровичском районе в это время происходило накопление сухаристых глин, а затем нижнего угольного пласта.

При дальнейшем наступлении береговой линии карбонового моря континентальный режим в Тихвинском районе сменился озерно-лагунным, благодаря чему началась аккумуляция глинистого материала, покрывшего и бокситовые образования.

К северу, за пределами Тихвинского бокситоносного района, в это время продолжал еще господствовать континентальный режим и процессы эрозии преобладали над процессами аккумуляции. При этом по направлению к северу продолжительность континентального режима увеличивалась, а вместе с тем и эрозионные процессы становились интенсивнее.

Таким образом, в пределах полосы северо-западного крыла Подмосковного бассейна в селижаровское, а позднее в тульское время существовала палеогеографическая зональность, нашедшая свое отражение в фациальных особенностях, составе осадков и содержащихся в них полезных ископаемых, на что впервые было указано В. А. Котлуквым (1937).

Самая южная, Селижарово-Андреапольская зона характеризуется лагунно-морскими и озерными осадками с наличием пластов угля. Более

северная, Боровичская зона характеризуется озерными и в незначительной степени лагунными осадками, содержащими огнеупорные пластичные и сухаристые глины, а также маломощные линзы угля. Еще далее на север, начиная от рч. Прикши, расположена Тихвинская бокситоносная зона. К северу от нее, начиная примерно от р. Паши, распространена непродуктивная зона размыва, где площади с бокситовыми породами сохранились лишь в виде пятен.

Из сказанного можно заключить, что к северу от р. Паши бокситоносная зона с оптимальными условиями накопления и последующего сохранения бокситовых пород, вероятно, несколько отходит от современной границы распространения каменноугольных отложений и находится приблизительно между Кожвинским и Белым озером. Намеченное направление может быть принято, конечно, как грубый ориентир при дальнейших поисках на бокситы.

Следует обратить внимание еще на одно весьма важное положение, которое должно лежать в основе поисков на бокситы.

Как тихвинские, так и онежские осадочные месторождения бокситов расположены в непосредственной близости от «коренных» элювиальных бокситовых пород, служащих источником для их накопления. Вместе с тем также установлено, что по мере удаления от первоисточника наблюдается ухудшение качества бокситов и уменьшение мощности бокситовых пород, которые полностью выклиниваются на небольшом расстоянии. Это вполне согласуется с известным положением, что глинозем способен мигрировать лишь на весьма близкие расстояния.

Главная причина невозможности образования промышленных месторождений бокситов в удалении от первоисточника кроется в перемещении («разбавлении») свободных гидратов глинозема с каолиновым веществом во время переноса, благодаря чему по мере удаления от первоисточника бокситовые породы постепенно переходят в каолиновые глины, вначале в сухаристые со свободным глиноземом, а затем в пластичные с примесью алевроитово-песчаного материала.

Из сказанного следует, что наиболее благоприятными условиями для накопления бокситов являются такие, при которых трансгрессирующее море «подводит» водный бассейн (озера, лиманы, заливы, лагуны) непосредственно к первоисточнику бокситового вещества, что сокращает путь переноса до минимума и создает возможность отложения тонкодисперсного глинозема.

5. При оценке бокситоносности площадей, а в особенности при выборе направления и методики поисков в условиях Тихвинского и других районов Подмосквовного бассейна решающее значение имеют характер и гипсометрическое положение докарбонового рельефа или, точнее, рельефа допродуктивных свит. Тесная связь рельефа подстилающих пород с распределением месторождений бокситов несомненно имеет место и в других бокситоносных районах платформенного типа.

Как было установлено ранее в Тихвинском районе, все месторождения бокситов приурочены к девонским долинам III и к вершинам долин II порядка. Этот признак и лежит в основе поисков месторождений бокситов. Тот факт, что подошва бокситовых пород нигде в Тихвинском районе не спускается ниже горизонтали 74 м абсолютной высоты, может служить также важным поисковым признаком.

Исходя из этого можно сказать, что для собственно Тихвинского района площади, где поверхность подбокситовых пород или, при отсут-

ствии последних, поверхность отложений девона имеет абсолютные отметки ниже 70—75 м, являются бесперспективными.

Могут ли распространяться указанные эмпирически установленные поисковые признаки за пределы Тихвинского района, сказать пока трудно. Например, для района р. Онеги эти цифры не применимы; там бокситы залегают гипсометрически значительно ниже, что, очевидно, объясняется опусканием местности после их накопления.

6. Крайне существенным условием является возможность сохранения бокситовых пород от последующих внутрiformационных размывов.

Выделяются два типа размывов: локальный и региональный. Локальные размывы наблюдаются на небольших площадях и захватывают небольшую по мощности толщу пород. Бокситовые залежи в этом случае частично или целиком сохраняются от размыва. К этому типу можно отнести размывы на Ново-Усадинском, Каменноручейском и некоторых других месторождениях.

Региональные размывы распространены на широких площадях и, как правило, характеризуются полным уничтожением не только бокситовых пород, но и всей тихвинской свиты. Такой размыв можно видеть на громадной площади, расположенной к северу от р. Паши, где алексинско-михайловская толща представлена мощными песками, залегающими непосредственно на девонских отложениях. От размыва сохранились лишь отдельные участки тихвинской свиты, сохранились здесь и бокситы. Примером такого останца может служить участок, расположенный около Мягозера. К этому же типу следует отнести размыв меньших размеров, наблюдающийся на участке между ст. Неболчи и с. Жуково.

Таким образом, можно сказать, что чем мощнее толща указанных песков и чем шире их распространение, тем меньше шансов на обнаружение промышленных месторождений бокситов на этих площадях.

7. Прямым признаком возможности нахождения промышленных месторождений бокситов является наличие водораздельных или долинных сиаалитов.

Благоприятным признаком является также наличие пестроцветных и углистых подбокситовых глин или глин надбокситовой толщи. Однако мощная толща надбокситовых образований указывает на малую вероятность нахождения здесь промышленных месторождений бокситов.

Несомненно важным поисковым признаком служит петрографический состав девонских отложений, поскольку они являются материнскими породами бокситов. Песчаные девонские отложения не могут дать бокситовые породы; глины и в особенности известняки, наоборот, вполне могут служить источником для глинозема. Положительным поисковым признаком следует также считать наличие сухаристых глин типа боровичских сухарей, особенно когда в них содержится свободный глинозем, так как они генетически связаны с бокситовыми породами (как будет указано ниже).

### **Краткий обзор изученности и перспективности отдельных бокситовых районов северо-западного крыла Подмосковского бассейна**

Центральная часть Тихвинского района охватывает полосу отложений нижнего карбона от Северной ж. д. до р. Теребежи на юге (рис. 15) и содержит почти все известные промышленные месторождения бокситов. Северная половина района, расположенная

между р. Воложкой и железной дорогой, изучена очень тщательно, поэтому здесь вновь могут быть обнаружены лишь небольшие залежи бокситов. Южная половина, расположенная между рр. Воложкой и Теребежей, освещена значительно менее детально. Проведенные в 1951 г. поиски между Запольским и Каменноручейским месторождениями вы-

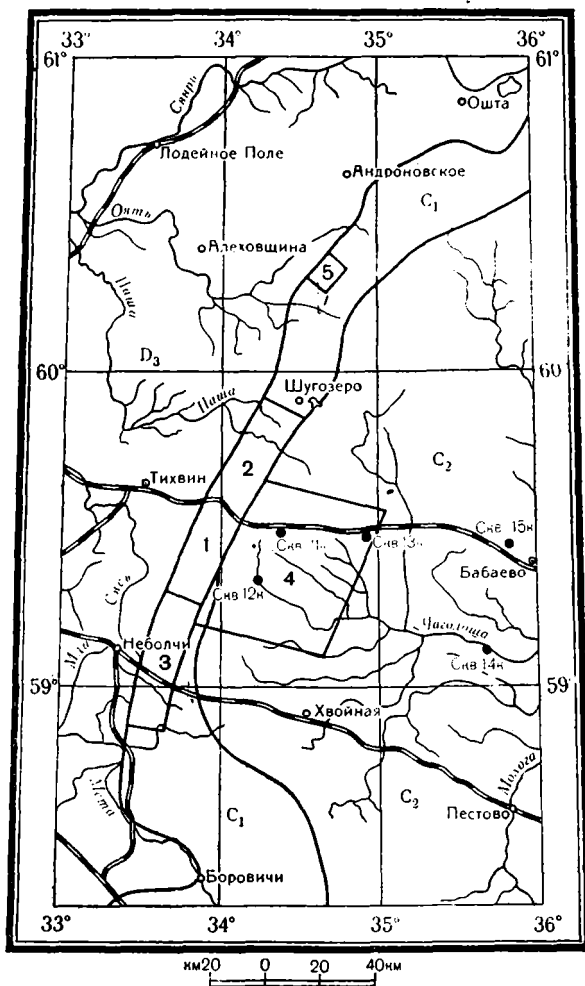


Рис. 15. Обзорная карта бокситоносных площадей Тихвинского района

1—центральная часть; 2—северная часть; 3—южная часть;  
4—восточная часть; 5—Мягозерский бокситоносный участок

явили бокситоносные площади. Широкое развитие здесь мощной песчаной фации алексинско-михайловской толщи указывает на условия, неблагоприятные для сохранения значительных месторождений бокситов. Однако отдельные месторождения, возможно, более крупные, чем Котовское, все же на этой площади могут быть обнаружены.

Восточная часть Тихвинского района. Как показало поисковое и структурное бурение в 1950—1951 гг., полоса, непосредственно прилегающая с востока к центральной детально освещенной

части Тихвинского района, в отношении бокситоносности является совершенно бесперспективной.

Основной причиной этого является резкое понижение поверхности девонских отложений вследствие углубления эрозионных долин II порядка и наличие магистральной депрессии. Абсолютные отметки поверхности девона здесь не превышают 75—85 м даже в пределах межбалочных водоразделов, что исключает возможность бокситонакопления на этой площади, а в пределах депрессии они падают до 20—30 м. Ширина магистральной депрессии пока не установлена.

В настоящее время стоит весьма важная и неотложная задача расширения поисков к востоку от полосы известных бокситовых месторождений. Теоретически допустимо встретить здесь отрицательные элементы рельефа в виде замкнутой формы, представленной в карбоне озером или лагуной, или берегового уступа карбонового моря, или широкой речной долины.

Характер изученной гидрографической сети, а главное осадков, заполняющих депрессию, не позволяет допустить возможность наличия здесь берегового уступа моря. В этом случае в подножье его должны были бы встретиться осадки прибрежного типа, чего на самом деле не наблюдается. Как уже указывалось, характер осадков, заполняющих депрессию, говорит о том, что они отлагались вначале в проточном, а потом в спокойном пресноводном или слабо засоленном водоеме. Представлял ли собой этот водоем замкнутое озеро—лагуну или широкую речную долину, без дополнительных данных окончательно решить трудно.

Буровые скважины, пройденные около с. Анисимова (г. Чагода), показали значительный подъем поверхности девонских отложений, достигающей 87 м абсолютной высоты. Вместе с тем скважины обнаружили здесь типичные сиаиллиты мощностью до 6 м.

Из этих данных можно заключить, что в районе с. Анисимова имеется второй (восточный) берег депрессии. Это дает основание для проведения здесь поисковых работ с целью выявления бокситоносности. Разумеется, что в случае положительных результатов нельзя будет ограничивать поиски только в пределах Анисимовской возвышенности, так как восточный берег продолжается и к югу и к северу от нее. При этом следует иметь в виду, что если первичные высоты поверхности девонских отложений не превышали 87 м, то промышленные месторождения бокситов могли здесь не образоваться по той же причине, что и в Боровичском районе.

Южная часть Тихвинского района по геологическим условиям может быть разделена на два участка: 1) от верховьев р. Теребежи до Мга-Рыбинской ж. д. и 2) от Мга-Рыбинской ж. д. до рч. Прикши. Общая длина всей южной части около 60 км.

Поиски 1950—1951 гг. подтвердили ранее известные данные, что в пределах первого северного участка на протяжении более чем 15 км развиты мощные пески алекинского и михайловского возраста, срезающие не только тихвинскую свиту, но и отложения девона. В этой части можно рассчитывать на обнаружение лишь сохранившихся от размыва останцов, где могут быть встречены отдельные небольшие месторождения, подобные Каменноручейскому. Однако искать эти останцы пока нецелесообразно.

На этом участке предстоит решить следующие задачи: 1) осветить поисками северный и южный его концы, прилегающие к центральной

части района и к району с. Львово, где песчаная фация переходит в обычную; 2) проследить к востоку и юго-востоку от Тихвинского района возможный переход песчаной фации бокситоносной толщи в обычную, а при наличии здесь магистральной депрессии установить второй ее борт и осветить его с точки зрения бокситоносности.

На южном участке пробурено несколько поисковых скважин, которые показывают широкое распространение бокситовых пород и абсолютные отметки поверхности девонских отложений 100—115 м. Хотя промышленных месторождений здесь пока не обнаружено, но тем не менее имеющиеся данные позволяют считать этот район заслуживающим тщательного освещения поисковыми работами на всем его протяжении.

Северная часть Тихвинского района захватывает полосу нижнекаменноугольных отложений от Кировской ж. д. до р. Паши, на протяжении около 50 км. Эта полоса до границы распространения серпуховских отложений достаточно хорошо освещена поисковыми буровыми скважинами. В ее пределах обнаружено и предварительно разведано девять месторождений, содержащих кондиционные бокситы: Деревское, Куновское, Труфановское, Старинское, Великоручейское, Саруйское I, Саруйское II, Паньшинское и Явосемское; кроме того, еще в нескольких пунктах обнаружены бокситовые породы.

Бокситовые породы здесь залегают в таких же условиях, как и в центральной части Тихвинского района. Характерной особенностью северных месторождений является сильная глинистость бокситовых пород, и поэтому, несмотря на большую их мощность, промышленных бокситов среди них очень мало. Они залегают в вершинах долин в виде небольших линз.

Истинные причины уменьшения глинозема в северных месторождениях пока не установлены. Однако такое явление нельзя считать случайным. Можно только констатировать, что к северу от центрального района уменьшается известковистость и увеличивается песчанистость девонских глин, в связи с чем, возможно, и ухудшается качество бокситов. Весьма вероятно, что это явление находится также в связи с более интенсивным размывом бокситового вещества на водоразделах и захватом вместе с ним глинистого материала, загрязняющего месторождения.

Исключение из указанных девяти месторождений составляет Явосемское, которое по запасам, качеству и размерам является вполне промышленным и тем самым подтверждает возможность нахождения в северной части района промышленных месторождений.

Широкое распространение бокситовых пород, наличие многочисленных, хотя и мелких залежей кондиционных бокситов, а также благоприятные высотные отметки и характер рельефа поверхности девонских отложений позволяют считать северную часть Тихвинского района вполне перспективной в отношении бокситоносности.

Поисковые работы здесь следует проводить по двум направлениям: а) прослеживание 2—3 бокситоносных долин и долин II порядка на значительном протяжении (6—10 км) с целью отыскания бокситоносных притоков с наиболее благоприятным сочетанием условий бокситонакопления; одновременно должен быть изучен более подробно характер девонской гидрографической сети и распределение в ней бокситовых пород; б) поиски бокситоносных площадей к востоку от краевой зоны распространения карбоновых отложений, где могут быть встречены благоприятные условия накопления долинных бокситов в связи с общими фациальными изменениями нижних горизонтов карбона в восточном направле-

нии. При наличии крупных магистральных депрессий условия бокситообразования, а вместе с тем и поиски будут более сложными.

Для разрешения этой задачи в первую очередь необходимо пройти три широтных структурных профиля длиной до 25 км с расстоянием между скважинами на профиле от 2 до 4 км. Кроме того, следует пройти меридиональный структурный профиль на всем протяжении Тихвинского района, а местами также дополнительные более короткие профили. В дальнейшем на выявленных бокситоносных участках надо поставить систематические поисковые работы.

Полоса, расположенная между рр. Пашой и Андой, имеет протяженность около 160 км и приурочена к северо-западному крылу Подмосковского бассейна. Тихвинская и алексинско-михайловская толщи освещены здесь лишь весьма редкими поисковыми скважинами, расположенными друг от друга на расстоянии 5—15 км. Скважины показали, что алексинско-михайловская толща сложена мощными песками, залегающими непосредственно на девонских отложениях. Отложения тихвинской свиты в типичном виде обнаружены лишь в районе верховьев р. Ояти, около Мягозера.

Поисковыми работами 1951 г. (В. С. Кофман) на отрезке около 20 км несколькими скважинами здесь обнаружены бокситовые породы, достигающие 11 м мощности. Среди них выявлены кондиционные бокситы мощностью в одном месте 0,5 м, а в другом до 4 м.

Поверхность девонских пород довольно ровная, имеющая общий уклон к востоку. В этом же направлении наметились две долины, содержащие кондиционные бокситы, однако условия залегания бокситов и бокситовых пород пока не совсем ясны. В отличие от центральной части Тихвинского района, здесь бокситовые породы образуют шлейфовообразный покров, приуроченный к склону пологой депрессии. Бокситовые породы подстилаются пестроцветными глинами, на которых в наиболее пониженных частях рельефа появляются углистые глины мощностью до 2 м.

Поверхность девонских отложений имеет отметки 120—130 м. В верхней части они представлены глинами, нередко известковистыми. Бокситовые породы покрываются пластичными глинами, выше которых залегают песчано-глинистые породы с двумя маломощными пластами известняков, нижний из которых, вероятно, относится к а<sub>6</sub>, а верхний — к а<sub>6</sub>.

К северу и к югу от описанного Мягозерского участка развиты мощные пески, залегающие непосредственно на девоне.

Таким образом, литология Мягозерского участка весьма сходна с более южными бокситоносными площадями. Здесь имеется девон, представленный известковыми глинами, тихвинская свита, сложенная подбокситовыми пестроцветными и углистыми глинами, бокситовая толща с кондиционными бокситами и алексинско-михайловская толща, представленная полипетрографической фацией, покрываемая веневскими известняками.

Задачи поисков на этом участке сводятся в первую очередь к следующему: 1) выяснить размеры и формы залежей бокситовых тел и взаимоотношение их с рельефом поверхности девонских отложений; 2) проследить распространение бокситоносной площади по направлению к юго-востоку и установить характер поверхности девонских отложений; 3) установить фациальные и стратиграфические взаимоотношения песчаного и нормального разреза бокситоносной толщи.

Весьма важно выяснить, является ли Мягозерское месторождение

изолированным бокситоносным участком, оставшимся от размыва, или он возник в результате сочетания благоприятных фациальных условий, отличных от окружающей обстановки, при которой образовались пески. В последнем случае можно ожидать продолжения бокситоносной площади к юго-востоку, в направлении возможного перехода дельтовых песчаных образований в глинисто-бокситовые породы. Таким образом, бокситоносная зона, намечавшаяся значительно восточнее, в действительности располагается ближе к Мягозерскому участку, который, возможно, представляет собой западное ответвление этой зоны.

Полученные за последнее время данные поисков указывают на большие перспективы Андомо-Пашской полосы. Однако севернее Мягозерского участка, как и раньше, можно считать, что возможность обнаружения значительных площадей с промышленными месторождениями бокситов весьма невелика. Здесь могут быть обнаружены лишь единичные небольшие месторождения глинистых бокситовых пород, не имеющие промышленного значения.

Такой вывод основан на следующих данных: 1) наличии еще до отложения песков алексинско-михайловской толщи широкого площадного размыва, уничтожившего бокситовые породы; 2) преобладании песков и песчаных глин в девонских отложениях, а также некарбонатности глин. Ввиду значительного расстояния (около 30—50 км) от Балтийского кристаллического щита нельзя также рассчитывать на принос отсюда высокоглиноземистого бокситового вещества.

Из сказанного следует, что нецелесообразно вести систематические поиски в этой части Подмосковского бассейна. Здесь пока можно ограничиться проходкой дополнительных буровых скважин на неосвещенных площадях с целью выяснения фациальных условий осадков. Несколько более тщательного освещения требует участок, расположенный между р. Пашой и Мягозером. Однако и здесь развиты мощные пески алексинско-михайловской свиты.

Несомненно интересным и требующим проверки является вопрос о перспективах бокситоносности в юго-восточном направлении. Как уже указывалось, эта мысль основывается на возможности фациальных и петрографических изменений каменноугольных и девонских отложений в этом направлении, а также на возможности сохранения бокситов от последующих размывов.

С этой целью для начала можно ограничиться проходкой двух структурных профилей. Один профиль можно пройти по рр. Вытегре и Ковже примерно до границы верхнего и среднего карбона, второй должен являться восточным продолжением Мягозерского участка. Длина профилей 50—70 км, расстояние между скважинами на профиле 5—10 км.

Признаки бокситоносности на площади, расположенной к югу от Тихвинского района. Намеченные ранее участки для поисков содержат более или менее конкретные признаки в отношении их бокситоносности. Значительно более общими признаками приходится руководствоваться при оценке бокситоносности площадей, находящихся за пределами Тихвинского района.

К югу от Кремницкого месторождения бокситовых пород фациальный характер осадков селижаровского и тульского горизонтов значительно отличается от осадков тихвинской бокситоносной свиты. Здесь, вероятно, отсутствовали те благоприятные физико-географические условия, которые существовали в бокситоносной части Тихвинского района.

Однако по некоторым признакам можно сделать вывод, что в Боровичском и Валдайском районах все же происходили процессы бокситообразования. Таким признаком является наличие сухаристых каолиновых глин, часто содержащих избыток глинозема и имеющих, как и в Тихвинском бокситоносном районе, несомненную генетическую связь с бокситовыми породами. В тех местах, где бокситовые породы покрываются, а в особенности подстилаются углистыми глинами, можно наблюдать, что обычные сиаллиты как сверху, так и книзу по разрезу постепенно переходят в светлосерые или слабо окрашенные сухаристые глины типа боровичских сухарей (маложелезистые сиаллиты).

Еще более распространенным является переход бокситовых пород в сухаристые глины вниз по девонским долинам: бокситовые породы переходят сначала в аллиты, затем в обычные сиаллиты, а еще ниже по долине в светлые сухаристые глины. Примером может служить разведанное Синенковское месторождение огнеупорных сухаристых глин (сиаллитов), представляющее собой продолжение тела бокситов Синенского месторождения. В этих глинах (сиаллитах) нередко наблюдается избыток глинозема за счет примеси к каолинитовому веществу гиббсита или бёмита. Содержание  $Al_2O_3$  в них достигает 47,3%, а избыточного глинозема в некоторых отдельных пробах 5—10%.

Меньшую связь с бокситовыми породами имеют сухаристые глины Боровичского района. Наличие свободного глинозема в боровичских сухаристых глинах отмечалось многими исследователями. Пересчет химических анализов, произведенный В. В. Гончаровым (1937) и М. Ф. Викуловой (1940), показывает, что содержание свободного глинозема в некоторых пробах боровичских глин достигает 4,5—7%. Выделенный В. В. Гончаровым из сухаристых глин двупреломляющий минерал имеет следующий химический состав (в %):  $SiO_2$  28,43;  $Al_2O_3$  48,74;  $Fe_2O_3$  0,21;  $TiO_2$  2,25; п. п. п. 20,1. Из этого анализа следует, что в боровичских сухаристых глинах содержится гидраргиллит, что подтвердилось микроскопическими исследованиями.

Химический анализ красно-бурой оолитовой породы, залегающей в виде прослоя среди сухаристых глин в забое шахты № 8 (имени Артема) Любятинского района, показал следующие компоненты (в %):  $SiO_2$  18,56;  $Al_2O_3$  28,24;  $TiO_2$  0,85;  $Fe_2O_3$  30,92;  $CaO$  3,5;  $MgO$  0,15;  $SO_3$  1,70; п. п. п. 14,0. Этот анализ указывает, что среди сухаристых глин встречаются прослои или включения бокситовых пород. Однако следует подчеркнуть, что среди сухаристых глин Боровичского района не удалось обнаружить подобную породу.

В работе М. Ф. Викуловой (1940) указывается, что образец сухаристой глины, давший при пересчете химического анализа избыток глинозема в 4,65%, на термограмме показал гидраргиллитовую остановку. Наличие этого минерала подтверждается также и рентгеноструктурным анализом.

Сходство боровичских сухаристых глин с типичными сиаллитами Тихвинского района подчеркивается их пористой и оолитовой текстурой, а также розовой окраской.

В отношении условий образования боровичские сухаристые глины также имеют много общих черт с маложелезистыми сиаллитами, залегающими в низовьях бокситоносных долин Тихвинского района. И те и другие накапливались в озерных водоемах с слабо восстановительной или слабо окислительной средой, лишь с той разницей, что боровичские сухаристые глины образовались в значительно более обширных озерных бассейнах,

в удалении от источников гидратов глинозема. По времени накопления они также весьма близки.

Широкое распространение бокситовых пород и сухаристых глин в Тихвинском и соседних районах указывает на общность условий их образования. Таким общим условием, очевидно, является климат, способствующий глубоким процессам разложения алюмосиликатов с выделением свободного глинозема. При этом различный состав и характер материнских пород, рельеф местности, фациальные и другие условия, а в особенности их сочетание имели также существенное значение: они обуславливали возможность накопления в том или другом месте достаточного количества бокситовых пород. Этими же дополнительными факторами объясняется различный состав и другие особенности бокситовых образований в разных местах бассейна.

Исходя из факта широкого распространения сухаристых глин, парагенетически связанных с бокситовыми породами, в районах, расположенных к югу от Тихвинского бокситоносного района, можно предполагать, что и там имеются залежи бокситов.

### **Методика поисковых работ в Тихвинском бокситоносном районе**

В основе методики поисков на бокситы в Тихвинском районе лежат поисковые признаки и геологические особенности, изложенные выше.

Определение положения и характера докарбоновой гидрографической сети является главной задачей поисков, так как месторождения бокситов залегают только в довизейских долинах III порядка и в верховьях долин II порядка. Необходимо также иметь в виду, что при отсутствии промышленных бокситов в низовьях или средней части долин II, а иногда и III порядка они могут быть обнаружены в вершинах или в притоках этих долин. Из сказанного следует, что при поисках необходимо не только обнаружить бокситоносную долину, но также выяснить, какая именно часть ее вскрыта (верховье, низовье или средняя часть), чтобы в соответствии с этим направить дальнейшие поиски.

Изложенные ранее палеогеографические выводы и литологические особенности строения продуктивной толщи, а также накопившийся опыт геолого-разведочных работ позволяют наметить последовательность и методику проведения поисков в Тихвинском бокситоносном районе.

1-й этап поисков имеет целью выяснение общих фациальных и литологических черт на больших площадях, с тем чтобы решить вопрос о перспективности района в отношении бокситоносности. Определяющими условиями являются: абсолютные отметки поверхности девонских отложений, наличие и характер тихвинской свиты, наличие или отсутствие размылов и др. Скважины закладываются по определенным линиям — профилям, расположенным вкрест направления береговой линии (максимальных фациальных изменений), главным образом с северо-запада на юго-восток. Расстояние между профилями 10—12 км, расстояние между скважинами на профилях до 5 км и лишь в редких случаях больше. В эту стадию не исключается также возможность проходки отдельных скважин с целью освещения площади.

2-й этап. На выявленных перспективных площадях проходятся скважины с целью: а) определения общих черт карбонового рельефа; б) фациально-литологического изучения тихвинской, а также алексинско-михайловской толщ; в) определения местонахождения, размеров и направления магистральных депрессий I порядка.

Скважины закладываются по линиям (профилям) в направлении, перпендикулярном к склону предполагаемой магистральной депрессии. Если положение депрессии неизвестно, то закладываются две взаимно перпендикулярные линии. Профили продолжают до тех пор, пока не будет определена ширина депрессии или пока длина профиля не достигнет 5—10 км. Расстояние между скважинами на профиле 1—4 км.

Прослеживание общего направления магистральной депрессии или одного ее борта производится при помощи профилей, расположенных

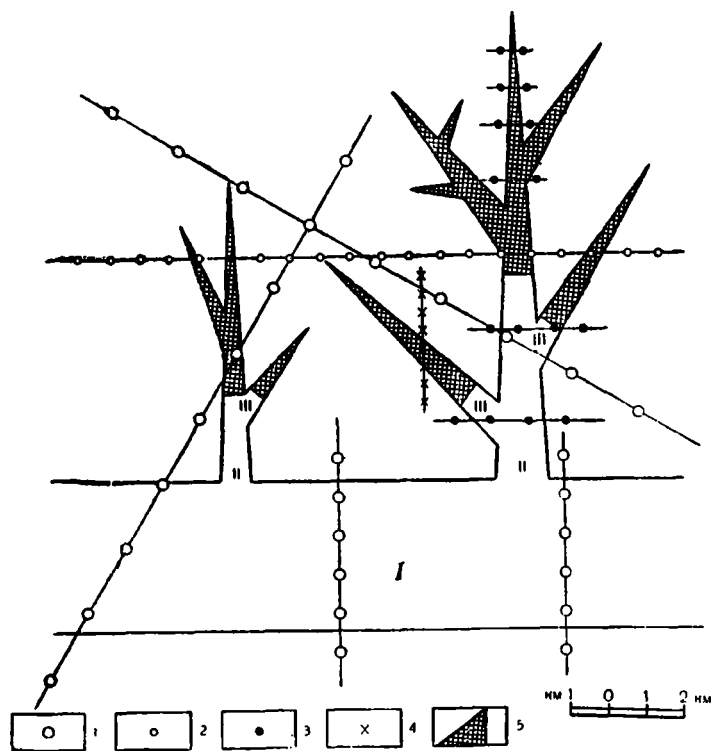


Рис. 16. Схема расположения поисковых скважин

*I*—скважины 2-го этапа поисков; *2*—скважины 3-го этапа поисков; *3*—скважины 4-го этапа поисков; *4*—скважины, заданные с целью поисков боковых долин; *5*—бокситоносная часть долины  
*I*—древние долины первого порядка; *II*—древние долины второго порядка; *III*—древние долины третьего порядка

вкрест направления депрессии; профили закладываются на расстоянии около 5 км друг от друга, с расстоянием между скважинами на профилях от 1 до 3 км.

При неизвестном направлении магистральных депрессий поисковые скважины могут быть расположены в виде более или менее равномерной сетки через 1—2 км.

3-й этап. После того как наметилось направление магистральной депрессии или ее борта, или общий уклон поверхности девонских отложений, согласно которой должны следовать долины, приступают к поискам долин II и III порядков. Поиски производятся линией скважин (профилем). Поисковый профиль проходит параллельно борту магистральной долины на расстоянии 3—5 км от бровки ее склона так,

чтобы засечь среднюю или верхнюю часть долин II или III порядка. Наиболее важным критерием при этом являются высотные отметки поверхности девонских отложений, которые не должны быть ниже 70—75 м. Расстояние между скважинами на профилях от 0,2 до 1 км (рис. 16) со сгущением до 100 м в местах, где обнаружены бокситовые породы или благоприятные условия для их нахождения.

В результате поисковых работ 1-го, 2-го и 3-го этапов окончательно выясняется перспективность тех или иных площадей; устанавливается общая схема основной гидрографической сети поверхности девонских отложений, а также устанавливается бокситоносность и фациальный характер отложений тихвинской и алексинско-михайловской толщи. Кроме пройденных скважин, в разные поисковые этапы может потребоваться проходка дополнительных скважин или даже дополнительных профилей для выяснения или уточнения ряда вопросов.

Проведенные предварительные поисковые работы дают основание приступить к дальнейшим детальным поискам месторождений бокситов на наиболее перспективных площадях.

4-й этап имеет целью обнаружение и прослеживание бокситоносных долин и месторождений бокситов.

При 3-м или даже 2-м и 1-м этапе работ поисковыми скважинами могут быть обнаружены бокситовые породы или выявлены бокситоносные долины III порядка. Однако не исключена также возможность, что, несмотря на явную бокситоносность, ни одна из поисковых скважин не обнаружит бокситовые породы, так как даже для насыщенной месторождениями части в среднем лишь каждая 4—5-я скважина попадает на бокситовые породы.

Буровая скважина, встретившая бокситовые породы, независимо от их мощности, качества и гипсометрического положения, должна служить исходной точкой, от которой будут развиваться поисковые работы.

Анализ имеющегося материала по изучению изменений направления девонских бокситоносных и сходных с ними современных долин позволяет более обоснованно подойти к поискам и установлению рациональной сети скважин.

В табл. 12 приведены данные отклонения долин от заданного направления. Замеры углов направления долин брались по карте масштаба 1:50 000; на каждом полукилометровом отрезке замерялся угол, образованный продолжением ранее существовавшего направления и истинным направлением долины. Для древних бокситоносных долин Тихвинского района сделано 100 таких замеров.

Из приведенных данных следует, что 75% замеров дают отклонение не более  $10^\circ$ , а отклонения более  $25^\circ$  составляют лишь 7%.

В таблице приведены также данные, полученные таким же путем по современным балочным долинам Воронежской и Запорожской областей, где они имеют аналогичную с девонскими долинами форму и также развивались в мягких суглинистых породах. Как видно из таблицы, данные по четвертичным и девонским долинам почти полностью совпадают, что дает основание использовать их для тех же целей.

Приведенные цифры показывают, что для определения расстояния между профилями следует брать угол возможного отклонения не более  $25^\circ$ , при котором ошибка составляет лишь 5—7%.

Определение расстояния между профилями при различных углах

Таблица 12

|  | Углы отклонения долин от заданного направления |        |        |        |        |           | Количество замеров |
|--|------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------------|
|  | 0—10°                                          | 11—15° | 16—20° | 21—25° | 26—30° | более 30° |                    |

*Для древних бокситоносных долин Тихвинского района*

|                               |       |     |   |       |   |     |     |
|-------------------------------|-------|-----|---|-------|---|-----|-----|
| Количество случаев отклонения | 75    | 3   | 7 | 6     | 5 | 2   | 100 |
| То же в % . . .               | 75    | 3   | 7 | 6     | 5 | 2   |     |
| Средние углы отклонений . . . | 0,25° | 17° |   | 22,6° |   | 37° |     |

*Для современных овражно-балочных долин Воронежской и Запорожской областей*

|                               |       |       |    |       |     |     |     |
|-------------------------------|-------|-------|----|-------|-----|-----|-----|
| Количество случаев отклонения | 331   | 57    | 65 | 67    | 18  | 7   | 545 |
| То же в % . . .               | 61,5  | 10,5  | 12 | 12,4  | 3,3 | 1,3 |     |
| Средние углы отклонений . . . | 0,65° | 15,3° |    | 22,8° |     | 35° |     |

Расстояние между профилями

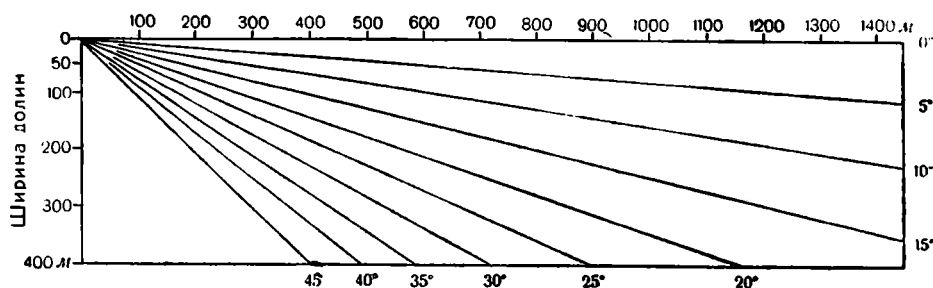


Рис. 17. Диаграмма для определения расстояний между поисковыми профилями при различных углах отклонения долин от заданного направления

отклонения и различной ширине легко производится при помощи диаграммы (рис. 17) или по формуле

$$a = b \operatorname{ctg} \alpha,$$

где  $a$  — расстояние между профилями;

$b$  — ширина долины;

$\alpha$  — угол возможного отклонения от заданного профиля.

При возможном угле отклонения от заданного направления, равном 25°, оптимальным расстоянием между профилями следует считать утроенную ширину долины. Для ускорения поисков и экономии метража в безрудной части долин следует разрезать скважины на профилях. В промежуточных профилях достаточно пройти лишь одну скважину, попавшую в долину, а полные профили для выяснения ширины и характера долины можно проходить через одну или две намеченные линии.

4-й этап поисковых работ дает вполне определенные контуры бокситового тела и качественную его характеристику, так что после проходки нескольких дополнительных скважин можно подсчитать запасы по категории  $C_1$ .

5-этап включает детальную разведку месторождения с густотой сети скважин  $100 \times 200$  или  $50 \times 100$  м.

На практике часто не придерживаются изложенной выше последовательности поисковых работ. При обнаружении бокситовых пород одной из буровых скважин сразу же переходят к 4-му этапу, минуя 3-й. Такое изменение последовательности вызывается обычно желанием быстрее обнаружения нового месторождения. Однако при освещении значительных площадей такой метод не приводит к общему ускорению работ, а наоборот, в итоге к замедлению их и проходке лишних скважин.

### **Некоторые геолого-экономические данные по месторождениям бокситов**

Бокситовые породы в Тихвинском бокситоносном районе имеют широкое распространение, промышленные же бокситы залегают среди них небольшими линзами, представляющими собой отдельные месторождения. По состоянию данных на 1/1 1953 г. в Тихвинском бокситоносном районе насчитывается 48 месторождений (см. рис. 8).

Основные геолого-экономические данные по месторождению приведены в табл. 13.

По степени изученности Тихвинский бокситоносный район разделен на три части: центральную (наиболее изученную), заключенную между Северной ж. д. и широтой оз. Никулинского; северную — между Северной ж. д. и широтой Шугозера и южную — от оз. Никулинского до широты с. Любытино. Последние две части мало изучены, и в настоящее время там производятся поисково-разведочные работы.

Месторождения № 1 — 6 (см. рис. 8) расположены в пределах северной части, месторождения № 7 — 40 — в центральной и № 41 — 45 — в южной части.

Значительное число месторождений (№ 1, 7 — 10, 14 — 16, 19 — 21, 24 — 27, 31, 32, 35 — 37, 40), главным образом в центральной части района, разведано детально с подсчетом запасов по категориям  $A_2$  и  $B$ ; по 13 месторождениям (№ 3 — 6, 11 — 13, 17, 18, 22, 23, 33, 34) произведена предварительная разведка с подсчетом запасов по категории  $C_1$ ; 7 месторождений (№ 28, 29, 30, 41, 42, 43, 44) находятся в стадии предварительной разведки; 3 месторождения (№ 2, 38, 39) вследствие их незначительной величины не имеют промышленного значения.

Месторождения Подсосненское, Губско-Почаевское, Красноручейское и Максимовское частично выработаны. Месторождения № 1а, 1б, 1в до конца не исследованы, и промышленная ценность их не установлена. Кремницкое месторождение промышленных бокситов не имеет; сиаллиты, слагающие его, являются сырьем для красочной промышленности.

Геологическое строение месторождений различно в зависимости от положения в рельефе поверхности дочетвертичных пород.

Месторождения, расположенные в пределах нижней части склона карбонового уступа, характеризуются простым геологическим разрезом: непосредственно под четвертичным покровом залегают бокситовые породы, содержащие промышленные бокситы. К ним относятся месторождения № 1, 27, 31, 32, 35, 37. Разработка этих месторождений производится открытым способом.

## Основные геолого-экономические данные по

| № по карте | Название месторождения                                                  | Средний химический состав |                                |                                |                   |                |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------|
|            |                                                                         | SiO <sub>2</sub>          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub>  | CaO            |
| 1          | 2                                                                       | 3                         | 4                              | 5                              | 6                 | 7              |
| 1          | Явосемское<br>(Гладышева, 1950 <sub>2</sub> ф;<br>Петрова и др., 1951ф) |                           |                                |                                |                   |                |
|            | Центральная линза                                                       | 15,07                     | 49,27                          | 9,49                           | 3,31              | 4,33           |
|            | Южная линза                                                             | 11,52                     | 47,33                          | 15,49                          | 2,83              | 4,25           |
| 1а         | Саруйское I<br>(Гладышева, 1952 <sub>2</sub> ф)                         | 15,44—<br>30,92           | 32,19—<br>41,20                | 9,45—<br>19,33                 | 1,68—<br>2,62     | 0,92—<br>12,32 |
| 16         | Саруйское II<br>(Гладышева, 1950 <sub>2</sub> ф)                        |                           |                                |                                | Бокситовые породы |                |
| 1в         | Паньшинское<br>(Гладышева, 1950 <sub>2</sub> ф)                         | 19,51                     | 41,42                          | 18,97                          | 2,41              | 3,25           |
| 2          | Великоручейское<br>(Мошкова, 1948ф)                                     | 14,10—<br>29,10           | 31,85—<br>41,42                | 9,38—<br>21,86                 | 1,10—<br>2,88     | 0,56—<br>10,25 |
| 3          | Труфановское<br>(Мошкова, 1948ф)                                        | 11,42                     | 41,98                          | 21,08                          | 2,50              | 5,26           |
| 4          | Старинское<br>(Мошкова, 1948ф)                                          | 10,17                     | 37,86                          | 19,61                          | 1,88              | 7,54           |
| 5          | Куновское<br>(Мошкова, 1948ф)                                           | 10,50                     | 43,45                          | 11,05                          | 2,17              | 7,60           |
| 6          | Деревское<br>(Мошкова, 1948ф)                                           | 11,74                     | 40,94                          | 14,92                          | 2,24              | 6,87           |
| 7          | Батьковское (южная линза)<br>(Семенова, 1946 <sub>1</sub> ф)            | 11,35                     | 41,13                          | 17,55                          | Нет данных        | 6,33           |
| 8          | Батьковское (восточная линза)<br>(Губайдулина и Саар, 1949ф)            | 11,77                     | 39,95                          | 15,79                          | 1,61              | 8,07           |

Таблица 13

## Тихвинским месторождениям бокситов

| бокситов в % |                 | Сред-<br>няя<br>мощ-<br>ность<br>бок-<br>ситов<br>в м | Марка        | Пределы<br>колебаний<br>глубины<br>залегания<br>бокситов в м |       | Сред-<br>няя<br>мощ-<br>ность<br>вскры-<br>ши<br>в м | Примечание                                                                                    |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| MgO          | п.п.п.          |                                                       |              | от                                                           | до    |                                                      |                                                                                               |
| 8            | 9               |                                                       |              | 10                                                           | 11    |                                                      |                                                                                               |
| Не опр.      | 17,92           | 2,44                                                  | Б-5          | 0,15                                                         | 20,0  | 8,64                                                 | М-ние детально разведано                                                                      |
| " "          | 48,61           | 3,12                                                  | Б-4          | 5,0                                                          | 25,25 | 9,76                                                 | М-ние детально разведано                                                                      |
| " "          | 13,26—<br>25,56 | Аллиты<br>1,75                                        |              | 33,5                                                         | 34,25 | 33,87                                                | Бокситов нет, вскрыты только аллиты. Бокситоносная долина до конца не прослежена              |
| (сиаллиты)   |                 |                                                       |              | 14,30                                                        | 25,30 | 19,54                                                | Бокситы не встречены. Вскрыто только верховье долины                                          |
|              | 14,20           | 0,50                                                  | Б-12         | 18,0                                                         | 37,50 | 27,75                                                | Бокситы встречены в двух скважинах. Долина до конца не прослежена, вскрыто только ее верховье |
| Не опр.      | 16,21—<br>22,9  | 0,25                                                  | Б-11         | Более 40 м                                                   |       |                                                      | Непромышленное                                                                                |
| " "          | 16,90           | 0,50—<br>4,25                                         | Б-10         | 27,05                                                        | 43,65 |                                                      | М-ние разведано недостаточно, девонская долина до конца не прослежена                         |
| " "          | 22,84           | 2,70                                                  | Б-11         | 22,5                                                         | 28,0  |                                                      | Разведано предварительно                                                                      |
| " "          | 25,22           | 2,17                                                  | Б-10         | 22,25                                                        | 36,50 | 28,18                                                | Не имеет промышленной оценки, перспективы окончательно не выяснены                            |
| " "          | 23,2            | 0,25—<br>4,0                                          | Б-10         | 20,0                                                         | 29,0  |                                                      | Запасы отнесены к группе не имеющих промышленной оценки                                       |
| " "          | Нет данных      | 3,10                                                  | Б-10         | 8,0                                                          | 22,5  | 17,0                                                 | Запасы утверждены ВКЗ в 1947 г.                                                               |
| " "          | 22,93           | 3,42                                                  | Б-10<br>Б-11 | 23,50                                                        | 35,08 | 30,11                                                | Запасы утверждены ВКЗ в 1947 г.                                                               |

| № по карте | Название месторождения                                                     | Средний химический состав |                                |                                |                  |                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|----------------|
|            |                                                                            | SiO <sub>2</sub>          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO            |
| 1          | 2                                                                          | 3                         | 4                              | 5                              | 6                | 7              |
| 9          | Синенское<br>(Соколова и Сыромятников, 1951 ф)                             | 11,04                     | 42,87                          | 16,72                          | 2,08             | 7,10           |
| 10         | Малогорское<br>(Дугина и Корнильева, 1949 ф)                               | 14,94                     | 45,60                          | 19,44                          | 2,37             | 2,51           |
| 11         | Радынское<br>(Периодическая отчетность, 1951 ф)                            | 11,59                     | 44,53                          | 19,77                          | 2,26             | 4,09           |
| 12         | Могатинское<br>(Периодическая отчетность, 1951 ф)                          | 6,87—<br>18,22            | 37,10—<br>45,89                | 5,52—<br>20,04                 | 1,40—<br>2,21    | 1,28—<br>17,01 |
| 13         | Дубнягское<br>(Периодическая отчетность, 1951 ф)                           | 13,08—<br>16,58           | 39,75—<br>43,53                | 15,01—<br>22,30                | 1,84—<br>2,38    | 1,25—<br>4,40  |
| 14         | Подсосненское<br>Восточная часть (Быков, 1945 ф; Быков и Сорокина, 1945 ф) | 13,93                     | 41,32                          | 16,38                          | 2—3              | 7,11           |
|            | Западная часть, не выработанная (Литвиненко, 1946, ф)                      | 15,11                     | 48,09                          | 16,34                          | 2,17             | 2,11           |
| 15         | Губско-Почаевское<br>(Сорокина, 1945, ф)                                   | 13,88                     | 39,56                          | 11,71                          | Нет данных       | 7,92           |
| 16         | Губское<br>(Соколова и Саар, 1951 ф)                                       | 12,52                     | 44,03                          | 16,76                          | 2,07             | 5,06           |
| 17         | Веселецкое<br>(Периодическая отчетность, 1950 ф)                           | 11,19—<br>16,42           | 40,03—<br>49,92                | 12,56—<br>21,77                | 1,96—<br>2,26    | 2,20—<br>4,34  |
| 18         | Селищенское<br>(Периодическая отчетность, 1950 ф)                          | 11,39—<br>16,29           | 40,38—<br>48,29                | 14,26—<br>18,18                | 2,11—<br>2,62    | 2,95—<br>5,05  |
| 19         | Ново-Усадинское<br>(Дугина, 1947 ф; Ковригин, 1940 ф)                      | 7,70—<br>26,16            | 38,48—<br>60,82                | 4,70—<br>34,20                 | 1,82—<br>3,88    | 0,15—<br>1,75  |
| 20         | Малявинское I<br>(Дугина, 1947 ф; Ковригин, 1940 ф)                        | 13,69                     | 46,02                          | 16,65                          | 2,56             | 2,73           |
| 21         | Задокское<br>(Оганезова, 1948 ф)                                           | 13,65                     | 44,11                          | 17,23                          | 2,44             | 3,54           |

| бокситов в % |                 | Средняя<br>мощность<br>бокситов<br>в м | Марка               | Пределы колебаний<br>глубины залегания бокситов в м |       | Средняя<br>мощность<br>вскрыши<br>в м | Примечание                                                                           |
|--------------|-----------------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| MgO          | п.п.п.          |                                        |                     | от                                                  | до    |                                       |                                                                                      |
| 8            | 9               |                                        |                     | 12                                                  | 13    |                                       |                                                                                      |
| 8            | 9               | 10                                     | 11                  | 12                                                  | 13    | 14                                    | 15                                                                                   |
| Не опр.      | 20,17           | 3,30                                   | Б-4                 | 22,2                                                | 37,5  | 30,0                                  | Детально разведано, марка определена по ГОСТ 972-50, запасы утверждены ВКЗ в 1951 г. |
| " "          | 15,02           | 2,80                                   | Б-11                | 29,15                                               | 62,77 | 46,65                                 | Детально разведано, запасы утверждены ВКЗ в 1950 г.                                  |
| " "          | 17,08           | 3,67                                   | Б-4                 | 34,90                                               | 60,20 | 46,66                                 | Разведано предварительно, производится детальная разведка                            |
| " "          | 17,02—<br>30,35 | 3,0                                    | Б-4<br>Б-5          | 59,97                                               | 89,50 | 73,50                                 | Разведано предварительно в 1951 г., за-<br>проектирована де-<br>тальная разведка     |
| " "          | 15,10—<br>21,22 | 3,0                                    | Б-5<br>Б-6          | 58,18                                               | 67,64 | 63,01                                 | Разведано предвари-<br>тельно в 1951 г.                                              |
| " "          | 15,20           | 3,39                                   | Б-11                | 17,0                                                | 55,93 | 36,54                                 | Детально разведано,<br>частично выработано,<br>запасы утверждены<br>ВКЗ в 1946 г.    |
| " "          | 15,76           | 3,22                                   | Б-11                | Вскрыша снята                                       |       |                                       |                                                                                      |
| " "          | Нет<br>данных   | 2,62                                   | Б-11                | 14,25                                               | 25,50 | 18,46                                 | Детально разведано,<br>частично выработано,<br>запасы утверждены<br>ВКЗ в 1945 г.    |
| " "          | 18,98           | 3,95                                   | Б-4                 | 2,25                                                | 46,30 | 24,0                                  | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1951 г.                          |
| " "          | 15,67—<br>22,91 | 3,21                                   | Б-6<br>Б-10<br>Б-11 | 14,72                                               | 38,45 | 28,89                                 | Разведано предвари-<br>тельно в 1950 г.                                              |
| " "          | 26,05—<br>22,36 | 3,16                                   | Б-6<br>Б-10<br>Б-11 | 37,60                                               | 48,82 | 41,08                                 | Разведано предвари-<br>тельно в 1950 г.                                              |
| " "          | 11,30—<br>21,50 | 2,65                                   | Б-11                | 7,0                                                 | 18,0  |                                       | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1948 г.                          |
| " "          | 16,78           | 3,80                                   | Б-11                | 20,0                                                | 67,74 | 34,44                                 |                                                                                      |
| " "          | 18,70           | 3,82                                   | Б-11                | 21,0                                                | 60,0  | 45,12                                 | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1948 г.                          |

| № по карте | Название месторождения                                           | Средний химический состав |                                |                                |                  |                |
|------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|----------------|
|            |                                                                  | SiO <sub>2</sub>          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO            |
| 1          | 2                                                                | 3                         | 4                              | 5                              | 6                | 7              |
| 22         | Маявинское II (Комагорская и Иванова, 1950ф)                     | 14,14                     | 39,86                          | 11,07                          | 1,97             | 8,27           |
| 23         | Вельгинское (Комагорская и Иванова, 1950ф)                       | 12,90                     | 44,49                          | 15,84                          | 2,35             | 5,05           |
| 24         | Новое (Быков и Сорокина, 1946ф)                                  | 13,01                     | 40,61                          | 15,77                          | Нет данных       | 5,70           |
| 25         | Красноручейское (Сорокина, 1945 <sub>1</sub> ф)                  | 12,53                     | 41,0                           | 15,82                          | Нет данных       | 6,14           |
| 26         | Дороховское I (Семенова, 1946 <sub>2</sub> ф)                    | 14,00                     | 46,0                           | 17,23                          | Нет данных       | 4,51           |
| 27         | Максимовское (Белорусов, 1947ф; Литвиненко, 1946 <sub>1</sub> ф) | 13,82                     | 12,06                          | 16,14                          | 2,31             | 4,93           |
| 28         | Дороховское II (Периодическая отчетность, 1951ф)                 |                           |                                |                                |                  |                |
| 29         | Овинецкое (Периодическая отчетность, 1951ф)                      |                           |                                |                                |                  |                |
| 30         | Фоминское (Периодическая отчетность, 1951ф)                      |                           |                                |                                |                  |                |
| 31         | Чунинское (Быков, 1945 <sub>2</sub> ф)                           |                           |                                |                                |                  |                |
|            | Северное гнездо                                                  | 13,49                     | 46,07                          | 15,10                          | Нет данных       | 4,22           |
|            | Южное гнездо                                                     | 13,37                     | 45,44                          | 12,49                          | Нет данных       | 6,20           |
| 32         | Плесовское (Дугина, 1946ф)                                       | 16,23                     | 50,82                          | 16,53                          | 2,40             | 0,66           |
| 33         | Ярцевское (Периодическая отчетность, 1950ф)                      | 4,73—<br>19,75            | 35,31—<br>55,54                | 2,90—<br>16,72                 | 1,66—<br>2,76    | 1,96—<br>9,00  |
| 34         | Мозолевское (Периодическая отчетность, 1951ф)                    | 10,22—<br>20,44           | 34,40—<br>45,78                | 4,30—<br>20,22                 | 1,40—<br>2,54    | 0,60—<br>18,08 |

| бокситов в % |                 | Сред-<br>няя<br>мощ-<br>ность<br>бок-<br>ситов<br>в м | Марка        | Пределы<br>колебаний<br>глубины за-<br>легания бок-<br>ситов в м |       | Сред-<br>няя<br>мощ-<br>ность<br>вскры-<br>ши<br>в м | Примечание                                                                                                                                       |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MgO          | п.п.п.          |                                                       |              | от                                                               | до    |                                                      |                                                                                                                                                  |
| 8            | 9               |                                                       |              | 10                                                               | 11    |                                                      |                                                                                                                                                  |
| Не опр.      | 24,71           | 2,43                                                  | Б-10<br>Б-11 | 50,90                                                            | 81,55 | 67,0                                                 | Разведано предвари-<br>тельно в 1949 г., под-<br>лежит детальной раз-<br>ведке                                                                   |
| " "          | 19,15           | 2,84                                                  | Б-11         | 50,74                                                            | 80,05 | 67,0                                                 |                                                                                                                                                  |
| " "          | Нет<br>данных   | 3,0                                                   | Б-10<br>Б-11 | 11,0                                                             | 30,0  | 22,0                                                 | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1946 г.                                                                                      |
| " "          | Нет<br>данных   | 3,10                                                  | Б-11         | 8,50                                                             | 26,5  | 18,70                                                |                                                                                                                                                  |
| " "          | Нет<br>данных   | 3,09                                                  | Б-11         | 2,6                                                              | 38,2  | 10,26                                                | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1946 г.                                                                                      |
| " "          | 19,79           | 2,79                                                  | Б-11         | 0,25                                                             | 13,91 |                                                      |                                                                                                                                                  |
|              |                 |                                                       |              | 20,75                                                            | 42,60 |                                                      | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1948 г.; в настоящее<br>время производится<br>добыча<br><br>Находится в стадии раз-<br>ведки |
|              |                 | 1,0—<br>1,90                                          |              | 45,25                                                            | 56,40 |                                                      |                                                                                                                                                  |
|              |                 | 1,45                                                  |              | 39,20                                                            | 46,15 |                                                      |                                                                                                                                                  |
| Не опр.      | Нет<br>данных   | 3,43                                                  | Б-6<br>Б-11  | 2,80                                                             | 10,0  | 5,19                                                 | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1947 г.                                                                                      |
| " "          | Нет<br>данных   | 3,03                                                  | Б-10<br>Б-11 | 5,00                                                             | 18,50 | 8,60                                                 |                                                                                                                                                  |
| " "          | 13,20           | 3,37                                                  | Б-11         | 5,25                                                             | 14,25 | 9,65                                                 | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1946 г.                                                                                      |
| " "          | 14,80—<br>26,49 | 4,03                                                  | Б-4          | 5,75                                                             | 38,79 | 24,52                                                |                                                                                                                                                  |
| " "          | 19,29—<br>28,76 | 2,03                                                  | Б-5          | 0,75                                                             | 44,65 | 31,87                                                | Разведано предвари-<br>тельно в 1951 г.                                                                                                          |

| № по карте | Название месторождения                                  | Средний химический состав |                                |                                |                  |                |
|------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|----------------|
|            |                                                         | SiO <sub>2</sub>          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO            |
| 1          | 2                                                       | 3                         | 4                              | 5                              | 6                | 7              |
| 35         | Головинское<br>(Сорокина, 1946 ф)                       | 8,23—<br>19,58            | 45,73—<br>52,80                | 11,55—<br>18,07                | Нет<br>данных    | 1,14—<br>5,43  |
| 36         | Запольское<br>(Сорокина, 1946 ф)                        | 0,48—<br>19,25            | 42,69—<br>59,43                | 8,67—<br>22,66                 | Нет<br>данных    | Слабо<br>5,40  |
| 37         | Пуповское<br>(Сорокина, 1946 ф)                         |                           |                                |                                |                  |                |
|            | Северное гнездо                                         | 10,16—<br>16,36           | 38,59—<br>60,13                | 7,84—<br>26,21                 | Нет<br>данных    | 0,84—<br>6,34  |
|            | Южное гнездо                                            | 9,60—<br>21,56            | 39,63—<br>54,09                | 2,16—<br>25,91                 | Нет<br>данных    | 0,34—<br>7,72  |
| 38         | Пареевское<br>(Периодическая от-<br>четность, 1951 ф)   | 11,08—<br>19,65           | 39,74—<br>55,10                | 8,50—<br>23,41                 | 1,65—<br>2,85    | 0,64—<br>2,91  |
| 39         | Котовское<br>(Периодическая от-<br>четность, 1951 ф)    | 1,50—<br>23,20            | 40,48—<br>55,4                 | 3,25—<br>18,90                 | 1,92—<br>2,24    | 0,73—<br>17,98 |
| 40         | Каменноручейское<br>(Быков и Владимиров,<br>1949 ф)     | 14,8                      | 45,9                           | 15,1                           | 2,2              | 3,8            |
| 41         | Корчужинское<br>(Периодическая от-<br>четность, 1951 ф) |                           |                                |                                |                  |                |
| 42         | Львовское<br>(Периодическая от-<br>четность, 1951 ф)    |                           |                                |                                |                  |                |
| 43         | Окуловское<br>(Периодическая от-<br>четность, 1951 ф)   |                           |                                |                                |                  |                |
| 44         | Ключенское<br>(Периодическая от-<br>четность, 1951 ф)   |                           |                                |                                |                  |                |
| 45         | Кремницкое<br>(Вишняков, 1940)                          | 27,37—<br>37,29           | 18,63—<br>26,29                | 21,79—<br>36,17                |                  | 0,68           |
| Итого      |                                                         |                           |                                |                                |                  |                |

Примечание. В месторождениях № 1, 9, 11, 12, 13, 16, 33, 34 марка боксит

| бокситов в % |                 | Сред-<br>няя<br>мощ-<br>ность<br>бок-<br>ситов<br>в м | Марка       | Пределы<br>колебаний<br>глубины за-<br>легания бок-<br>ситов в м |       | Сред-<br>няя<br>мощ-<br>ность<br>вскры-<br>ши<br>в м | Примечание                                                                                                                       |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MgO          | п.п.п.          |                                                       |             | от                                                               | до    |                                                      |                                                                                                                                  |
| 8            | 9               |                                                       |             | 12                                                               | 13    |                                                      |                                                                                                                                  |
|              |                 | 10                                                    | 11          |                                                                  |       | 14                                                   | 15                                                                                                                               |
| Не опр.      | Нет<br>данных   | 3,78                                                  | Б-6         | 12,0                                                             | 15,5  | 13,5                                                 |                                                                                                                                  |
| " "          | Нет<br>данных   | 5,22                                                  | Б-6         | 0,3                                                              | 33,5  | 7,7                                                  | Детально разведано, за-<br>пасы подсчитаны и ут-<br>верждены ВКЗ в<br>1947 г.                                                    |
| " "          | Нет<br>данных   | 3,98                                                  | Б-11        | 2,75                                                             | 10,5  | 5,5                                                  |                                                                                                                                  |
| " "          | Нет<br>данных   | 4,08                                                  | Б-6<br>Б-11 | 18,25                                                            | 25,35 | 20,0                                                 |                                                                                                                                  |
| " "          | 14,65—<br>22,12 | 4,37                                                  |             | 9,0                                                              | 10,0  | 9,5                                                  | Бокситы встречены в<br>двух скважинах, м-ние<br>не имеет промышлен-<br>ного значения                                             |
| " "          | 13,58—<br>24,15 | Около<br>3,0                                          | Б-5         | Около<br>40,0                                                    |       |                                                      | М-ние представлено<br>тремя разрозненными<br>линзами, залегающими<br>на большой глубине;<br>промышленного зна-<br>чения не имеет |
| " "          | Нет<br>данных   | 3,27                                                  | Б-11        | 13,25                                                            | 30,0  | 21,51                                                | Детально разведано, за-<br>пасы утверждены ВКЗ<br>в 1949 г.                                                                      |
|              |                 | 0,55                                                  |             | Около<br>79,50                                                   |       |                                                      | Бокситы встречены<br>только в одной сква-<br>жине                                                                                |
|              |                 | 1,95                                                  |             | Около<br>44,60                                                   |       |                                                      |                                                                                                                                  |
|              |                 |                                                       |             | 63,75                                                            |       |                                                      | Бокситы не обнаруже-<br>ны, бокситовые поро-<br>ды достигают 10 м<br>мощности                                                    |
|              |                 |                                                       |             | 46,0                                                             | 73,0  |                                                      |                                                                                                                                  |
| 2,73         | 0,57—<br>14,44  |                                                       |             |                                                                  |       |                                                      | Бокситы отсутствуют;<br>сильно пригодны<br>для красок                                                                            |
|              |                 |                                                       |             |                                                                  |       |                                                      |                                                                                                                                  |

тов определена по ГОСТ 972—50, в остальных месторождениях — по ГОСТ 972—41.

Месторождения, приуроченные к верхней части склона карбонового уступа или плато, где развиты отложения окской и серпуховской свит, имеют сложный геологический разрез и сложные гидрогеологические условия (см. рис. 11). К ним относятся месторождения № 8 — 13, 18, 20 — 23. Разработка их возможна только подземным способом.

В ряде месторождений (№ 7, 14 — 17, 24, 26, 33, 36, 37, 40), расположенных вкрест простирания карбонового уступа, по мере продвижения вверх по его склону простые гидрогеологические условия сменяются сложными.

По условиям залегания все месторождения генетически связаны с долинообразными понижениями, развитыми в рельефе поверхности верхнего девона, причем приурочены к верховьям этих долин или к небольшим их притокам.

Классическим примером древней бокситоносной долины может служить Малогорская долина с ее притоками. С верховьем долины связано Малогорское месторождение (№ 10), с правыми притоками — Радынское (№ 11), Могатинское (№ 12), с левым — Дубнягское (№ 13).

Рудные тела в виде узких линз длиной 0,5 — 2 км, шириной 50 — 250 м, вытянутых вдоль оси долины и следующих ее наклону. Мощность бокситов меняется в пределах от 0,25 до 8,0 м (в среднем около 3 м), наибольшая мощность бокситов приурочена к ложу долины, на бортовых частях последней бокситы выклиниваются, переходя в некондиционные бокситовые породы (сиаллиты).

Тихвинские бокситы представлены смешанным бёмито-гиббсито-каолиновым типом, причем ввиду значительного количества каолинита они высококремнистые, с содержанием  $\text{SiO}_2$  от 6 до 22%.

Содержание главных породообразующих минералов в бокситах и бокситовых породах (в %) представлено в табл. 14.

Таблица 14

| Минералы                | Бокситы  | Аллиты   | Сиаллиты  |
|-------------------------|----------|----------|-----------|
| Бёмит . . . . .         | 4,8—60,7 | 2,0—38,2 | 0,0— 4,5  |
| Гиббсит . . . . .       | 0,0—50,9 | 0,8—36,2 | 0,0— 5,0  |
| Каолинит . . . . .      | 7,6—46,0 | 7,1—77,1 | 58,8—90,7 |
| Кальцит . . . . .       | 0,3—35,5 | 0,5—37,9 | 0,5— 5,7  |
| Оксиды железа . . . . . | 3,3—45,7 | 1,2—48,9 | 2,2—32,4  |

Химический состав бокситов в пределах рудного тела закономерно изменяется как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, причем в распределении  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$  наблюдается определенная зональность. Наиболее высокоглиноземистые и наименее кремнистые разности бокситов всегда приурочены к центру залежи, к периферии содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  убывает, а  $\text{SiO}_2$  — возрастает и бокситы переходят в некондиционные бокситовые породы — аллиты и сиаллиты.

Средневзвешенное содержание химических компонентов по месторождениям колеблется в следующих пределах (в %):  $\text{SiO}_2$  10,5—16,23;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  37,86—50,82;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  9,49—21,08;  $\text{TiO}_2$  1,61—6,31;  $\text{CaO}$  0,66—8,27.

По качеству бокситы соответствуют маркам Б-11 и Б-10 по ГОСТ 972—41, а в переводе на ГОСТ 372—50 маркам Б-4, Б-5\*.

\* В 1950 г. взамен ГОСТ 972—41 введен новый государственный стандарт на бокситы ГОСТ 972—50, по которому вместо 14 выделено 10 марок.

| Наименование сырья           | Содержание компонентов в % |         |             |              |              | Модули                  |                       |
|------------------------------|----------------------------|---------|-------------|--------------|--------------|-------------------------|-----------------------|
|                              | $Al_2O_3$                  | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$   | $CaO$        | S            | $\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$ | $\frac{CaO}{Al_2O_3}$ |
| Алюминиевое                  | Не менее 40                | —       | —           | —            | —            | Не менее 2,6            | —                     |
| Абразивное                   | Не менее 50                | 10—12   | Не более 30 | —            | —            | 3,5—12                  | Не более 0,02         |
| Огнеупорное (муллитовое)     | Не менее 46                | —       | Не более 10 | Не более 1,5 | Не более 0,5 | 3,5—7                   | Не более 0,02         |
| Для глиноземистого цемента   | Не менее 46                | —       | —           | —            | —            | 3,5—7                   | Не более 0,02         |
| Для красочной промышленности | —                          | —       | Не менее 35 | Не более 2   | —            | —                       | —                     |
| Флюсы для черной металлургии | Не менее 37                | —       | —           | —            | Вредна       | 2,1                     | —                     |

Средняя по месторождениям мощность промышленных бокситов изменяется от 2,03 до 5,22 м, глубина залегания рудных тел от 5,20 до 73,50 м.

Тихвинские бокситы являются основным сырьем для производства алюминия, но они также применяются и в других отраслях промышленности: абразивной, муллитовой (огнеупорной), красочной, цементной и как флюсы в черной металлургии.

Требования к бокситам в зависимости от их применения в той или иной отрасли промышленности приводятся в табл. 15.

Основное количество запасов (около 95%) представлено глиноземным сырьем, средний состав которого отвечает маркам Б-4 и Б-5 по ГОСТ 972—50.

В настоящее время Тихвинские бокситовые рудники производят добычу бокситов и аллитов для черной металлургии и муллитового производства, а также для Тихвинского глиноземного завода.

На 1950—1960 гг. по плану предусматривается разработка Подсосненского, Максимовского, Дороховского, Чунинского, Плесовского и Батьковского месторождений, промышленные запасы которых, за вычетом потерь при эксплуатации, вполне обеспечивают запланированную потребность в сырье.

Таким образом, в настоящее время Тихвинский бокситоносный район представляет собой значительную сырьевую базу общегосударственных ресурсов алюминиевой промышленности.

---

## **IV. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЕСТЕСТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** (граниты, гранито-гнейсы, диабазы, кварциты)

### **Районы распространения каменных строительных материалов**

Горные породы, применяемые в качестве каменных строительных материалов, в пределах рассматриваемой территории приурочены к изверженным и метаморфическим образованиям — архею и протерозою, а также к осадочным отложениям палеозойского возраста — силуру, девону и карбону.

Докембрийские образования широко распространены в северной части Ленинградской области: граниты и гранито-гнейсы на Карельском перешейке, диабазы и кварциты в Прионежье.

Г р а н и т ы и г р а н и т о - г н е й с ы занимают обширную территорию северной части Карельского перешейка между Финским заливом и Ладожским озером. Многочисленные острова, разбросанные вдоль побережья Финского залива и Ладожского озера, сложены также преимущественно гранитами и гнейсами.

Южной границей распространения изверженных и метаморфических пород на Карельском перешейке следует считать линию, проходящую через г. Приморск на западе и г. Приозерск на востоке. На юго-юго-восток от этой линии распространены уже кембрийские отложения. На северо-западе Карельского перешейка граниты и гранито-гнейсы уходят за границу с Финляндией и Карело-Финской СССР.

Площади, занятые этими породами, по административному делению относятся к Выборгскому, Лесогорскому и Приозерскому районам Ленинградской области.

Орографически территория Карельского перешейка представляет холмистую равнину, несущую следы ледниковой деятельности. Относительная высота возвышенностей достигает 20 — 40 м, редко больше. Все положительные формы рельефа состоят из коренных пород (гранитов, гнейсов, мигматитов и др.). На таких возвышенностях коренные породы обычно обнажены и отшлифованы ледниками, нередко имея формы «бараньих лбов».

Наибольшим развитием пользуются протерозойские граниты рапакиви (выборгиты), распространенные на большой площади, от берегов Финского залива до бассейна р. Вуоксы. Эти граниты являются наиболее молодыми из докембрийских образований и по возрасту относятся к IV группе<sup>1</sup>).

<sup>1</sup> В скобках приводится принятое в настоящее время деление всех интрузивных пород Карело-Финской ССР на четыре возрастные группы.

К восток-северо-востоку от р. Вуоксы до берегов Ладожского озера распространены архейские образования. При этом значительную часть площади занимает обширная интрузия красных микроклиновых гранитов и их мигматитов, относимых к постботнию (II группе). Отдельные части этой территории сложены наиболее древними свионийскими и постсвионийскими гнейсами и гранито-гнейсами (I группа).

Кварциты и кварцито-песчаники докембрия, развитые в районах Прионежья, являются наиболее молодыми из протерозойских образований. Они относятся к верхам иотния и представлены здесь нижней толщей шокшинско-шолтозерской свиты кварцито-песчаников.

По административному делению площади развития кварцитов и кварцито-песчаников входят в Вознесенский район Ленинградской области. Транспортировка их возможна только водным путем по Свири и Онежскому озеру.

Диабазы и габбро-диабазы прорывают толщу кварцито-песчаников и, следовательно, являются самыми верхними из иотнийских образований. Месторождения их известны на берегу Онежского озера у границы с Карело-Финской ССР. Интрузия габбро-диабазов распространяется далеко на север за пределы Ленинградской области.

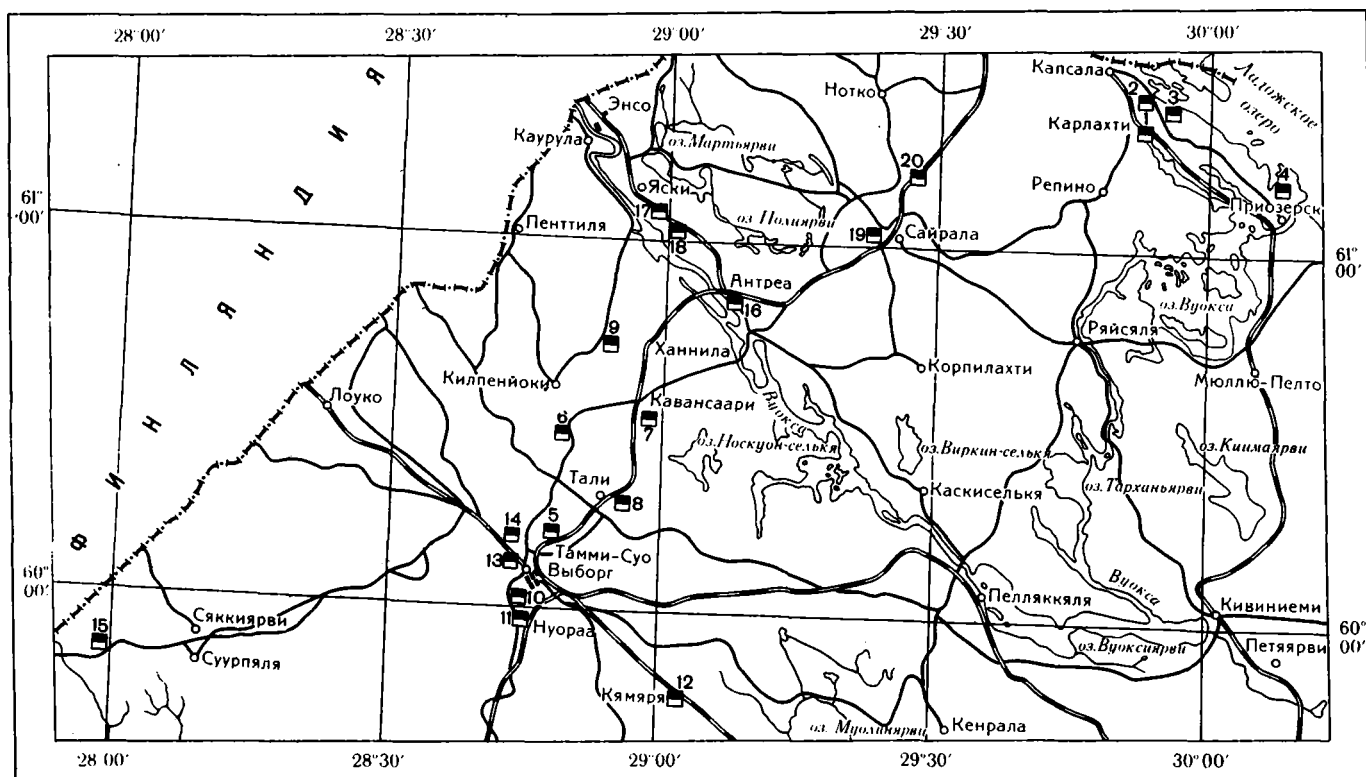
Известные здесь месторождения не эксплуатируются. Транспортировка возможна только водным путем по Онежскому озеру.

Карбонатные породы палеозойского возраста, представленные известняками, доломитизированными известняками и доломитами, приурочены в пределах Ленинградской области к отложениям нижнего силура и карбона, в Псковской области к верхнедевонским образованиям и в Новгородской области к верхнедевонским и нижнекаменноугольным осадкам.

Нижнесилурские отложения в пределах Ленинградской области протягиваются непрерывной полосой от р. Сяси на востоке до границы с Эстонской ССР на западе. Северной границей их распространения служит довольно резко выраженный уступ — так называемый глинт, обращенный к Финскому заливу. Южная граница нижнесилурийских отложений имеет весьма неровные очертания. Они уходят вглубь под песчано-глинистые отложения девона. Ширина полосы нижнесилурийских осадков достигает на западе 50 км, на юге сужается до 20 км на р. Волхов и до 7 км на р. Сяси.

В пределах этой полосы известно большое количество месторождений известняков и доломитов, разрабатываемых для бута, щебня и как штучный камень. Карбонатные породы, которые могут быть использованы как каменные строительные материалы, приурочены к глауконитовым, эхиносферитовым, ортоцератитовым, кегельским и везенбергским слоям нижнего силура.

Девонские отложения, содержащие известняки и доломиты, распространены на значительной территории Псковской и Новгородской областей. В Ленинградской области девонские карбонатные осадки протягиваются лишь узкой полосой на незначительной площади к востоку и юго-востоку от железнодорожной линии Кириши-Волхов. Они входят в состав так называемого Главного девонского поля, простирающегося на западе в пределах Эстонской и Латвийской ССР и на юго-западе в пределах Литовской ССР, Великолукской и Калининской областей. До последнего времени крупные разработки строительного камня в пределах полосы развития девонской карбонатной толщи не велись. Верхне-



км 10 5 0 5 10 15 20 25 км

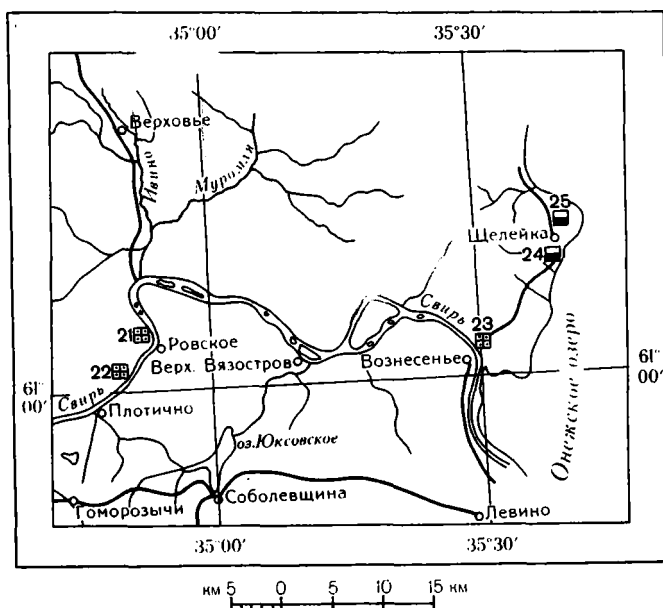
I ■  
II ■■  
III ■■■

Рис. 18. Карты месторождений каменных строительных материалов

Карельского перешейка и западного побережья Онежского озера  
I—Месторождения гранитов и гранито-гнейсов: 1—Карлахтинское; 2—Ровное I;  
3—Ровное II; 4—Парийское; 5—Тамми-Суо; 6—Иханталя; 7—Кавансаари; 8—Красный  
Холм; 9—Михайловское; 10—Выборгское; 11—Нуорское; 12—Гаврилово; 13—Саанлах-  
тинское; 14—Хиекки; 15—Лайхаарвинское; 16—Каменного; 17—Лесогорское;

18—Калалампи; 19—Сайрала; 20—Инкиля  
II—Месторождения кварцитов: 21—Ровское; 22—Ивовещкое; 23—Вознесенское

III—Месторождения диабазов: 24—Поддешейский массив; 25—Гимореекое



км 5 0 5 10 15 км

девонские доломиты и известняки применялись лишь для местного строительства.

Наиболее перспективными для использования в качестве строительного камня являются известняки и доломиты псковских, шелонских, чудовских и бурегских слоев. Однако строительные качества их, повидимому, ниже силурийских карбонатных пород, так как они более глинисты и тонкоплитчатые.

Каменноугольные отложения распространены в восточных районах Новгородской и Ленинградской областей. В основном здесь развиты отложения нижнего карбона, представленные в верхней части известняками, доломитизированными известняками и доломитами. Специально для строительных целей эти породы почти не изучались, и крупных разработок камня в пределах этих отложений не известно. Имеющиеся общие геологические данные позволяют считать, что среди отложений нижнего карбона могут быть выявлены достаточно крупные месторождения известняков или доломитов, вполне пригодных для использования в качестве строительных материалов (преимущественно для бута и щебня).

Известняки среднего карбона на значительной территории перекрываются довольно мощной толщей четвертичных отложений. В связи с этим они изучены недостаточно для того, чтобы судить о возможности выявления промышленно-ценных месторождений строительного камня. Однако наличие здесь осадков, синхроничных каширскому, подольскому и мячковскому горизонтам более южных частей Подмосковского бассейна, позволяет считать, что среди этих отложений могут быть выявлены белые известняки, широко использованные в строительстве Москвы.

### **ГРАНИТЫ И ГРАНИТО-ГНЕЙСЫ**

Граниты Карельского перешейка отличаются большим разнообразием рисунка и расцветок в полированном виде, что ставит их в первые ряды художественно-декоративных и облицовочных камней. Высокая механическая прочность, исключительная стойкость против выветривания и долговечность позволяют применять граниты в самых ответственных сооружениях; при этом редкая система трещин преимущественно горизонтального и вертикального направлений дает возможность добывать на месторождениях весьма крупные монолитные блоки.

Площадь распространения гранитов и гранито-гнейсов изучена весьма неравномерно. Так, из 38 месторождений, зарегистрированных в кадастре, детально разведано только 9. Совершенно не изучались граниты вдоль южной границы их распространения, т. е. ближайшие к Ленинграду выходы, имеющие интерес с точки зрения максимального приближения месторождений к месту потребления.

По геолого-экономическим факторам и транспортным условиям в пределах Карельского перешейка выделяются три группы месторождений: Приладожская, Выборгская и в центральной части Карельского перешейка (рис. 18).

### **Месторождения Приладожья**

К району Приладожья относятся все месторождения гранитов, гранито-гнейсов и мигматитов, расположенные между западным берегом Ладожского озера и линией железной дороги Ленинград-Сортавала. Выходы гранитов и гранито-гнейсов протягивается здесь от границ с Карело-Финской ССР на севере до г. Приозерска на юге.

Месторождения гранитов приурочены к крупной интрузии красного местами трахитоидного гранита, занимающего площадь в несколько сот квадратных километров. Южная часть этой интрузии находится в Ленинградской области, северная уходит за границу с Финляндией и Карело-Финской ССР. Возраст этой интрузии постботнийский (II группа).

Развитые здесь гранито-гнейсы и гнейсы относятся к древнейшим образованиям архея — свионийским и постсвионийским.

Приладожские микроклиновые граниты являются прекрасным облицовочным декоративным камнем. Эти граниты, а также гранито-гнейсы и гнейсы пригодны для использования в качестве высокосортного строительного материала в наиболее ответственных сооружениях.

Транспортировка камня из этого района может осуществляться как по железнодорожной линии Ленинград-Сортавала, так и водным путем по Ладожскому озеру в Ленинград и через Мариинский канал в Москву и другие города СССР.

Запасы камня в районе Приладожья практически неограниченны. Однако планомерного изучения гранитов здесь до 1948 г. не производилось. В 1948, 1949 и 1950 г. изучение гранитов велось Ленгеолнерудтрестом в пределах Карело-Финской ССР и северной части Ленинградской области (А. А. Вознесенский и И. Н. Едовин). Задачей этих работ являлось обследование всей площади распространения гранитов с целью выбора наиболее перспективных месторождений для постановки разведочных работ и получения геологических материалов для организации здесь широкой добычи гранитов.

Помимо работ Ленгеолнерудтреста, разведочные работы в пределах Приладожья были проведены на отдельных участках и месторождениях Геолстромтрестом и некоторыми другими организациями. В результате всех работ наиболее изученным оказался район ст. Кузнечная, где имеются разведанные месторождения гранитов и гранито-гнейсов с весьма большими запасами камня.

Описание наиболее заслуживающих внимания месторождений приводится ниже.

### **Карлахтинское месторождение**

Месторождение расположено в северной части Карельского перешейка в пределах Приозерского района Ленинградской области.

Месторождение приурочено к Карлахтинскому центральному гранитному массиву, занимающему обширную территорию площадью 18 — 20 км<sup>2</sup>, заключенную между Ладожским озером на северо-востоке и железнодорожной линией Приозерск—Хитола на западе.

Карлахтинские граниты, согласно существующей стратиграфической схеме, относятся ко II группе — постботнийским (архей). Периферические части Карлахтинского центрального гранитного массива сложены гранито-гнейсами и мигматитами I группы (нижний архей).

Вся полоса гранитов и гранито-гнейсов характеризуется хорошей обнаженностью.

При проведении рекогносцировочных и поисково-съёмочных работ наиболее детально изучена крайняя юго-западная часть массива площадью 2 км<sup>2</sup>, непосредственно прилегающая к линии железной дороги у ст. Кузнечная (Карлахти) и ограниченная на северо-востоке оз. Перкон-Лампи.

На этой площади (известной как собственно Карлахтинское месторождение), где сосредоточены старые и ныне действующие карьеры,

были проведены геолого-разведочные работы и подсчитаны запасы гранитов по следующим участкам.

Участок горы № 3 разведен в 1940 г. Е. И. Громовой (1941ф). Запасы месторождения утверждены ТКЗ в 1940 г. в количестве 2000 тыс.  $m^3$  по категории В. Участок до последнего времени разрабатывался Ленметростроем на бут и щебень и с начала 1952 г. передан тресту Севзапнеруд МПСМ СССР. На балансе на 1/1 1952 г. числилось 1883 тыс.  $m^3$  разведенных запасов.

Участок горы № 4 разведен в 1950—1951 гг. трестом Ленгеолнеруд (И. Н. Едовин, О. С. Френкель и А. А. Вознесенский) для организации на нем карьера по добыче облицовочного декоративного камня. Запасы гранита утверждены ВКЗ в 1951 г. в количестве 3541  $m^3$  по категории  $A_2$ .

Участок Ленмашстроя представлен двумя массивами, называемыми «Розовой горой» и «Серой горой». Граниты разведаны на бут и щебень проектным институтом № 1 (Шустова, 1950ф). Запасы подсчитаны в количестве 1505  $m^3$  по категории  $A_2$  и 897  $m^3$  по категории В и утверждены ТКЗ.

Участок Военведа, расположенный в 2 км к северо-западу от ст. Кузнечная, разрабатывается на бут и щебень. Разведочных работ на нем не проводилось.

Граниты Карлахтинского месторождения представляют собой крупнозернистые, часто порфировидные серо-розовые породы трахитоидной и, реже, массивной текстуры. Порода сложена микроклином (35—38%), кварцем (32—35%), плагиоклазом (25%) и биотитом (до 5%). Акцессорные минералы — мусковит, гранат, апатит, циркон. Окраска варьирует от розовой с серыми пятнами до серой с розовыми пятнами; преобладают розовые тона, придающие породе красивый декоративный рисунок.

Карлахтинские граниты являются первоклассным декоративно-облицовочным материалом и по физико-механическим свойствам отвечают требованиям промышленности как на облицовочный, так и на различные строительные и дорожные материалы. По данным лаборатории камня Академии наук СССР, временное сопротивление сжатию в воздушно-сухом и водонасыщенном состоянии, а также после 25-кратного замораживания находится в пределах 1950—2630  $кг/см^2$ . Средние показатели временного сопротивления сжатию составляют для воздушно-сухих проб 2410  $кг/см^2$ , для водонасыщенных 2156  $кг/см^2$ , для проб после 25-кратного замораживания 2180  $кг/см^2$ . Износ на барабане Деваля не превышает 3—6%.

В отчете указанной лаборатории отмечается, что полировку все разновидности гранита принимают хорошо и отлично, предлагаемый гранит представляет собой первоклассный облицовочный материал.

По теоретическим подсчетам лаборатории, погодоустойчивость карлахтинских гранитов очень высокая. Первые следы разрушения плит, изготовленных из этих гранитов, можно ожидать не ранее чем через 350 лет, замену некоторых разрушенных плит — через 1070 лет, полное разрушение облицовки практически почти исключается.

Трещиноватость гранитов невысокая. Наиболее детальные наблюдения, проведенные в пределах участка горы № 4, показали, что граниты являются монолитными, малотрещиноватыми, и секущие их системы трещин располагаются в направлениях, близких к взаимно перпендикулярным. Основные системы трещин на месторождении ориентированы:

на северо-запад  $295^\circ$ , угол падения  $88^\circ$ ; на северо-восток  $25^\circ$ , угол падения  $89^\circ$  и на юго-восток  $95^\circ$ , угол падения  $5^\circ$  и менее.

Выход блоков размерами выше  $0,28 \text{ м}^3$  установлен на основании пробной добычи в 42%. ГКЗ при подсчете запасов утвердила выход крупноблочной продукции в 30,5% и указала, что при правильно поставленной эксплуатации выход блочного камня может быть значительно увеличен. Объем отдельных блоков достигает 10–20  $\text{м}^3$ . Плиты, полученные из блоков при опытной добыче, использованы для облицовки одного из высотных зданий в Москве.

По заключению завода № 7 Метростроя, проводившего распиловку опытной партии гранита, большая монолитность блоков, незначительная их трещиноватость и свойства принимать зеркальную полировку ставят карлахтинские граниты в первый ряд обрабатываемых в настоящее время пород.

Поверхностное выветривание в гранитах почти не имеет места. Они с самой поверхности являются монолитными, не образуют дресвы, и зона выветривания в них практически отсутствует. Эти данные не противоречат общепринятым представлениям о карельских гранитах, для которых отсутствие зоны выветривания считают явлением региональным, обусловленным деятельностью ледника. При подсчете запасов облицовочных гранитов принята зона выветривания в 0,5 м. Породы из этой зоны утверждены в качестве материала для бута и щебня.

Горно-технические условия разработки весьма благоприятны. Средняя мощность вскрышных пород на разведанных участках составляет 1 м.

Транспортные условия также весьма благоприятны благодаря наличию в непосредственной близости от разведанного участка железной дороги, а также развитой сети автодорог.

Большие запасы блочного камня позволяют организовать комплексную добычу в крупных масштабах (облицовочных блоков с попутным получением бута и щебня) для снабжения строительным камнем Ленинграда, Москвы и других городов. Запасы гранитов могут быть значительно увеличены путем проведения дополнительных разведочных работ на других участках Карлахтинского массива.

В пределах Карлахтинского массива трестом Севзапнеруд МПСМ СССР организуется крупная механизированная добыча камня на щебень, бут и облицовочные материалы с транспортировкой его через ст. Кузнечную. Намечаемая годовая добыча камня для щебня и бута будет составлять 1 млн.  $\text{м}^3$  в год, а для блочного камня 10 тыс.  $\text{м}^3$  в год.

### Месторождение Ровное I

Месторождение расположено на территории Приозерского района, в 3–4 км к северу от ст. Кузнечная, железной дороги Ленинград—Сортавала.

Развитые здесь гранито-гнейсы относятся к древнейшим свионийским образованиям. Месторождение представляет собой массив, несколько вытянутый в северо-восточном направлении и возвышающийся над окружающей местностью на 25–50 м. Массив разделен впадиной на две части: восточную и западную.

Гранито-гнейсы залегают под небольшим покровом четвертичных отложений мощностью до 0,4 м. Цвет их темносерый и серый; минералогический состав: кварца 22–25%, плагиоклаза 57%, микроклина 12%, биотита 7,8%.

Физико-механические показатели: сопротивление сжатию в сухом состоянии  $1597 \text{ кг/см}^2$ , в водонасыщенном  $1434 \text{ кг/см}^2$ ; износ в барабане Деваля 3,5; коэффициент сопротивления удару на копре Педжа 7; пористость 1,4%; удельный вес 2,71; объемный вес 2,66; водопоглощаемость 0,11%.

Месторождение разведано Ленинградским отделением Геолстромтреста в 1949 г. Запасы его утверждены ТКЗ в 1950 г. в виде бута и щебня в количестве 13 216 тыс.  $\text{м}^3$  по категории  $A_2+B$  для восточной части массива и 10 355 тыс.  $\text{м}^3$  по категории  $C_1$  для западной части.

Горно-технические и гидрогеологические условия разработки весьма благоприятны. Разведанный участок возвышается над уровнем Ладожского озера на 40—60 м и над окружающей местностью на 25—50 м. Площади, прилегающие к массиву, ровные и позволяют провести здесь железнодорожную ветку до ст. Кузнечная. Транспортировка возможна также водным путем, так как разведанный участок отстоит всего лишь на 400 м от берега Ладожского озера (залив Тайволахти).

На месторождении проектируется добыча камня для щебня, в связи с чем вблизи разведанного участка намечается строительство щебеночного завода с производительностью 800—1000 тыс.  $\text{м}^3$  щебня в год.

### Месторождение Ровное II

Месторождение приурочено к северной оконечности Карлахтинского массива. Разведанный Геолстромтрестом в 1949 г. участок расположен на берегу залива Тайволахти в 3—4 км северо-восточнее ст. Кузнечная.

Граниты по составу, структуре и текстуре аналогичны породам Карлахтинского месторождения. Трещиноватость характеризуется тремя системами трещин с простиранием: на северо-восток  $30^\circ$ , угол падения  $90^\circ$ ; на северо-восток  $87^\circ$ , угол падения  $78^\circ$ ; на юго-восток  $120^\circ$ , угол падения  $70^\circ$ . Выветрелость с поверхности ничтожная.

Физико-механические свойства характеризуются следующими данными: временное сопротивление сжатию в сухом состоянии  $1428 \text{ кг/см}^2$ , в водонасыщенном  $1306 \text{ кг/см}^2$ , после испытания на морозоустойчивость  $964 \text{ кг/см}^2$ ; удельный вес 2,65; объемный вес 2,63; пористость 0,8; водопоглощаемость 0,19%; износ в барабане Деваля 4,9%; сопротивление удару на копре Педжа 6,6. Минералогический состав пород следующий: микроклина 49%, плагиоклаза 27%, кварца 20%, слюды 4%. Граниты показали хорошую обрабатываемость во всех ударных фактурах и хорошую полируемость. Горно-технические условия весьма благоприятны. Разведанный участок площадью 7,5 га почти не имеет наносов и представляет собой сплошной выход коренных пород.

Запасы гранитов утверждены ТКЗ в 1950 г. для применения их в качестве облицовочного камня в количестве 164 тыс.  $\text{м}^3$  по категории  $A_2$ , 216 тыс.  $\text{м}^3$  по категории В, 488 тыс.  $\text{м}^3$  по категории  $C_1$  и 975 тыс.  $\text{м}^3$  по категории  $C_2$ . Выход блоков принят в 45%, бутового камня 50% и щебня 7%. Величина отдельных блоков достигает 8—19  $\text{м}^3$ . Месторождение не околитуено, и в случае необходимости запасы могут быть значительно расширены путем прирезки площади в южном и восточном направлениях.

В связи с организацией добычи блочного камня на участке горы № 4 Карлахтинского месторождения граниты участка Ровное II в ближайшие годы не будут разрабатываться. Однако весьма удобное его расположение на берегу Ладожского озера позволяет рекомендовать это место-

рождение для эксплуатации. Транспортировка гранитов может осуществляться водным путем.

Помимо описанных, при геолого-съёмочных и поисковых работах в Приладожье (в пределах Ленинградской области) выявлены многочисленные выходы гранитов, гранито-гнейсов и мигматитов II группы (постботний), а также гранито-гнейсов и мигматитов I группы (постсвионий).

Юго-восточный гранитный массив расположен в районе Приозерск—Кузнечная, в 7 км к северо-западу от Приозерска. Площадь его около 2 км<sup>2</sup>. Граниты характеризуются интенсивной огнейсованностью и трещиноватостью, непостоянством состава и расцветки. Для облицовки непригодны. Месторождение можно разведывать только на бут и щебень.

Северо-западный гранитный массив обследован при рекогносцировочных работах Ленгеолнерудтреста в 1949 г. (А. А. Вознесенский). Расположен он в 2,5 км к северо-западу от ст. Кузнечная. Размеры массива не выяснены. Граниты серо-розового цвета, местами интенсивно трещиноватые. В некоторых обнажениях отмечается сильная огнейсованность гранитов.

Парныйское месторождение гранито-гнейсов находится в 4 км к северу от г. Приозерска, у с. Парны. Месторождение сложено крупнозернистыми гранито-гнейсами серо-розового цвета. Площадь месторождения более 1 км<sup>2</sup>. Запасы не подсчитывались. На участке имеются небольшие старые карьеры. В настоящее время месторождение не эксплуатируется.

Мигматиты гранитов II группы широко распространены в районах Приладожья. Мигматизации подверглись гранито-гнейсы I группы, послойно инъицированные или реже в той или в иной степени пропитанные розовыми и красными гранитами II группы. Специально как строительные материалы мигматиты не изучались, но, без сомнения, они могут быть пригодны для бута и щебня.

### **Месторождения Выборгского гранитного массива**

Граниты рапакиви Выборгского массива составляют западную часть Карельского перешейка между р. Вуоксой и берегом Финского залива. Выходы рапакиви занимают площадь около 300 км<sup>2</sup>, составляющую лишь часть огромной интрузии рапакиви (до 1200 км<sup>2</sup>), расположенной западнее в пределах Финляндии.

Граниты рапакиви, иногда называемые выборгитами, являются наиболее молодыми из докембрийских образований — иотнийскими (IV группа) и обычно не несут на себе признаков метаморфизма. Граниты эти, как правило, массивные порфировидные и крупнозернистые. Лишь в редких случаях, в краевых фациях интрузива (правый берег р. Вуоксы, район ст. Гаврилово), граниты приобретают средне- и мелкозернистое строение и трахитоидную структуру.

Типичная для выборгского рапакиви разновидность характеризуется эллипсоидальной формой вкрапленников (овоидов) ортоклаза и микроклина и наличием вокруг них плагиоклазовых оболочек в виде белой или зеленой каймы. Цвет овоидов розовый и красный, строение их отличается большим разнообразием. Имеются также разности, на которых плагиоклазовые оболочки отсутствуют.

Свое название граниты рапакиви получили вследствие развития

довольно мощной (до 1 — 2 м) зоны выветривания, образующейся только на месторождениях рапакиви. Эта выветрелая часть обычно удаляется в отвал или используется для строительства дорог. Крупная блочность камня, красивый красный цвет давно привлекли внимание строителей и архитекторов, и этот гранит получил широкое применение в строительстве Петербурга — Ленинграда (набережные Невы и каналов, устой мостов, цокольные этажи ряда зданий).

Транспортировка гранитов Выборгского массива может производиться как по железной дороге (линии Выборг — Ленинград и Выборг — Сортавала), так и водным путем по Финскому заливу (из ближайших к Выборгу месторождений).

Систематического изучения всей площади распространения выборгитов не производилось. Работами Ленгеолнерудтреста были обследованы отдельные массивы, главным образом вдоль южной границы выхода гранитов, с целью выявления месторождений, наиболее близко расположенных от Ленинграда.

Транспортно-экономические условия и некоторые геологические особенности позволяют в пределах Выборгского массива выделить следующие четыре района.

1. Район, расположенный вдоль железнодорожной линии Выборг — Каменногорск и шоссейной дороги Выборг — Лесогорск. Выходы гранитов рапакиви тянутся здесь почти сплошной полосой от Выборга до р. Вуоксы на протяжении 40 км. Массивы разделены впадинами, выполненными четвертичными отложениями. Мощность последних во впадинах и на склонах не замерялась. В ряде впадин расположены озера. Многочисленными старыми карьерами вскрыты граниты с благоприятной трещиноватостью, позволяющей добывать крупные блоки. Здесь известны месторождения Тамми-Суо, Ихантала, Кавансаари (известное своей крупной блочностью), Красный Холм и др. В северо-восточной части этой полосы, вблизи р. Вуоксы, в краевой зоне интрузии граниты теряют типичный для рапакиви характер (например, месторождение Михайловское) и представлены среднезернистыми разностями.

Этот район следует считать перспективным для развития здесь механизированной добычи камня для крупных блоков, бута, щебня и других строительных материалов.

2. Район, расположенный к югу от Выборга. Здесь известен ряд выходов гранита на протяжении 30 — 40 км до границы с кембрийскими отложениями. Граниты образуют плоские возвышенности, поднимающиеся на 3 — 5 м над окружающей их частично заболоченной местностью.

Ближайшие к Выборгу граниты (месторождения Нуорское, Выборгское) представлены типичными рапакиви, более отдаленные (месторождение Гавриловское и др.) включают в себя шилры и ксенолиты гнейсов. Эта часть Выборгского массива является ближайшей к Ленинграду (90 — 100 км) и поэтому представляет первоочередной интерес для изучения.

В случае развития здесь добычи необходимо разрабатывать не только возвышающиеся над окружающей местностью отдельные небольшие массивы, но и граниты, залегающие под наносами ниже уровня грунтовых вод, и, следовательно, добычу необходимо будет вести с водоотливом. Ближайшие к Ленинграду месторождения района ст. Гаврилово можно, повидимому, использовать только на бут и щебень.

3. Окрестности **Выборга**. Здесь имеется большое количество старых карьеров, из которых добывались граниты (Сонлаахти, Хиекки и др.). В частности, из месторождения Хиекки (Монрепо) добыты блоки для колонн Казанского собора в Ленинграде. Во всех этих карьерах гранит крупнозернистый, красный, с хорошо выраженными овоидами. Вертикальные трещины расположены редко; горизонтальные местами отсутствуют. Мощность зоны выветривания достигает 1 — 2 м.

Вследствие близкого расположения к Выборгу организация крупных карьеров для добычи строительного камня здесь невозможна. Отдельные карьеры могут быть использованы для нужд местного строительства или для единовременной добычи партий блочного камня.

4. Район, расположенный к западу от **Выборга** и на побережье Финского залива, характеризуется редкой трещиноватостью, позволяющей добывать крупные блоки камня. Этот район не изучался вследствие близости к государственной границе СССР. В 1948 г. обследовано лишь одно Лайхиярвинское месторождение.

Следует рекомендовать изучение ближайших к Выборгу доступных для обследования выходов гранита с целью решения вопроса о возможности постановки разведочных работ и последующей эксплуатации.

Таким образом, два из рассмотренных районов — западная часть Выборгского массива и окрестности **Выборга** — являются мало доступными для исследований и эксплуатации. Основным районом развития добычи гранитов следует считать район, расположенный к северо-востоку от **Выборга**, вдоль железнодорожной линии **Выборг — Каменногорск**. Перспективы выявления здесь крупных месторождений блочного камня весьма благоприятны. Район, расположенный к югу от **Выборга**, хотя и является менее перспективным, но благодаря своей близости к Ленинграду должен быть достаточно детально изучен с целью организации здесь добычи гранитов для бута и щебня.

Описание некоторых месторождений Выборгского района приводится ниже.

### **Месторождение Тамми-Суо**

Месторождение расположено в 5 км к северо-северо-востоку от **Выборга** и в 1 км к северо-западу от ст. Тамми-Суо (железнодорожная линия **Выборг — Сортавала**).

Выходы гранитов слагают две грядкообразные возвышенности с относительной высотой до 12 — 15 м; обнаженность хорошая. Четвертичные отложения развиты лишь на склонах. Мощность их в пределах разведанной части не более 2 м. С поверхности на 1 — 2 м граниты значительно выветрены.

Гранит-рапакиви розового цвета, массивный, порфировидный. Минералогический состав его следующий: кварца 25 — 35 %, полевых шпатов 50 — 60 %, цветных компонентов 15 — 20 %.

Небольшой участок месторождения площадью 10 га разведен в 1947 — 1948 гг. Ленинградским отделением Геолстромтреста. Запасы утверждены ТКЗ в 1949 г. в количестве 626 тыс. м<sup>3</sup> по категории А<sub>2</sub> и 184 тыс. м<sup>3</sup> по категории В как материал для бута и щебня. По данным разведочных работ, трещины отдельности развиты здесь в двух взаимно перпендикулярных направлениях (горизонтальном и вертикальном). Расстояние между горизонтальными трещинами 0,5 — 1,5 м, между вертикальными до 2,5 м. Испытания показали временное сопротивление

сжатию до  $1000 \text{ кг/см}^2$  для 40% испытанных образцов. Пористость колеблется от 0,5 до 8,4%; водопоглощение от 0,09 до 0,58%. Износ в барабане Деваля обычно не превышает 5%.

Месторождение находится в ведении Ленгеолнерудвяжа, в настоящее время не эксплуатируется, но заслуживает освоения и дальнейшего изучения.

### **Месторождение Ихантала**

Месторождение расположено в 15 км к северо-востоку от Выборга. Породы представлены порфировидным гранитом рапакиви розового цвета; обнаженность плохая. По данным Ленгеолнерудтреста, имеются перспективы получения здесь значительных запасов гранита.

### **Месторождение Кавансаари**

Месторождение расположено в 2,5—3 км к юго-востоку от ст. Кавансаари, железной дороги Выборг—Сортавала, и в 24 км от Выборга. Оно обследовано Ленгеолнерудтрестом в 1948 г. (Вознесенский, 1949ф) и предварительно разведано Геолстромтрестом в 1949 г.

Породы здесь представлены розово-серым трахитоидным гранитом, порфировидным, но не имеющим типичной структуры рапакиви. Крупные вкрапленники представлены розовым ортоклазом. Основная масса гранита мелкозернистая, лишь местами среднезернистая. Возможно, что гранит принадлежит к краевой фации рапакиви.

Минералогический состав пород следующий: ортоклаза 50%, плагиоклаза 25%, кварца 20%, биотита 5%.

По данным 1901 г., временное сопротивление сжатию колеблется в пределах  $1753\text{—}1820 \text{ кг/см}^2$ ; удельный вес 2,62. Выветрелость гранита незначительная. Трещины отдельности позволяют получать блоки значительных размеров. Характерной особенностью гранитов Кавансаари является их способность при обработке колотиться на блоки параллелепipedальной формы, что создает благоприятные возможности получения здесь высокого процента выхода блоков.

На месторождении имеются два старых карьера, из которых в начале XX века добывался камень для строительства Петербурга. Гранитами Кавансаари облицовано здание бывшего Азово-Донского банка на ул. Герцена и цокольный этаж б. Геологического комитета на Среднем проспекте (ныне ВСЕГЕИ). При обследовании в старых карьерах обнаружено большое количество добытых глыб гранита размерами  $1,5 \times 0,7 \times 0,6 \text{ м}$ .

Запасы гранитов утверждены ТКЗ в количестве 958 тыс.  $\text{м}^3$  по категории С<sub>1</sub>. Красивый цвет и структура гранитов месторождения Кавансаари и возможность получения крупных блоков позволяют рекомендовать их для использования в строительстве.

### **Месторождение Красный Холм**

Месторождение расположено в 3—4 км от ст. Пальцево (Тали) и в 10 км от Выборга. Месторождение выявлено при поисковых работах Ленгеолнерудтреста в 1952 г.

Месторождение представляет собой крупный массив, сложенный гранитами рапакиви. Ориентировочный объем массива более 10 млн.  $\text{м}^3$ . Отрицательной стороной месторождения является близость его (600 м) от расположенного здесь курорта Красный Холм.

### Михайловское месторождение

Месторождение расположено в 4 — 5 км к западу от ст. Липовка (Ханнила). Месторождение выявлено при поисковых работах Ленгеолнерудтреста в 1952 г.

Гранитный массив протягивается на 1200 м и имеет ширину 600 м. Озером Раутасен-Ярви, ширина которого равна 200 м, массив разделяется примерно на две равные части, что является отрицательной стороной месторождения.

### Выборгское месторождение

Месторождение расположено в 3 км к югу от Выборга у автомобильной дороги на Приморск (Койвисто).

Гранит рапакиви массивный, порфировидный, розовый, обнажен на небольшой возвышенности, имеющей площадь 4 га и относительную высоту 25 м. Выветрелость незначительная (10 — 20 см). Месторождение детально не разведывалось. По данным Ленгеолнерудтреста, на месторождении можно получать блоки размером до  $2 \times 2 \times 4$  м. Ориентировочные запасы на обследованном участке около 40 тыс. м<sup>3</sup>.

### Нуорское месторождение

Месторождение расположено в 6 км к югу от Выборга и в 0,5 км на северо-запад от ст. Нуоры. Обследовано оно Ленгеолнерудтрестом в 1948 г. (Вознесенский, 1949ф).

Граниты рапакиви массивные, порфировидные, темнокрасного цвета, обнажены на небольшом холме высотой 8 — 10 м. Разрабатывается месторождение в основном с 1948 г. небольшим карьером. Запасы не определены. Минералогический состав пород следующий: ортоклаз-микрпертита 75%, кварца 10%, плагиоклаза 10%, биотита 3%, роговой обманки 2%.

### Месторождение района ст. Гаврилово

Выходы гранитов в районе этой станции являются ближайшими к Ленинграду (90 — 100 км) коренными выходами докембрия. Обследованы они в 1950 г. А. А. Вознесенским (1951ф). Граниты этого района не типичны для «выборгитов», так как приурочены, повидимому, к краевой части интрузии и вследствие этого «засорены» ксенолитами и обладают неоднородным строением с появлением мелкозернистых структур и полосчатости. Здесь известно пять выходов (месторождений) гранитов (нумерация дана по А. А. Вознесенскому).

Выход № 7 расположен в 15 — 18 км к северо-востоку от ст. Гаврилово и приурочен к небольшой плоской горке с относительной высотой 3 м. Гранит красный, порфировидный. Ориентировочные объемы возвышенности до уровня окружающей местности около 60 тыс. м<sup>3</sup>.

Выход № 8 расположен в 0,5 км на север от ст. Гаврилово, на Выборгском шоссе, и в 8—10 км от ст. Гаврилово. Гранит крупнозернистый, трахитоидный, серовато-розовый, с несколько повышенным содержанием биотита. Высота над окружающей местностью 2,5 м. Ориентировочные запасы 20 тыс. м<sup>3</sup>.

Выход № 9 расположен в 2 — 2,5 км от ст. Гаврилово. На месторождении на протяжении 200 м имеются три карьера: центральный, восточный и северо-западный. На центральном ведется добыча мелко-

и среднезернистых микроклин-плагиоклазовых гранитов, цвет их серый и серовато-розовый. В толще гранитов много мелких пегматитовых жил. Вскрыша представлена валунными глинами мощностью до 2 м. Добыча гранитов ведется трестом Щебзавода МПС СССР. Ориентировочные запасы около 1 — 1,5 млн. м<sup>3</sup>.

Выход № 10 расположен в 3 — 3,5 км на восток от ст. Гаврилово в виде небольшой группы возвышенностей площадью 1,5 км<sup>2</sup>. На этих возвышенностях обнажаются розовые микроклин-плагиоклазовые граниты. Ориентировочные запасы 1,5 млн. м<sup>3</sup>. К месторождению проведена узкоколейная железная дорога.

Выход № 11 представляет собой небольшую горку, расположенную в 2,5 км на запад-юго-запад от ст. Гаврилово. Гранит розовый, среднезернистый, микроклин-плагиоклазовый.

Из приведенного описания видно, что в 90 — 100 км к северу от Ленинграда имеется небольшое количество выходов гранитов. Изучение этого района с целью выявления запасов гранитов для использования их в качестве щебня в различных бетонах и камня для дорожного строительства должно являться первоочередной задачей. Развитие здесь добычи гранита значительно сократит транспортировку дальнепривозного камня, доставка которого в настоящее время ведется с расстояния до 150 — 170 км. Не исключена также возможность получения здесь в больших количествах штучного и блочного камня.

#### Саанлахтинское месторождение

Месторождение было обследовано Ленгеолнерудтрестом в 1948 г. (Вознесенский, 1949ф). Состоит оно из двух участков.

I участок расположен на северо-северо-западной окраине Выборга. Здесь имеется заброшенный карьер размером 1,75 × 30 × 10 м. Добыча камня производилась взрывным способом. Граниты обнажены на площади около 4,5 га. Карьером разрабатывался розовый крупнозернистый гранит с темным кварцем и крупными овоидами микроклина.

В выветрелых частях гранита выделяются светлые зеленоватые плагиоклазовые оболочки на овоидах полевого шпата. Мощность выветрелой части не превышает 1 м (0,0 — 1,0 м); граниты массивные, порфировидные. На обнаженной части запасы ориентировочно составляют 450 тыс. м<sup>3</sup>. Трещины отдельности имеют простирание: 70° под углом 80°; 350° под углом 70°; 300° под углом 80°. Судя по трещиноватости, в месторождении можно добывать блоки размером до 2,5 × 2 × 1 м.

II участок расположен в 1 км на северо-запад от I участка и представляет собой карьер размером 100 × 20 × 10 м. Площадь распространения гранитов здесь около 50 га. Ориентировочные запасы составляют 5 млн. м<sup>3</sup>. Гранит аналогичен развитому на I участке.

#### Месторождение Хиекки

Месторождение расположено в 4 км к северо-западу от Выборга, на о. Монрепо (в парке), и в 1 км к северу от с. Саанлахти. Обследовано оно Ленгеолуправлением в 1945 г.

Граниты рапакиви крупнокристаллические, буровато-розового цвета. Выветривание распространяется на глубину до 1,5 м. Общая площадь, занятая массивом, около 15 га. Превышение над уровнем моря достигает 30 м. В прибрежной части массив гранита хорошо обнажен; центральная его часть на протяжении 200 — 300 м выступает над заливом в виде

почти отвесной стены высотой до 30 м. Специальных разведочных работ на месторождении не было. Из старого карьера, расположенного на южной оконечности гранитного массива, добыты колонны для Казанского собора в Ленинграде, что свидетельствует о хорошей блочности месторождения. Ориентировочные запасы месторождения около 1,2 тыс. м<sup>3</sup>.

### **Лайхаярвинское месторождение**

Месторождение расположено в 40 км на запад от Выборга по южному берегу оз. Лайха-Ярви, в 2 км к северу от Хельсинского шоссе.

Гранит рапакиви массивный, порфиоровидный, средне- и мелкозернистый, розовый. Граниты значительно выветрены с поверхности. Месторождение не разрабатывалось и детально не изучалось. Месторождение было обследовано в 1948 г. Ленгеолнерудтрестом (Вознесенский, 1949ф). На основании обследования установлено, что запасы гранита здесь весьма значительны.

### **Месторождения центральной части Карельского перешейка**

Центральная часть Карельского перешейка сложена в основном архейскими образованиями: гнейсами и гранито-гнейсами I группы и гранитами и их магматитами II группы. Выходы гранитов в западной части на границе с ютнийскими образованиями, которые раньше относились к постботнию (II группа), по последним данным (Вознесенский, 1949ф), рассматриваются как красная фация гранитов рапакиви Выборгского массива, т. е. относятся к IV группе (ютнию).

Месторождения центральной части перешейка представлены серыми и розово-серыми гранитами и гранито-гнейсами, расположенными вдоль линии железной дороги Каменногорск—Лесогорск (в основном по левому берегу р. Вуоксы), и красными гранитами, приуроченными к западной части постботнийской гранитной интрузии. Эта часть пересекается железной дорогой Выборг—Сортавала. Граниты и гранито-гнейсы, по имеющимся данным, являются высококачественным строительным материалом. Граниты некоторых месторождений этой группы (например, Антреа, Калалампи) разрабатывались для строительства еще до Великой Октябрьской социалистической революции.

Хотя изученность этих месторождений совершенно недостаточна, имеющиеся геологические данные позволяют считать, что запасы камня здесь практически неограничены.

Транспортировка камня может производиться железнодорожным путем (Выборг—Лесогорск и Выборг—Сортавала) и, повидимому, по р. Вуоксе и Ладожскому озеру.

### **Каменногорское месторождение**

Это месторождение, известное также под названием Антреа, расположено в 40 км от Выборга и в 2 км к западу от ст. Каменногорск. Месторождение занимает полуостров на правом берегу судходной р. Вуоксы, образованный рекой и заливом Каталахти.

Длина полуострова более 2 км, ширина до 800—900 м. Относительная высота массива над уровнем реки около 50 м. Количество запасов камня в пределах полуострова до уровня р. Вуоксы можно ориентировочно оценить в 50—60 млн. м<sup>3</sup>. Весь полуостров сложен гранито-биоти-

товыми гнейсо-гранитами, интродуцированными серо-розовыми биотитовыми гранитами. Как видно из геологической карты масштаба 1:1 000 000, Каменногорское месторождение расположено в гранитах II группы, т. е. в постоппии. Развитые здесь гранито-гнейсы следует относить к свииоиию.

При микроскопическом изучении каменногорских гранитов устанавливается влияние на них соседней интрузии рапакиви, на основании чего А. А. Вознесенский относит эти граниты к IV группе, т. е. к иотиию, и считает их краевой фацией выборгских гранитов. В пределах месторождения граница между гранитами и гнейсами неровная. Гранит биотитовый, среднезернистый, реже мелкозернистый, серого, серо-розового и розового цветов. Минералогический состав его следующий: плагиоклаза (олигоклаза) 45%, микроклина 20%, кварца 20%, биотита 15%. Монолитность гранитов благодаря редкому расположению трещин (1—4 м) весьма высокая.

В 1947 г. в пределах месторождения разведан небольшой участок площадью 8 га, расположенный в 1,5 км от ст. Антреа.

Запасы гранитов утверждены в 1948 г. ВКЗ по категориям А<sub>2</sub> и В в количестве около 1,5 млн. м<sup>3</sup> для использования в качестве облицовочного материала, для мостов и набережных, штучных изделий (поребрик, брусчаток и др.) и щебня для бетонных работ. Выход блоков гранитов, пригодных для штучного камня, составляет 65% (в том числе для распиловки около 25%); негабаритной мелочи, идущей на щебень, 28% и крошки гранита, не имеющей в данное время сбыта, 7%.

Основные физико-механические показатели, по данным разведки, следующие: сопротивление сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии от 1052 до 1801 кг/см<sup>2</sup>, после замораживания до 869 кг/см<sup>2</sup>; водопоглощение от 0,07 до 0,65; износ в барабане Деваля от 3,6 до 7,4%. Сопротивление удару на копке Педжа от 4 до 12. Приведенные цифры по сопротивлению сжатию следует считать заниженными, поскольку граниты эти по своей структуре, текстуре и прочим показателям аналогичны многим другим гранитам, для которых установлены значительно более высокие показатели прочности. По старым данным лаборатории имени проф. Белелюбского в Ленинграде, граниты Антреа показывают прочность выше 2000 кг/см<sup>2</sup> без какого-либо снижения от насыщения водой.

Разведанный участок эксплуатируется карьером Ленинградского управления Дормост, углубленным в гранит на 10—15 м. Карьер соединен со станцией железнодорожной веткой нормальной колеи. На месторождении имеется большое количество старых карьеров, которые разрабатывались с начала XX века. Камень поставлялся для строительства Петербурга и Выборга.

Перспективы месторождения весьма благоприятны. Запасы гранитов и гранито-гнейсов в пределах полуострова ориентировочно можно считать не менее 60—70 млн. м<sup>3</sup>. Горно-технические и гидрогеологические условия позволяют вести добычу камня крупными механизированными карьерами в больших масштабах. Возможность получения больших блоков позволяет здесь организовать также добычу облицовочного гранита. Транспортировка возможна как по железной дороге до Ленинграда (170 км), так и водным путем по р. Вуоксе и Ладожскому озеру.

На месторождении ведется разведка гранитов и гнейсов с целью подготовки базы для организации крупного карьера и завода по переработке гранита на щебень для бетона.

### Лесогорское месторождение

Месторождение расположено в 5 км к юго-востоку от ст. Лесогорск и в 2 км от ст. Пруды.

Породы представлены двумя разновидностями: гранитами и мигматитами. Граниты среднезернистые, с неравномерным распределением кристаллов, серовато-розовые, красноватые и бледнорозовые. Выветрелая зона отсутствует. Расстояние между вертикальными трещинами 1—5 м, между горизонтальными трещинами 0,5—2,0 м, что говорит о возможности получения здесь крупных блоков.

Сопротивление сжатию колеблется от 1900 до 2350 кг/см<sup>2</sup>; износ в барабане Деваля 2,73—3,79%; водонасыщение 0,07—0,18; сопротивление удару на копре Педжа 10—14. Согласно заключению ДОРНИИ, граниты пригодны для щебня и брусчатки всех классов дорожных покрытий и каменных оснований всех видов дорог, а также для бута.

Месторождение изучено Союздорпроектом в 1940—1941 гг. Запасы гранитов утверждены ВКЗ в 1941 г. в количестве по категории А<sub>2</sub> 5138 тыс. м<sup>3</sup> и по категории С<sub>1</sub> 999 тыс. м<sup>3</sup>.

Мигматиты, содержащие крупные ксенолиты биотитового гнейса и редкие жилы пегматитов, пригодны для щебня нижнего слоя дорог, для бетона и бута. Запасы мигматитов также утверждены ВКЗ в 1941 г. в количестве 600 тыс. м<sup>3</sup> по категории А<sub>2</sub>.

Месторождение расположено в весьма удобных транспортных условиях. Кроме близости железнодорожной станции, непосредственно к гранитному массиву примыкает шоссе: дорога Каменногорск—Лесогорск.

На месторождении имеется много старых ломов, однако в настоящее время оно не разрабатывается.

### Месторождение Калалампи

Месторождение расположено на левом берегу р. Вуоксы, в 5—7 км северо-западнее ст. Лесогорск и в 2 км к западу от ст. Пруды.

Основная часть месторождения представлена массивными розовыми порфировидными гранитами (II группы), крупнозернистыми и среднезернистыми. С поверхности граниты выветрены не более чем на 5—10 см. В центральной части массива имеются трещины отдельности со следующей ориентировкой: простирание 215°, угол падения 90°; простирание 320°, угол падения 55°; кроме того, развиты и горизонтальные трещины. На месторождении можно добывать блоки размером до 2,5×1,5×1,0 м. Площадь месторождения около 1 км<sup>2</sup>, геологические запасы камня, по оценке А. А. Вознесенского, около 7 млн. м<sup>3</sup>. Один из участков месторождения разведан в 1941 г. Союздорпроектом для нужд дорожного строительства. Запасы гранита, подсчитанные по категориям А<sub>2</sub>, В и С<sub>1</sub> в количестве 4980 тыс. т, не утверждались.

Месторождение с 1951 г. разрабатывается Главмостостроем МПС, на нем работает щебеночный завод с годовой производительностью 50 тыс. м<sup>3</sup> камня. Гранит применялся для облицовок зданий в Москве. На месторождении имеются старые ломки.

### Месторождение Сайрала

Месторождение расположено в 2 км юго-западнее ст. Сайрала, железнодорожной линии Выборг—Сортавала, и приурочено к крупной интрузии розового, местами трахитоидного гранита, по возрасту относящегося ко II группе (постботнию).

Месторождение сложено крупнозернистыми розовыми гранитами типа карлахтинских. От последних они макроскопически отличаются более мелкими кристаллами полевых шпатов, что придает им красивый декоративный рисунок. Содержание минералов (по приблизительному подсчету): кварца 35%, плагиоклаза 30—32%, микроклина 25%, слюды 7—8%.

Месторождение было изучено в 1940 г. Ленгеолнерудтрестом (Беленский, 1941ф). Ориентировочные запасы определены в 5 млн. м<sup>3</sup>. Перспективы для расширения месторождения благоприятные. Зона выветривания практически отсутствует. Граниты на вершине и крутых склонах обнажены. Физико-механические показатели следующие: удельный вес 2,65; временное сопротивление сжатию в сухом, водонасыщенном состоянии и после испытаний морозостойкости больше 2000 кг/см<sup>2</sup>. Полируются граниты очень хорошо. Полированная поверхность приобретает розовую окраску. По заключению ДОРНИИ, граниты пригодны на облицовочный и штучный камень, бут и щебень. Месторождение не разрабатывается. По данным С. Я. Беленского, граниты разбиты редкими трещинами под почти прямыми углами, что позволит получить на месторождении высокий процент выхода крупных блоков камня.

### Месторождение Инкиля

Месторождение расположено в 500 м к востоку от ст. Инкиля, железнодорожной линии Выборг—Сортавала. Обследовано оно Ленгеолнерудтрестом.

Граниты крупнозернистые, иногда среднезернистые. Физико-механические и петрографические данные аналогичны гранитам месторождения Сайрала. Дополнительно сделаны лишь испытания в барабане Деваля, показавшие, что износ гранитов не превышает 3%. Наносы достигают 2—4 м мощности. Ориентировочные запасы определены в 5 млн. м<sup>3</sup>; имеются перспективы на увеличение запасов. Месторождение не разрабатывается.

### КВАРЦИТО-ПЕСЧАНИКИ И КВАРЦИТЫ

Выходы кварцитов и кварцито-песчаников протягиваются довольно широкой полосой (до 60—80 км) вдоль всего западного побережья Онежского озера (от его южной оконечности до г. Петрозаводска на севере). Кварциты и кварцито-песчаники этого района, как отмечалось выше, относятся к верхам докембрия (иотнию). В. М. Тимофеевым (1927) они выделены в самостоятельную шелтозерско-шокшинскую свиту.

Они представлены светлосерыми, серыми, зеленоватыми, малиново-красными и буровато-красными разностями с различной крупностью зерна. Твердость их весьма высокая; строение плотное. Местами порода имеет совершенно сливный характер.

Макроскопически наблюдаются явные переходы от песчаников к кварцитам. Под микроскопом отчетливо улавливается постепенное исчезновение промежуточной массы (цемента) и характерное обрастание первичных зерен кварца новой кварцевой оболочкой. Порода отличается высокой прочностью, сопротивление сжатию достигает 2500—3000 кг/см<sup>2</sup>. Истираемость ее ничтожна. При полировке достигается весьма совершенный блеск.

Содержание зерен кварца составляет от 96 до 98% всей породы, тогда как окислы железа и слюды составляют менее 3,5%. Химический

состав колеблется в пределах:  $\text{SiO}_2$  96—98%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2,47—4%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  от следов до 0,45—2,20%. Выветриваясь и теряя железо, порода из малиново-красной переходит в более светлую грязновато-розовую разность.

Слои кварцитов и кварцевых песчаников падают на юго-запад под углами 10—12°, редко 20—25°. Система трещин позволяет получать плиты 30—100 см толщиной и до 2—3 м в длинном ребре. Вся шелтозерско-шокшинская свита, протягиваясь более чем на 150 км, проявляет редкое постоянство в условиях залегания, окраске и в мощности отдельных горизонтов.

Благодаря высоким техническим качествам (большой твердости, однородности, устойчивости против выветривания) кварцито-песчаники и кварциты Прионежья издавна применялись как строительный камень, а разности, обладающие малиново-красной окраской, использовались для художественно-декоративных целей.

Так, шокшинские малиновые кварциты в полированном виде были применены при сооружении мавзолея Ленина, советских павильонов на международных выставках 1937 г. в Париже и 1939 г. в Нью-Йорке, на станциях Московского метрополитена, а также для некоторых памятников в г. Ленинграде.

Кроме того, кварцито-песчаники широко применяются для тротуарных и половых плит, а также для мощения улиц в виде шашек, легко выкалываемых из отдельных монолитов.

Высокая плотность кварцитов позволяет не прибегать к их гидроизоляции. В случаях использования для цоколя пористого камня кварцит может применяться как водонепроницаемая оболочка. В связи с высоким содержанием кремнезема кварциты могут применяться как сырье для огнеупорной промышленности.

В пределах Ленинградской области кварцито-песчаники развиты на сравнительно небольшой территории в северо-западной ее части. Южной границей их распространения принято считать р. Свирь от истоков ее до меридиана р. Вазинки (правый приток р. Свири) и р. Святухи (левый приток р. Свири). Фактически выходы рассматриваемых пород известны и несколько южнее р. Свири, поэтому южной границей следует считать линию, проходящую через оконечность Онежского озера на запад до истоков р. Святухи. На севере кварцито-песчаники уходят далеко за границы Ленинградской области.

Крупных разработок кварцито-песчаников до последнего времени в пределах области не велось. Известны многочисленные ломки, в которых велась кустарная добыча. Планового геологического изучения кварцито-песчаников также не проводилось. Лишь в 1949—1950 гг. было разведано известное ранее Ровское месторождение кварцитов на р. Свири. Однако до сего времени оно еще не освоено промышленностью.

Главной причиной неиспользования имеющихся в этой части Ленинградской области месторождений кварцитов следует считать отдаленность площади их развития от железнодорожных путей сообщения. Имея, однако, в виду наличие здесь таких весьма удобных водных путей сообщения, как р. Свирь и Онежское озеро, следует рекомендовать более широкое промышленное освоение месторождений этого высококачественного строительного камня.

Из известных в этом районе месторождений и выходов кварцито-песчаников ниже приводится описание Ровского, Ивовецкого, Вознесенского и Гиморецкого месторождений (см. рис. 18).

### Ровское месторождение

Месторождение расположено в 1,5—2 км к северу от с. Ровского, на правом берегу р. Свири, в 45—50 км от ее истоков.

Поверхность месторождения представляет собой пологую, довольно обширную возвышенность, достигающую 17—19 м над уровнем реки. Падение кварцито-песчаников северо-восточное 20—45° под углом 10°. По слоистости порода сравнительно легко распадается на довольно тонкую плиту от 1—1,5 м до 15—20 см толщины.

Кроме трещин, расположенных параллельно слоистости, наблюдаются две системы трещин: одна вертикальная с простиранием на северо-запад 325°, другая с падением на юго-восток под углом 80° и простиранием на северо-восток 25°. Трещинами порода разбивается на отдельные плиты. Площадь их достигает 0,75—1 м<sup>2</sup>. По имеющимся данным, размеры блоков достигают здесь 2,5 м<sup>3</sup>.

Цвет песчаника красный с переходами к розовому и серому. При выветривании порода переходит в более светлую грязновато-розовую разность. Под микроскопом можно наблюдать постепенные переходы от песчаника к кварциту.

Химический состав кварцито-песчаников следующий: SiO<sub>2</sub> 96%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,2%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,7%; MgO следы. Физико-механические свойства кварцитов позволяют считать их высококачественным строительным материалом: временное сопротивление сжатию достигает 2500—3370 кг/см<sup>2</sup>; истираемость 0,024—0,081 см<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>; водопоглощение 0,10—0,17%; огнеупорность 1730—1750°.

Разработка месторождения производилась в 1936—1939 гг. Ленлегпромстроем и в 1940—1941 гг. трестом № 55 Наркомстроя СССР небольшим карьером с двумя забоями высотой 1,5—2 м, т. е. разрабатывался только верхний горизонт «плитчатого» кварцита. При добыче получались плиты размером преимущественно 50×30 и 40×40 см; толщина плит: от 10 до 20 см — 10%, от 7 до 10 см — 35%, от 5 до 7 см — 30%. Выход крупного кварцита (около 20—40 см в поперечнике), пригодного также для строительных целей (как щебень для бетона), доходил до 20—25%.

Запасы кварцита Ровского месторождения до уровня р. Свири были утверждены ТКЗ при Ленинградском геолуправлении в 1950 г. для динаса и бутового камня в количестве 8346 тыс. т, в том числе по промышленным категориям А<sub>2</sub> и В — 3853 тыс. т. В настоящее время месторождение не разрабатывается.

### Ивовецкое месторождение

Месторождение расположено по р. Свири в 6 км ниже с. Ровского, против о. Иовца.

Выходы кварцита возвышаются над уровнем реки на 21 м. Падение на северо-восток 33° под углом 10°. Трещинами кварцито-песчаник раскалывается на глыбы толщиной до 80 см. Цвет темномалиновый.

### Вознесенское месторождение

Месторождение представлено двумя выходами кварцито-песчаников: один к югу от с. Вознесенья, на 4-м км по дороге от с. Оште, другой на правом берегу р. Свири, почти у самого с. Вознесенья, в урочище Карьежка.

Первый выход представляет собой небольшую плоскую возвышенность розоватого кварцита. Падение пластовой отдельности на запад под углом  $11^\circ$ . Структура породы зернистая. Местами порода переходит в настоящий кварцит, обнаруживая отчетливое нарастание зерен кварца за счет перекристаллизованного цемента.

Второй выход представляет собой узкую полосу серого кварцита, обнажающегося под диабазами непосредственно в зоне контакта этих пород.

Кварциты района с. Вознесенья детально не изучались, поэтому не представляется возможным хотя бы примерно определить возможные запасы кварцито-песчаников этого района. Следует, однако, отметить, что выход в урочище Карьежка самостоятельного интереса не представляет, так как кварциты залегают под диабазами. Кварциты могут здесь разрабатываться только в комплексе с диабазами.

В качественном отношении кварцито-песчаники района с. Вознесенья, повидимому, не отличаются от таких же пород других месторождений Прионежья. Транспортировка кварцитов возможна только водным путем.

### Гиморецкое месторождение

Месторождение расположено в 12—15 км к северу от с. Вознесенья, между сс. Гимрека и Щелейки.

Здесь кварцито-песчаники прослеживаются на всем протяжении Гиморецкого кряжа. Верхняя часть этого кряжа сложена габбро-диабазами, основание его образовано кварцито-песчаниками. В зоне контакта эти породы переходят в чистый кварцит. Кварцито-песчаники и кварциты этого месторождения специально не изучались. Разработка их возможна в комплексе с вышележащими габбро-диабазами. Как по составу и строению, так, очевидно, и по свойствам кварцевые песчаники Гиморецкого месторождения сходны с другими описанными выше разновидностями кварцито-песчаников бассейна р. Свири.

### ГАББРО-ДИАБАЗЫ

Шелтозерско-шокшинские кварцито-песчаники в юго-западном Прионежье прорываются интрузиями диабазов и габбро-диабазов. Эти породы являются наиболее молодыми из докембрийских образований и, как было указано выше, относятся к самым верхам иотния.

Габбро-диабазы встречаются то в виде отдельных выходов среди песчаников, то в виде мощных скалистых кряжей протяжением на несколько километров. Господствующими среди диабазов являются роговообманковые разновидности.

Цвет породы в свежем виде темнозеленый, при обработке в ударных фактурах серый, в полированном виде почти черный. Структура диабазов мелкозернистая. Они обладают способностью хорошо принимать полировку, но в связи с невысокими декоративными качествами эти диабазы применяются как облицовочный камень только в комплексе с более яркими гранитами для различных вставок, бордюров и т. п.

Диабазы используются на бут, щебень и камень для дорожных покрытий. Благодаря способности хорошо колотиться эти диабазы являются прекрасным материалом для брусчатки и шашки, которые широко применяются для покрытий мостовых в Ленинграде. Прочность их весьма значительна. Сопротивление сжатию достигает  $2000 \text{ кг/см}^2$  и более.

Изучение месторождений диабазов в пределах Ленинградской об-

ласти проводилось в 1925—1929 гг. Имеющиеся общие геологические данные показывают, что запасы диабазов здесь весьма значительны. Отрицательной стороной этого района является его удаленность от железной дороги. Однако наличие прекрасных водных путей (Онежское озеро, р. Свирь и Мариинская система) позволяет отнести этот район к перспективным и рекомендовать его для детального изучения и промышленного освоения. При этом нужно ориентироваться на комплексную разработку габбро-диабазов и подстилающих их кварцитов.

Ниже дается краткое описание двух месторождений габбро-диабазов, расположенных на западном берегу Онежского озера (см. рис. 18).

### **Подщелейский массив**

Месторождение габбро-диабазов Подщелейский массив расположено в 1 км от западного берега Онежского озера, в 18 км к северу от с. Вознесенья и в 2 км к югу от с. Щелейки.

Месторождение представляет собой кряж, сложенный габбро-диабазами, отличающийся большим постоянством как структуры, так и состава. Кряж этот длиной около 1 км и шириной 150 м возвышается над окружающей местностью до 40 м.

Минералогический состав габбро-диабазы следующий: плагиоклаза до 48%, пироксена 37%, магнетита 8%, роговой обманки 2,8%, слюды 0,6%, кварца 2,5%. Массив разбит несколькими системами трещин. Главная из них разбивает массив на пластовые отдельности мощностью от 10 до 60—70 м. В результате имеющейся трещиноватости габбро-диабазы разбиваются на довольно крупные блоки прямоугольной формы. Местами (в северо-восточном направлении) проявляются зоны дробления шириной от 3 до 10 м. Мощность наносов превышает 1 м. Удельный вес породы 3,041; временное сопротивление сжатию 2334 кг/см<sup>2</sup>.

Месторождение известно с 1902 г. и разрабатывалось с 1929 по 1939 г. Управлением онежских разработок диабазы системы Дорводмоста Ленгорисполкома. Разведывалось Ленгеолуправлением в 1929 г. Запасы были утверждены в 1930 г. По балансу на 1/I 1952 г. на месторождении числится 8572 тыс. м<sup>3</sup> общих учтенных запасов габбро-диабазов по категории В+С<sub>1</sub> и 3 млн м<sup>3</sup> по категории С<sub>2</sub>.

### **Гиморецкое месторождение**

Месторождение расположено в 0,5—1,0 км от западного берега Онежского озера, к юго-юго-востоку от с. Гимрека Вознесенского района Ленинградской области.

Месторождение представляет собой массив, сложенный габбро-диабазами нормального состава. В основании массива залегают кварциты. Массив разбит трещинами на монолиты мощностью от 10 до 15 м. Местами наблюдаются зоны дробления шириной 3—10 м. Хорошо развиты отдельности прямоугольной формы различных размеров. Мощность наносов невелика, гидрогеологические условия благоприятны.

В 1925—1927 гг. месторождение обследовалось Геологическим комитетом, на основании чего были подсчитаны запасы габбро-диабазов в количестве 9947 тыс. м<sup>3</sup>. Запасы были утверждены в 1930 г. По состоянию на 1/I 1952 г. запасы эти учтены по категории В (Маркова, 1953ф).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Широкое распространение геологических комплексов, содержащих породы, применяемые в качестве строительного камня, дает основание для развития в Ленинградской области промышленности по добыче и пе-

реработке каменных строительных и декоративно-облицовочных материалов.

Главнейшими районами естественных каменных строительных материалов в Ленинградской области, как видно из предыдущего обзора, являются Карельский перешеек и западное побережье Онежского озера.

На Карельском перешейке распространены граниты и гранито-гнейсы архея и протерозоя различных расцветок. Здесь главный интерес представляют граниты рапакиви (выборгиты), тяготеющие к району Выборга и побережью Финского залива, граниты карлахтинского типа, распространенные в основном по побережью Ладожского озера и вдоль железнодорожной линии Приозерск—Сортавала, и средне- и мелкозернистые граниты типа Антреа, месторождения которых развиты в центральной части перешейка вдоль дороги Каменногорск—Лесогорск.

На западном побережье Онежского озера в равной мере заслуживают внимания кварцито-песчаники и диабазы. Известное ограничение в использовании этих пород может представить то обстоятельство, что транспортировка камня из Прионежья возможна только водным путем: по Онежскому озеру и Свири в Ленинград и по Онежскому озеру и Мариинской системе в Москву и другие города.

Все увеличивающаяся потребность в каменных строительных материалах вызывает необходимость в проведении поисковых и геолого-разведочных работ.

В области развития изверженных и метаморфических пород Карельского перешейка необходимо детально разведать несколько месторождений камня с различной расцветкой с тем, чтобы иметь возможность использовать при строительстве Ленинградского метрополитена и других монументальных сооружений наиболее широкий ассортимент ценного декоративного камня.

В Прионежье должна быть организована детальная разведка хотя бы одного месторождения кварцито-песчаников и габбро-диабазов. При этом следует ориентироваться на комплексную эксплуатацию указанных пород одним карьером. Кварцито-песчаники в основном должны применяться как художественно-декоративный камень. Благодаря красивой расцветке камня вывозка его возможна далеко за пределы области. Габбро-диабазы найдут широкое применение как высококачественный строительный и дорожный материал.

## КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ

(известняки, доломиты и мергели)

### Введение

Характеристика ресурсов карбонатного сырья Ленинградской, Новгородской и Псковской областей, которая содержится в I томе «Геологии СССР», является уже в значительной мере устаревшей. За время, истекшее после его издания, одной из центральных проблем являлось изучение флюсовой базы для строящегося Череповецкого металлургического комбината.

Работы по флюсам, выполнявшиеся Ленинградским геологическим управлением, заключались в переоценке и разведке ряда месторождений известняков каменноугольного возраста. Некоторые из месторождений являлись также объектами изучения для глиноземной промышленности, осуществлявшегося геологической службой Министерства цветной метал-

лургии. Ленинградским геолого-разведочным трестом нерудных ископаемых одновременно производились большие работы по подготовке сырьевой базы цементной промышленности. В связи с последней проблемой производилась разведка Угловского и Порховского месторождений и, кроме того, было выявлено и получило промышленную оценку Сланцевское месторождение известняков.

Геолостромтрестом изучались карбонатные породы в качестве строительного камня и сырья для производства извести. Разведочными работами этой организации были охвачены Путиловское, Войбокальское, Таицкое, Парицкое, Кикеринское, Волосовское и Алексеевское месторождения силурийских известняков, а также ряд новых месторождений девонских известняков в районе Пскова (Выбутское, Псковское и Снетогорское).

Настоящий очерк дополняет соответствующий раздел I тома «Геологии СССР» в части геологии и промышленной характеристики отдельных толщ палеозойских карбонатных пород, а также обновляет фактический материал по месторождениям, изучавшимся за последние годы.

Геологические исследования послевоенного периода и особенно изучение флюсовой базы Череповецкого комбината выявили серьезную недооценку роли эпигенетических процессов в карбонатных толщах. Поэтому возникла необходимость в специальном рассмотрении явлений эпигенеза и оценке их практического значения.

## **Карбонатные толщи и их распространение**

Как известно, в геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие карбонатные толщи нижнего силура, верхнего девона и нижнего карбона. Их стратиграфия и условия отложения подробно освещены в I томе «Геологии СССР». Поэтому перед рассмотрением специальных вопросов геологии и промышленной оценки карбонатных толщ остановимся только на основных различиях в их вещественном составе и некоторых геоморфологических особенностях площадей их распространения.

Нижнесилурийская карбонатная толща мощностью около 150 м сложена преимущественно глинисто-карбонатными породами. Схематизируя ее разрез, в ней можно выделить три зоны, отличные по вещественному составу.

Нижняя, включающая глауконитовые и ортоцератитовые слои, характеризуется преобладанием мергелей и известковых глин и подчиненным участием известняков, приуроченных в основном к ее низам. Средняя, самая мощная зона, охватывающая большую часть толщи от эхиносферитовых до нижней половины иевских слоев, представлена глинистыми известняками и мергелями. Наиболее чистыми являются доломиты кегельских слоев и везенбергские доломиты и известняки, которыми заканчивается разрез нижнего силура. Распространение верхней зоны ограничивается западной частью Ленинградской области.

Для нижнесилурийской толщи очень характерна доломитизация, которая в большей или меньшей степени проявляется на всех ее горизонтах.

Девонская карбонатная толща, мощность которой достигает 70 м, отличается наибольшей сложностью и непостоянством состава. В строении ее наряду с известняками, доломитами, доломитизированными известняками и мергелями принимают участие глины и пески. Соотноше-

ние между карбонатными породами и терригенными образованиями различно. В большей степени глинисто-карбонатными и карбонатными породами сложены снетогорские, псковские, чудовские и шелонские слои, составляющие нижнюю половину рассматриваемой толщи и самые верхние ее слои — бургские. В составе свиновских и ильменских слоев преобладают терригенные образования. В пределах Псковской области в псковских и в верхней части шелонских слоев встречены чистые маломagneзиальные известняки. Доломиты приурочены преимущественно к снетогорским, нижней части шелонских и к бургским слоям. С выклиниванием верхних частей девонской толщи по направлению на восток отмечается также некоторое уменьшение ее карбонатности.

Среди карбонатных пород каменноугольного возраста, занимающих всю восточную часть рассматриваемой территории, особую ценность представляет толща нижнего карбона, так как к ней приурочены очень чистые по составу известняки.

В алексинских и михайловских слоях окской свиты пласты известняка мощностью 0,5—6 м чередуются со значительно более мощными песчано-глинистыми отложениями. Вышележащая серпуховская свита мощностью около 50 м сложена преимущественно карбонатными породами, состав которых изменяется от маломagneзиальных известняков до доломитов. Характерной особенностью карбонатных пород серпуховской свиты является широкое распространение в них кремневых включений. Наряду с окремнением и доломитизацией отмечается широкое развитие рыхлых землистых разностей серпуховских известняков.

Каждая из рассмотренных толщ, залегающая почти горизонтально, принимает участие в стрессии больших региональных структур. Карбонатные толщи силура и девона полого погружаются на юг, в сторону Прибалтийской синеклизы. Каменноугольная карбонатная толща, слагающая северо-западное крыло Подмосковной котловины, погружается в юго-восточном направлении.

В стрессии современной поверхности контурам распространения отдельных карбонатных толщ отвечают плато, ограничиваемые уступами, из которых наиболее отчетливо выражены силурийский и карбоновый. Поверхность силурийского плато приподнята выше уровня Балтийского моря на 100 м и местами на 150 м. Карбоновое плато достигает абсолютных отметок 200—250 м.

На рассматриваемой территории прослеживаются три пояса развития карбонатных пород, из которых нижнесилурийский и девонский протягиваются в широтном направлении, а нижнекаменноугольный имеет почти меридиональное простирание. В пределах указанных поясов карбонатные породы не везде доступны для промышленного освоения, которое возможно только при благоприятном сочетании геоморфологических и других условий.

Приуроченность выходов карбонатных пород к возвышенным участкам является лишь одним из благоприятных факторов, но не всегда определяет степень доступности отдельных горизонтов известняков. Например, глауконитовые известняки, выходящие в уступе силурийского плато, быстро погружаются к югу под мощную толщу непригодных для использования известковых глин и мергелей. По тем же причинам пласты известняков, слагающие карбоновый глинт окской свиты, имеют ограниченное практическое значение и более доступными являются серпуховские карбонатные породы, широко распространенные на поверхности карбонового плато.

Сложная история формирования поверхности рассматриваемой территории обуславливает большое значение погребенного коренного рельефа и ледниковых аккумулятивных форм при оценке районов распространения карбонатных тел. В южной части Новгородской области карбоновый уступ, который севернее хорошо обозначен в современном рельефе, закрыт мощной толщей ледниковых образований, и здесь прослеживается только его подземное продолжение. Погребенные подземные долины и широкие депрессии, прорезающие местами известняковое плато, являются одним из существенных геоморфологических факторов, ограничивающих распространение карбонатных толщ на приемлемых для разработки глубинах. Другим, не менее важным фактором служат аккумулятивные формы ледникового рельефа, распространенные иногда на значительных пространствах плато.

Совокупность рассмотренных явлений приводит к тому, что значительные площади в пределах распространения карбонатных толщ совершенно утрачивают практическое значение и наряду с этим отдельные, изолированные геоморфологические районы оказываются перспективными для поисков и освоения месторождений. Примерами последних на карбонатовом плато являются Угловский, Боровичско-Любытинский и другие районы.

При определении контуров месторождений карбонатных пород, приуроченных к таким районам, кроме отмеченных крупных геоморфологических соотношений, существенную роль играют и другие факторы. В числе их наряду с более мелкими формами погребенного и аккумулятивного рельефа следует отметить локальные дислокации. Природа последних не всегда ясно устанавливается, во многих случаях они являются ледниковыми.

Одну из форм рассматриваемых нарушений представляют пологие складки, амплитуда которых может изменяться на сравнительно коротких расстояниях. Значение таких локальных структур видно на примере Порховского месторождения, представляющего собой поднятие шелонских известняков на крыльях складки, глубоко погружающихся под свиновские глины.

Наряду с указанными дислокациями контуры месторождений нередко определяются проявлениями эпигенных процессов. Вопросы эпигенеза ввиду их исключительной важности для характеристики карбонатных толщ рассматриваются самостоятельно.

## **Проявление вторичных процессов в карбонатных толщах**

Одним из наиболее ранних вторичных процессов в карбонатных толщах региона является окремнение, отмечаемое в губковых слоях нижнего силура и наиболее интенсивно выраженное в серпуховской свите нижнего карбона. Заключенные в указанных отложениях кремни образовались в связи с последующим перемещением кремнезема, аккумулярованного при накоплении толщ карбонатных осадков. При этом миграция коллоидного кремнезема происходила в стадии раннего диагенеза и завершалась возникновением кремнистых стяжений со следами уплотнения кремневого геля и другими признаками формирования их в рыхлом осадке.

В известняках губковых слоев замещению кремнеземом подверглись ископаемые губки. В серпуховской свите часто отмечается окремнение кораллов и крупных брахиопод, но наиболее характерной формой являются метасоматические кремневые желваки, располагающиеся четко-видно по слоистости известняков. В строении таких желваков хорошо сохраняется первоначальная структура замещенной породы с отчетливыми отпечатками фораминифер, обломков брахиопод и других органических остатков, которая во вмещающих известняках в той или иной степени изменена последующей перекристаллизацией или нацело уничтожена при превращении их в эпигенные доломиты.

Раннее образование кремневых желваков и других форм окремнения отчетливо устанавливается из морфологических соотношений их с другими проявлениями эпигенеза в толще серпуховских известняков (доломитизацией и т. д.). Свидетельством этого являются кремневые желваки с первоначальной реликтовой структурой органогенных известняков, заключенные в эпигенных доломитах или в разрушенных выщелачиванием известняках, и присутствие кремней в наиболее древних карстовых полостях, выполненных верейскими глинами (Яржемская и Стронский 1949ф). В более южных районах Подмосковной котловины разрез верейской свиты начинается высококовскими слоями, сложенными глиной с обломками известняка и кремня, что указывает на доверейский возраст окремнения в серпуховской свите.

Перспективы выявления на рассматриваемой территории месторождений серпуховских известняков без кремней представляются мало благоприятными вследствие регионального распространения и частого чередования в разрезе цепочек кремневых желваков. Такие месторождения известны лишь значительно южнее, в пределах Великолукской области, где в нижней части веневских слоев, мощность которой достигает 8—10 м, кремневые желваки отсутствуют.

К числу важнейших проявлений эпигенных процессов относится доломитизация известняков. С. Г. Вишняков (1936ф) среди различных типов доломитовых пород, участвующих в строении карбонатных толщ силура, девона и карбона Ленинградской области, выделяет протогенные, диагенные и эпигенные доломитовые образования, отмечая крупную роль последних.

Эпигенная доломитизация отличается большой сложностью. Эпигенные доломиты и доломитизированные известняки образуют тела неправильной конфигурации, в распределении которых трудно устанавливаются определенные закономерности. Обычно они имеют форму неправильных пластовых залежей, линз или пятен, приуроченных к отдельным горизонтам и неравномерно распределенных не только в разрезе, но и на площади распространения известняковых толщ.

Непостоянство морфологии и интенсивности эпигенной доломитизации объясняется избирательностью этого процесса. Важное значение при этом имеют различия в структуре, характере и распределении органических остатков и другие литологические особенности, определяющие проницаемость известняков при движении растворов по субкапиллярным трещинам.

В толще нижнесилурийских отложений эпигенетическая доломитизация отмечается на различных ее горизонтах. С. Г. Вишняков (1936ф), характеризуя доломитизацию глауконитовых известняков, указывает на общее возрастание ее интенсивности в районе рр. Тосны, Ижоры, Поповки и к западу от Кингисеппа и при этом отмечает, что оно совпадает

с контурами древних депрессий, выполненных доломитовыми мергелями и доломитами наровских, сабских и руйских слоев среднего девона.

Интересные данные по морфологии вторичной доломитизации в нижнесилурийской карбонатной толще были получены при разведочных работах Ленгеолнерудтреста на Сланцевском месторождении везенбергских известняков, расположенном на р. Плюссе близ г. Сланцы (Апсит и Николаева, 1949ф). Неправильные пластовые залежи эпигенных доломитов находятся здесь на различных горизонтах толщи известняков, но наибольшее распространение их отмечается в нижней ее части. В обнажениях на р. Плюссе установлено, что пластовая доломитизация приурочена к вертикальным трещинам северо-восточного направления. Эти трещины, являвшиеся путями проникновения магнезиальных растворов в карбонатную толщу, прослеживаются в подземных выработках Гдовского сланцевого рудника, где к ним приурочена доломитизация кукерских известняков, и уходят в подстилающие эхиносферитовые известняки. В пределах разведанной площади Сланцевого месторождения наиболее значительные проявления доломитизации прослеживаются по простиранию указанных трещин. В связи с этим отмечается зональность в чередовании площадей с интенсивной и ослабленной доломитизацией, позволившая оконтурить крупные запасы маломagneзиальных известняков для цементной промышленности.

Трещины северо-восточного направления, служившие проводниками магнезиальных растворов, являются, повидимому, одними из наиболее древних. Часто сопровождаясь мелкими смятиями и перемещениями, они, кроме того, характеризуются наличием карстовых полостей, выполненных пестроцветными девонскими глинами. Характерным является также сочетание доломитизации с интенсивным ожелезнением карбонатных пород вдоль рассматриваемых трещин.

В толще нижнекаменноугольных отложений проявления эпигенной доломитизации приурочены преимущественно к серпуховской свите. Вследствие неравномерной интенсивности рассматриваемого процесса в некоторых разрезах как нижние, так и верхние слои серпуховской свиты, обычно представленные известняками, являются доломитизированными. В разрезе Пикалевского месторождения вся серпуховская свита сложена чистыми известняками, в которых отмечается лишь незначительная локальная доломитизация. Более других изучены благодаря исследованиям С. Г. Вишнякова (1936ф) проявления вторичной доломитизации среди веневских слоев Тихвинского района. Приуроченные к низам веневских слоев линзы и пятна вторичных доломитов располагаются на одном или разных горизонтах, соединяясь иногда вертикальными перемычками.

Закономерности, которым подчиняются морфология и распространение эпигенных доломитовых образований в карбоне, остаются в настоящее время еще мало выясненными.

Соотношения между доломитизацией и другими вторичными процессами в карбонатных толщах силура и карбона могут быть рассмотрены лишь в общих чертах. В толще силурийских известняков карстовые полости, выполненные пестроцветными девонскими глинами, приурочены к зонам развития доломитов вдоль тектонических трещин.

Выше указывалось, что в нижнем карбоне доломитизация известняков является процессом более поздним, чем окремнение. С. Г. Вишняков (1936ф), отмечая в Тихвинском районе приуроченность некоторых

последледниковых карстовых форм к эпигенным доломитам, склонен рассматривать их как одновременные образования. По наблюдениям Е. К. Яржемской, на Угловском месторождении вторичные доломиты пересекаются карстовыми полостями различного возраста — от последледниковых до самых древних, заполненных верейскими глинами (Яржемская и Стронский, 1949ф). Поэтому возможно, что основные проявления эпигенной доломитизации в известняках нижнего карбона предшествовали карстовым процессам и, так же как в силурийских известняках, возникли в одну из отдаленных геологических эпох.

Выщелачивание (в основном карст и разрыхление) относится к числу важнейших проявлений эпигенных процессов в рассматриваемых карбонатных толщах. В отличие от доломитизации процесс выщелачивания происходит в кислой среде при воздействии на карбонатные породы вод, богатых углекислотой. Образующийся при этом растворимый бикарбонат кальция выносится подземными водами в открытые водоемы.

Карстовые процессы развиваются в результате выщелачивания карбонатных пород по трещинам, являющимся путями движения подземных вод. Сочетание основных направлений подземного стока — вертикального и горизонтального — определяет формирование пустот выщелачивания по секущим и пластовым трещинам, образующим единую систему подземных карстовых полостей. Формирование этой системы подземного стока неразрывно связано с развитием поверхностной гидрографической сети и происходит в периоды оживления эрозионной деятельности, обусловленные понижениями базиса эрозии при положительных движениях земной коры.

О неоднократном периодическом оживлении и затухании карстовой деятельности в рассматриваемых карбонатных толщах свидетельствуют заключенные в них карстовые образования, среди которых выделяются доледниковые, межледниковые, последледниковые и современные.

Другой формой выщелачивания является разрыхление, свойственное известнякам нижнего карбона. Этот мало еще изученный процесс характеризуется глубокими морфологическими отличиями от карста и своеобразием условий, вызывающих его. В противоположность карстовым полостям, которые образуются по трещинам и имеют локальное распространение, разрыхление проникает вглубь массива известняков, развивается в карбонатной толще широким фронтом, и поэтому имеет более устойчивое региональное распространение (Теннер и Дымский, 1949ф).

Степень выщелачивания при разрыхлении известняков весьма различна, вследствие чего между крепкими известняками и рыхлой карбонатной мукой существует ряд промежуточных разностей, характеризующихся большей или меньшей сохранностью первоначальных физических свойств и текстуры. По мере возрастания интенсивности выщелачивания происходит увеличение пористости известняков, сопровождающееся уменьшением их объемного веса и снижением механической прочности. Заметная потеря известняками объемного веса (с 2,5 до 2,0) свидетельствует о выносе большого количества растворенного бикарбоната.

Микроскопическое изучение показывает, что разрыхление сопровождается существенными изменениями в структуре известняков. Первоначально крепкие мелкозернистые известняки с остатками фораминифер, водорослей и обломками брахиопод приобретают микрозернистую структуру. Таким образом, процессу выщелачивания, как и доломитиза-

ции, предшествует структурная подготовка, заключающаяся в дегрануляции и увеличении удельной поверхности кальцитовых частиц, благоприятствующая развитию обоих столь различных гидрохимических процессов.

Выщелоченные разности распространяются в толще известняков вдоль пластовых и вертикальных трещин, являющихся путями движения подземных вод. В завершающей стадии выщелачивания сохраняются лишь мелкие округлые «включения» крепкого известняка в разрыхленной толще.

Разрыхление известняков локализуется в окраинной части карбонового плато, характеризующейся интенсивным стоком подземных вод, и охватывает всю толщу нижнего карбона. С удалением от уступа на восток проявления рассматриваемого процесса затухают, и в известняках среднего и верхнего карбона они почти отсутствуют. Интенсивность выщелачивания возрастает на отступливо выраженных в рельефе формах уступа и несколько ослабевает на площадях, примыкающих к подземному уступу, погребенному под ледниковыми отложениями.

Некоторые погребенные формы коренного рельефа, время погребения которых остается недостаточно уточненным, благоприятствуют сохранению известняков от процессов разрыхления. Примером этого может служить Угловское месторождение, целиком сложенное крепкими известняками серпуховской свиты. Оно представляет собой подземный выступ, ограниченный с двух сторон депрессиями, выполненными ледниковыми и межледниковыми отложениями.

Вопрос о возрасте процессов разрыхления в настоящее время еще недостаточно ясен. По имеющимся, далеко еще не достаточным данным можно предполагать, что разрыхление предшествовало послеледниковому карсту и, вероятно, отвечало по времени концу последнего оледенения. Основанием для такого предположения является наблюдаемое в толще разрыхленных известняков Пикалевского месторождения развитие послеледникового трещинного карста, выполненного моренными суглинками и более молодого, чем разрыхление. Косвенным подтверждением позднеледникового возраста этого процесса являются также некоторые поздние гляциально-тектонические нарушения, повидимому, происходившие в известняках, затронутых разрыхлением.

В пределах силурийского плато в известняках отмечаются некоторые проявления выветривания, выражающиеся в значительном уменьшении пластовой отдельности известняков, происходящей вследствие распадаenia ее на тонкие плиты по скрытой слоистости. Вместе с тем известняки в существенной мере утрачивают свою механическую прочность и морозоустойчивость.

Выветривание глауконитовых известняков отмечается в тех частях глинта, где они залегают непосредственно под четвертичными отложениями, и заметно ослабевает с перекрытием их известняково-мергелистыми слоями глауконитового и ортоцератитового ярусов. Эхиносферитовые известняки, которые лежат под четвертичным покровом на значительных пространствах силурийского плато, характеризуются хотя и неравномерными, но еще более широкими проявлениями выветривания. Закономерности их мало изучены; повидимому, наряду с другими определяющими их условиями существенную роль играет проницаемость трещин.

## Промышленная характеристика карбонатных толщ

Значительное литологическое разнообразие рассматриваемых карбонатных пород определяет возможность применения их в различных отраслях промышленности, многие из которых имеют важное народно-хозяйственное значение. Вместе с тем ряд своеобразных литологических особенностей, связанных с условиями образования карбонатных толщ, вызывает серьезные затруднения при их изучении и осложняет промышленное использование месторождений.

Среди глинисто-карбонатных пород, в основном слагающих толщу нижнего силура, важное практическое значение имеют глауконитовые известняки, именуемые на карьерах «дикарями», которые издавна применяются в качестве строительного камня. Проследиваясь вдоль силурийского уступа, они образуют единый по условиям разработки комплекс с перекрывающими их мергелисто-известковыми породами, так называемыми «желтяками» и «фризами». Необходимость совместной выемки рассматриваемых карбонатных пород вызывается не только быстрым повышением рельефа в краевой части силурийского плато, но и большей сохранностью глауконитовых известняков под перекрывающими их «фризами», чем в случае их непосредственного залегания под четвертичным покровом.

Химический состав рассматриваемого комплекса глинисто-карбонатных пород (табл. 16) изменяется преимущественно в связи с эпигенной доломитизацией, проявления которой, как указывалось выше, весьма интенсивны в центральной и западной частях краевой зоны силурийского плато.

Разработка «дикарей» в качестве строительного камня ведется в восточной части силурийского плато, где располагаются Путиловское, Войбокальское и другие месторождения. Лучшим из них является Путиловское, на котором благодаря редкой трещиноватости и отсутствию гляциально-тектонических нарушений обеспечивается получение крупных монолитов, пригодных для изготовления лестничных ступеней, цоколей и других каменных изделий. В карьерах у ст. Войбокало и на р. Волхове у с. Бабино, расположенных в зонах интенсивной трещиноватости известняков и гляциально-тектонических нарушений, «дикари» разрабатываются только как бутовый камень и щебень с очень малым выходом штучного камня.

Качество «дикарей» весьма высокое. Временное сопротивление сжатию достигает  $900\text{--}1100\text{ кг/см}^2$  в сухом состоянии и незначительно снижается после замораживания.

Кроме «дикарей», среди толщи глауконитовых известняков для строительных целей пригодны лишь несколько наиболее плотных слоев «желтяков» («толстеный» и «серенький»), остальные при разработках идут в отвал.

Хотя качество «желтяков» несколько ниже качества «дикарей», все же основные показатели по временному сопротивлению сжатию не выходят за пределы, установленные условиями для бута и щебня. Эти показатели колеблются в пределах от  $700$  до  $1000\text{ кг/см}^2$  в воздушном состоянии,  $500\text{--}750\text{ кг/см}^2$  в водонасыщенном состоянии и  $400\text{--}750\text{ кг/см}^2$  после замораживания. Из толщи «фризов» в качестве строительного материала используется иногда лишь один слой наиболее крепких известняков «короба». Из-за глинистости и плохой морозостойкости

| Стратиграфические горизонты             | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO         | MgO         | П. п. п.    | S         |
|-----------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| <b>Глауконитовые известняки</b>         |                  |                                |                                |             |             |             |           |
| „Дикари“ . . . . .                      | 6,22— 7,65       | —                              | 3,64— 7,34                     | 28,25—47,53 | 1,97—18,23  | 38,35—43,18 | —         |
| „Желтяки“ . . . . .                     | 10,02—18,45      | —                              | 2,40—12,51                     | 25,83—44,82 | 0,33—17,11  | 29,36—39,34 | 0,03—0,05 |
| „Фризы“ . . . . .                       | 6,74—20,42       | —                              | 2,73— 9,29                     | 22,0 —45,53 | 1,20—17,96  | 22,72—42,18 | 0,01—0,05 |
| <b>Ортоцератитовые известняки</b>       |                  |                                |                                |             |             |             |           |
| Нижний горизонт . . . . .               | 18,54—32,85      | 6,52—9,74                      | 3,49— 5,64                     | 23,77—40,96 | 0,34— 2,88  | 22,30—28,60 | —         |
| Средний и верхний горизонты .           | 5,80—23,19       | 1,60—7,14                      | 2,16— 2,82                     | 20,13—44,19 | 0,30—17,31  | 28,83—40,86 | 0,02—0,08 |
| <b>Эхиносферитовые известняки . . .</b> | 4,90—23,07       | —                              | 1,96—10,18                     | 25,08—48,09 | 0,75—17,89  | 28,43—41,37 | —         |
| Кукерские известняки . . . . .          | 5,09—25,95       | —                              | 1,14—10,62                     | 32,65—49,00 | 0,69— 5,63  | 30,90—43,03 | —         |
| Итферские известняки . . . . .          | 20,25            | 5,74                           | 2,72                           | 23,66—44,26 | 1,60—12,49  | 32,34—38,44 | —         |
| Губковые доломиты . . . . .             | 6,39—10,09       | 0,98—3,50                      | 0,09— 1,07                     | 28,42—50,80 | 0,66—15,77  | 40,00—40,96 | —         |
| Иевские известняки . . . . .            | 9,76—21,52*      | —                              | 2,40— 4,34                     | 23,11—45,94 | 1,61—15,80  | 33,78—42,50 | —         |
| Кегельские доломиты . . . . .           | 2,48—13,76       | —                              | 0,62— 5,8                      | 24,71—30,56 | 14,35—20,55 | 34,0 —46,00 | —         |
| Везенбергские известняки . . . . .      | 3,40—11,91       | —                              | 0,54— 5,03                     | 25,11—53,49 | 0,25—18,10  | 30,16—42,20 | —         |

\* Нерастворимый остаток.

пород этого горизонта при разработках удаляются в отвал значительные количества «фризов». Вопрос использования последних в промышленности в жующих веществ является весьма актуальным.

Однако вследствие низкой карбонатности «фризов» и значительного содержания глауконита использование их в качестве цементного сырья представляет большие трудности. Влияние глауконита на химический состав сказывается в пониженных содержаниях кремнезема и глинозема при повышенном содержании окислов железа. Поэтому для достижения требуемых соотношений в цементной сырьевой смеси необходима сложная корректировка ее химического состава или обогащение «фризов».

Исследования Механобра, выполненные с целью получения концентрата, пригодного для обжига гидравлической извести, показали возможность разделения известняков и известковых глин в барабанном грохоте. Эти опыты производились на подсушенной пробе «фризов» Войбокальского месторождения и не характеризуют условий обогащения горной массы с естественной влажностью, которые будут существенно иными и, вероятно, вызовут необходимость мокрого грохочения.

Произведенные опыты обогащения, показавшие возможность повышения содержания СаО, однако, не изменили существенно значений силикатного и глиноземного модулей. Поэтому они не привели к эффективному решению задачи использования «фризов» в качестве цементного сырья.

Мергелистые известняки эхиносферитового яруса характеризуются непостоянной по интенсивности доломитизацией и общим увеличением глинистости в восточной части силурийского плато. Доломитизация и глинистость ограничивают область возможного их использования (см. табл. 16). Эхиносферитовые известняки могут рассматриваться в качестве сырья для производства гидравлической извести и минеральной шерсти. Применению их в цементной промышленности препятствует повышенная магнезиальность, которая, возможно, не является повсеместной. В настоящее время эхиносферитовые известняки в Ленинградской области разрабатываются только на бутовый камень и щебень, которые ввиду низкой морозоустойчивости пригодны лишь для неответственных сооружений. Спротивление сжатию колеблется в пределах 470—900 кг/см<sup>2</sup> в сухом состоянии, 360—700 кг/см<sup>2</sup> в водонасыщенном состоянии и 300—600 кг/см<sup>2</sup> после замораживания.

В восточной части силурийского плато добыча эхиносферитовых известняков производится на Ново-Дубовицком и Жихаревском месторождениях. На западе разрабатываются Таицкое, Рудиловское и Керстовское месторождения.

Вышележащие кукерские, итферские, губковые и иевские слои представлены мощной толщей глинисто-карбонатных пород, мало еще изученной в практическом отношении. Низкое содержание СаО и доломитизация, свойственные мергелям и мергелистым известнякам этой толщи, препятствуют их использованию в основных отраслях промышленности, потребляющих карбонатные породы (см. табл. 16). Так же как и эхиносферитовые известняки, они могут привлекать внимание в качестве сырья для гидравлической извести и минеральной шерсти.

В связи с уже отмеченным характером эпигенной доломитизации рассматриваемые карбонатные породы, подобно эхиносферитовым известнякам, не должны полностью исключаться из сферы интересов цементной промышленности. Так, цементный завод в г. Кунда использует

маломagneзиальные мергели иевского яруса в сочетании с эхиносферитовыми известняками.

В Ленинградской области в качестве цементного сырья изучались мергелистые известняки кукерского яруса, переслаивающиеся с горючими сланцами. Опробованием подземных выработок у г. Сланцы установлено, что эти известняки вне зоны древних трещин характеризуются невысокой магнезиальностью и вполне пригодны в качестве цементного сырья. В настоящее время мергелистые известняки кукерского яруса используются на Алексеевском заводе гидравлической извести, расположенном близ ст. Веймарн, Балтийской ж. д.

На строительный камень разрабатывается лишь одно Парицкое месторождение, представленное мергелистыми доломитами губковых слоев.

Над рассмотренной глинисто-карбонатной толщей залегает комплекс карбонатных пород, входящих в состав кегельских и везенбергских слоев, который представляет собой большую промышленную ценность.

Кегельские доломиты, по мнению С. Г. Вишнякова, являются типичными протогенными образованиями и характеризуются не только относительной чистотой, но и сравнительным постоянством состава (см. табл. 16). В прошлом они использовались в черной металлургии, а в настоящее время на них базируется крупная промышленность доломитовой извести.

Рассматриваемые доломиты представляют также интерес в качестве сырья для минеральной шерсти. Высокая механическая прочность (сопротивление сжатию  $784,5-1636 \text{ кг/см}^2$  в сухом и  $691-1427 \text{ кг/см}^2$  в водонасыщенном состоянии) и морозоустойчивость позволяют использовать некоторые их разновидности в качестве строительного камня. Добыча кегельских доломитов производится в карьерах известковых заводов, расположенных у станций Кикерино, Волосово, Вруда и Молосковицы, Балтийской ж. д., и в карьере у ст. Елизаветино, где они разрабатываются на щебень. Район распространения кегельских доломитов от ст. Гатчина до Веймарна является перспективным для организации здесь крупной добычи бутового камня и щебня.

Известняки и эпигенные доломиты везенбергского яруса, так же как и доломиты кегельских слоев, характеризуются пониженным содержанием глинистого вещества. Наибольшую ценность представляют известняки, которые по чистоте состава и низкой магнезиальности не имеют себе равных среди карбонатных пород силура Ленинградской области. Они могут использоваться не только в производстве воздушной кальциевой извести, но и в качестве цементного сырья или флюсов. Более широкому применению их в таких областях промышленности, как глиноземная, бумажно-целлюлозная и др., которые предъявляют особо жесткие требования к карбонатному сырью, препятствует некоторое несоответствие их существующим кондициям. В районе г. Сланцы везенбергские известняки разрабатываются в небольших количествах для обжига извести, здесь же в сравнительно небольших размерах ведутся разработки на бутовую плиту и щебень.

Этот район может представлять основной промышленный интерес, так как здесь полоса известняков пересекается железнодорожной линией Кингисепп—Сланцы—Гдов.

К перспективной площади с точки зрения организации добычи каменных строительных материалов в значительных размерах можно отнести и правобережье р. Нарвы. Качество известняков, судя по практике использования в Эстонской ССР, повидимому, высокое.

Карбонатные породы верхнего девона, отличающиеся от силурийских большим непостоянством химического состава (табл. 17) и физических свойств, представляют практический интерес только в пределах некоторых своих горизонтов. К их числу относятся чудовские слои, представленные глинистыми известняками и мергелями, которые могут применяться в цементной промышленности. Близ ст. Чудово, Октябрьской ж. д., на базе рассматриваемого карбонатного сырья долгое время рабо-

Таблица 17

| Стратиграфические горизонты | CaO         | MgO        | Нерастворимый остаток |
|-----------------------------|-------------|------------|-----------------------|
|                             | в процентах |            |                       |
| Снеготорский . . . . .      | 22,54—29,70 | 6,04—19,93 | 4,39—25,30            |
| Псковский . . . . .         | 26,09—50,40 | 1,31—18,03 | 0,27—42,88            |
| Чудовский . . . . .         | 20,12—50,40 | 0,17—7,15  | 2,86—39,10            |
| Шелонский . . . . .         | 33,25—54,09 | 0,45—17,17 | 1,19—38,05            |
| Свинордский . . . . .       | 49,86—52,69 | 1,06—1,86  | 3,14—4,46             |
| Ильменский . . . . .        | 35,75—38,00 | 3,36—7,24  | 15,25—25,84           |
| Бургесский . . . . .        | 31,14—51,80 | 0,20—17,78 | 2,64—6,65             |

тал цементный завод, разрушенный во время войны. Опыт работы этого предприятия показал, что вследствие неравномерной и повышенной доломитизации карбонатные породы чудовских слоев мало пригодны для использования в цементной промышленности. Как строительный камень они не изучались. Однако существуют многочисленные старые ломки камня, в которых велась добыча чудовских известняков для местного строительства и дорожных покрытий.

В последние годы было разведано одно Выбутское месторождение (Крылов, 1952ф). Данные проведенных испытаний, а также практика использования чудовских слоев говорят о возможности широкого применения карбонатных пород этого горизонта в качестве строительного камня.

Среди псковских слоев в районе Пскова распространены известняки и доломитизированные известняки, пригодные для обжига извести и в качестве строительного камня. Этот камень служил материалом для древних крепостных сооружений Пскова, Изборска и Печорского монастыря. Геологическая изученность псковского горизонта с точки зрения возможности применения слагающих его пород в качестве строительного камня слабая. Известно лишь два разведанных месторождения: Псковское (Баланин, 1946, ф) и Выбутское (Крылов, 1952ф).

Известняки, залегающие в верхней части шелонских слоев, характеризуются несколько мергелистым составом, маломagneзиальны и вполне пригодны для использования в качестве цементного сырья. В Порховском месторождении нижние, наиболее чистые их слои, характеризующиеся крупной пластовой отдельностью, использовались для обжига на известь и в качестве бутового камня.

Известняки бургесских слоев, сложенных преимущественно карбонатными породами, имеют ограниченное практическое значение вследствие мергелистого состава и доломитизации. Оценка залегающих в верхней части бургесских слоев доломитов ввиду их слабой изученности не производилась. Как строительный камень карбонатные породы бургес-

ского горизонта не изучались. В пределах развития этого горизонта разведано одно Шениховское месторождение (Мельвиль, 1951ф) с целью выявления запасов щебенки для дорожных покрытий.

Говоря о промышленном значении нижнекаменноугольных карбонатных пород, прежде всего следует отметить высокую чистоту их состава. Окские и серпуховские известняки отвечают не только требованиям черной металлургии к химическому составу карбонатных пород, но и жестким кондициям глиноземной, бумажно-целлюлозной и химической промышленности. Однако на их качество отрицательно влияют рассматриваемые выше проявления вторичных процессов. Разрыхление каменноугольных известняков затрудняет использование их как сырья для черной металлургии и других отраслей народного хозяйства, предъявляющих требования к механической прочности и кусковатости известняков. Пример Пикалевского и других месторождений показывает, что разрыхление сопровождается одновременной потерей объемного веса и сопротивления сжатию, которое колеблется от  $1000 \text{ кг/см}^2$  и более до очень низких значений. По причинам, изложенным ниже, разрыхление не благоприятствует использованию известняков даже в таких отраслях промышленности, как цементная и глиноземная, где требуется тонкий помол пород.

Единственным пока известным месторождением, хорошо сохранившимся от разрыхления, является Угловское, известняки которого благодаря сочетанию высокой чистоты химического состава с достаточной механической прочностью не только служат сырьем для обжига на известь, но и пригодны для использования в других отраслях промышленности.

Окремнение, широко распространенное в известняках серпуховской свиты, также является фактором, осложняющим их использование. Кремневые включения, помимо влияния на химический состав известняков, вызывают ряд серьезных технологических затруднений. При изучении пикалевских известняков в период разведки сырьевой базы для цементного завода была установлена избирательность помола известняков с кремнями, что вызывало концентрацию кремневых частиц в крупных фракциях сырьевой смеси. В связи с этим отмечалось снижение реакционной способности сырьевой смеси и качества опытного клинкера; все это привело к выводу о необходимости обогащения известняков (Макашев, 1935ф).

Повидимому, избирательность помола кремневых стяжений обусловлена сочетанием их с разрыхленными известняками, т. е. весьма резкими различиями в физическом состоянии сырья. Подтверждением этого служат результаты проведенных Гипроцементом испытаний угловских известняков, которые характеризуются значительной прочностью и, несмотря на большое содержание кремней, не обнаруживают избирательности помола.

Существенное влияние на промышленную оценку серпуховских известняков оказывают также глинистые и песчано-глинистые карстовые образования, усложняющие получение карбонатного сырья для металлургической, бумажной и известковой промышленности. Вещество, заполняющее карст, при благоприятном химическом составе может использоваться совместно с известняками только в цементной промышленности, однако неравномерность карстовых процессов при интенсивном их развитии затрудняет достижение постоянства сырьевой смеси. Поэтому разработка таких месторождений, как Угловское, где карстовые обра-

зования местами очень значительны, должна сопровождаться изучением закономерностей их распространения.

Роль эпигенной доломитизации не ограничивается уже рассмотренными вопросами, возникающими при поисках месторождений маломagneзиальных известняков. Локальное развитие доломитизации может существенно усложнять разработку таких месторождений для цементной, глиноземной и бумажной промышленности, вызывая необходимость удаления в отвал отдельных доломитизированных участков пород. Совместный обжиг в известковых печах различных по степени магнезиальности известняков, требующих разного термического режима, ухудшает качество извести. Поэтому даже для известковой промышленности интенсивные и непостоянные проявления доломитизации могут иметь отрицательное значение.

Разработка нижнекаменноугольных известняков производится в 20 км к востоку от г. Тихвина, на Пикалевском месторождении, являющемся сырьевой базой крупного цементного завода, и на Малогорском месторождении, которое обеспечивает карбонатным сырьем глиноземную промышленность. Известняки Малогорского месторождения вывозятся также на Кольский полуостров, где они применяются в качестве флюсов на Мончегорском медно-никелевом заводе. На линии Октябрьской ж. д. у ст. Угловка разрабатывается крупное месторождение, снабжающее известняками расположенные здесь известковые заводы.

В качестве каменных строительных материалов известняки нижнего карбона специально не изучались. С этой точки зрения некоторый интерес могут представить известняки и доломиты серпуховской свиты. Наиболее крупные месторождения их разведаны в Тихвинском и Окуловском районах.

В связи с непостоянством состава этих пород и наличием среди них мучнистых и окремнелых разностей организация крупной добычи будет нерентабельна. Отдаленность месторождений от крупных центров (Ленинграда, Новгорода, Москвы и др.) и наличие вблизи них более ценных по своим строительным свойствам карбонатных пород другого возраста также свидетельствуют о нерентабельности эксплуатации. Поэтому следует ориентироваться на использование нижнекаменноугольных известняков главным образом для местного строительства (щебень, бутовый камень).

Целесообразно, например, комплексное использование такого месторождения, как Пикалевское, которое разрабатывается для цементного производства. Большие запасы известняков и возможность применения в цементном производстве мягких разностей позволяют организовать здесь селективную разработку с отбором наиболее твердых разностей для использования их в качестве строительного камня на стройках Тихвинского района. Малое количество хороших выходов карбонатных пород среднекаменноугольного возраста и сильная заболоченность районов не позволяют дать положительную оценку этим породам как каменно-строительному материалу.

Вместе с тем имеющиеся в Северо-Западном управлении материалы по району ст. Кушаверы (железнодорожная линия Мга—Рыбинск) свидетельствуют о наличии доломитизированных пород с показателями по временному сопротивлению сжатию от 383 до 769 кг/см<sup>2</sup>.

Присутствие здесь карбонатных пород каширского, подольского и мячковского горизонтов, которые широко используются в строительстве Москвы, позволяют предполагать наличие среди этих горизонтов извест-

няков белого цвета, пригодных для облицовки зданий. Поэтому можно рекомендовать проведение поисков белых облицовочных известняков в пределах распространения отложений среднего карбона. Поиски должны проводиться только на территориях, тяготеющих к железным дорогам (Неболчи—Пестово и Тихвин—Бабаево).

## **Основные вопросы освоения и изучения ресурсов карбонатного сырья**

Очередной проблемой в области использования карбонатного сырья является задача обеспечения флюсами Череповецкого металлургического комбината. Геологическое изучение флюсовых материалов протекало в трудных условиях не только вследствие малой изученности сложных закономерностей разрыхления известняков, но и в значительной мере из-за отсутствия надлежащего контакта между геологами и металлургами. Последние долгое время игнорировали специфику геологических условий и механически переносили на известняки северо-запада Советского Союза требования к прочности, выработанные в практике южной и уральской металлургии, что очень усложняло и затягивало решение рассматриваемой проблемы.

После переоценки ряда районов выбор был остановлен на новом участке Пикалевского месторождения, где намечается осуществление выборочной добычи крепких и рыхлых известняков с обогащением их от кремневых стяжений (Хавин и Саар, 1950ф). Однако сложность выделения флюсовых известняков и неблагоприятные условия разработки нового участка в связи с его обводненностью затрудняют решение этого вопроса.

По указанным причинам, а также из-за отсутствия опыта освоения месторождений подобного типа изучение флюсовых материалов для Череповецкого завода преждевременно считать вполне завершенным.

Задача обеспечения сырьем глиноземной промышленности в настоящее время решается путем эксплуатации Малогорского месторождения серпуховских известняков. В связи с перспективами расширения глиноземного производства намечается добыча известняков на Пикалевском месторождении. Первоначально для организации самостоятельных разработок был разведен I участок, расположенный на левом берегу р. Рядани (Губайдуллина, 1947ф). В настоящее время принято решение о эксплуатации нового участка для нужд как глиноземной промышленности, так и черной металлургии.

В области изучения сырьевых ресурсов цементной промышленности были проведены широкие работы, в результате которых разведаны Пикалевское (Овчинников и др., 1935ф), Сланцевское (Апсит и Николаева, 1949ф), Порховское (Бердник, 1948ф) и Угловское (Яржемская и Стронский, 1949ф) месторождения. Из них только Пикалевское месторождение осваивается промышленностью. Построенный на нем завод разрабатывает II участок месторождения. Затруднения с переработкой известняков подтверждают необходимость организации их обогащения, для чего надо продолжить специальные исследования с учетом уже имеющегося заводского опыта.

Сланцевское месторождение разведывалось для Ленинградского цементного завода, который в связи с выработкой запасов Кюрлевского месторождения гачи вынужден ориентироваться на известняки. Несмотря

на наличие разведанной сырьевой базы, завод временно снабжается известняками Пикалевского карьера. Сланцевское месторождение одновременно изучалось с целью обеспечения карбонатным сырьем нового цементного завода, который предполагалось строить для использования отходов горючих сланцев. Порховское и Угловское месторождения изучены как в геологическом, так и в технологическом отношении, но также не осваиваются цементной промышленностью.

Перечисленные месторождения не только обеспечивают перспективы широкого развития цементного производства, но могут оцениваться и в качестве резервных источников сырья для других отраслей народного хозяйства.

Известковая промышленность, как уже указывалось, базируется на Угловском месторождении серпуховских известняков (Яржемская и Стронский, 1949ф) и на месторождениях кегельских доломитов района Вруда—Елизаветино (Горанин, 1949ф; Припечко, 1949ф). Первое из них является сырьевой базой для группы заводов, выпускающих высокосортную кальциевую известь, представляющую большую ценность в качестве химического сырья. Заводы, работающие на кегельских доломитах, выпускают доломитовую известь, которая в настоящее время получила широкое применение в строительстве. Состояние изученности сырьевых ресурсов известковой промышленности открывает достаточно широкие перспективы для ее развития.

Угловское месторождение необходимо рассматривать как базу для развития не только промышленности чистой извести, но и связанных с ней химических производств. Из числа резервных месторождений перспективный интерес для известковой промышленности представляет также Сланцевское месторождение. Наличие местного сланцевого топлива при относительно небольшом расстоянии месторождения от Ленинграда (180 км) и малой загруженности Балтийской ж. д. создает благоприятные условия для его освоения.

Новой задачей, возникшей в самое последнее время, является организация в районе Ленинграда производства минеральной шерсти. Практически она решается путем намечаемого строительства завода близ ст. Поповки, Октябрьской ж. д., с использованием доломитов Елизаветинского месторождения, местных кембрийских глин и кирпичного боя. Учитывая наличие вблизи от площади завода Гертовского месторождения эпигенных доломитов глауконитового горизонта необходимо изучить возможность замены ими привозных кегельских доломитов.

Некоторые разновидности чистых известняков могут применяться в качестве заменителей дальнепривозного мела. В связи с намечавшимся переводом Ленинградского мелового завода на местное сырье Геолстромтрест в 1947 г. провел опробование ряда месторождений известняков для определения пригодности их в качестве заменителей мела (Сапронова и Теннер, 1948ф).

Наилучшие результаты по белизне выкрасок и другим показателям были получены для известняков двух месторождений—Угловского и Котеевского, расположенного в Вологодской области и более удаленного от Ленинграда, чем Угловское. Несмотря на то что возможность применения известняков в качестве заменителей мела была принципиально установлена произведенными испытаниями, до настоящего времени местное сырье не используется.

Карбонатные породы, обнажающиеся в пределах рассматриваемой территории или лежащие на незначительной глубине, могут найти широ-

кое применение в сельском хозяйстве для известкования кислых почв. Согласно существующим временным техническим условиям для известкования кислых почв могут быть использованы любые известняки с суммарным содержанием  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$  80 и 90%. Поскольку известь вносится в почву в молотом виде, наиболее пригодными для известкования почв являются гаж и туф, а из известняков — рыхлые и мягкие их разновидности.

В сводном геологическом разрезе рассматриваемой территории отмечается ряд горизонтов карбонатных пород, которые могут быть использованы для сельскохозяйственных целей.

Среди нижнесилурийских отложений в этом отношении интересными являются следующие горизонты.

1. Горизонт «желтяков», представленный частым переслаиванием глинистых известняков и мергелей с тонкими прослойками известковых глин. Эти известняки, за исключением двух-трех слоев, очень мягкие и при выветривании распадаются на мелкие кусочки.

2. Верхняя часть глауконитового горизонта — «фризы», представленная зеленовато-серыми мягкими, сравнительно тонкослоистыми и сильно глинистыми известняками с прослоями известковых глин.

3. Верхняя часть ортоцератитового горизонта, сложенная толсто- и среднеслоистыми светлосерыми глинами и доломитизированными известняками, почти мергелями. Большая часть их обладает незначительной твердостью.

4. Известняки эхиносферитового горизонта, за исключением наиболее твердых и сильно глинистых прослоев.

Породы перечисленных четырех горизонтов благодаря своей мягкости и мергелистости легко могут размалываться. Более или менее существенным недостатком является повышенное содержание кремнезема (см. табл. 16). Однако при наличии экономически выгодных условий разработки карьеров и минимальных перевозок эти известняки могут представлять интерес для целей известкования почв.

5. Кегельские слои, представленные чаще всего светлосерыми, желтыми, лимонно-желтыми, палевыми плотными или пористыми доломитами, большей частью кристаллического строения. Здесь встречаются прослой рыхлых доломитов, превратившихся в доломитовую муку, почти не требующие размол.

6. Известняки везенбергских слоев, весьма чистые по химическому составу, с успехом употребляются для известкования почв.

Среди девонских отложений выделяются следующие горизонты карбонатных пород, пригодные для размол на известковую муку.

1. Карбонатные породы наровской толщи, представленные мергелями и глинистыми известняками, в различной степени доломитизированными, характеризуются значительной мягкостью и по качеству отвечают требованиям сельского хозяйства.

2. Доломиты и доломитовые мергели снетогорских слоев, с невысоким содержанием  $\text{CaO}$  в случае отсутствия более выгодных для разработки карбонатных пород могут применяться при известковании почв.

3. Вполне пригодны для этих целей известняки псковских, чудовских, шелонских, свинордских и бургских слоев и в меньшей степени — доломиты всех названных слоев.

Для известкования почв из нижнекаменноугольных карбонатных пород пригодны известняки окской, веновской и серпуховской толщ.

Химический состав карбонатных пород окской толщи удовлетворяет требованиям сельского хозяйства, однако следует отметить, что на возможность их практического использования известное влияние оказывают переслаивание известняков с песками и глинами и невыдержанность пластов известняка на близком расстоянии.

Известняки веневских слоев удовлетворяют требованиям сельского хозяйства как по химическому составу ( $\text{SiO}_2$  0,44%;  $\text{R}_2\text{O}_3$  0,34%;  $\text{CaO}$  55,10%;  $\text{MgO}$  0,32%; п. п. п. 43,72%), так и по другим показателям (большая мощность, частая трещиноватость, облегчающая добычу, сравнительная мягкость).

Пригодной для известкования почв является серпуховская толща, за исключением песчанистого доломитизированного известняка, лежащего в основании, и кремнистых прослоев в верхней части толщи. Отдельные слои этой свиты несколько различны по твердости и по содержанию  $\text{MgO}$ .

Среди всех перечисленных горизонтов известняков нижнего карбона наряду с твердыми невыветрелыми разностями присутствуют выветрелые рыхлые землистые породы, состоящие также из  $\text{CaCO}_3$ . Эти рыхлые известняки, обычно идущие в отвал при добыче кускового известнякового камня, являются вполне пригодными для известкования почв и почти не требуют размола.

Также пригодны все разности известняков среднего и верхнего карбона, за исключением кремневых прослоев.

Существующая практика эксплуатации месторождений известняков и других карбонатных пород является малоэффективной ввиду недостаточного внимания к комплексному использованию и выборочной разработке сырья. Между тем вопросы планомерного освоения ресурсов карбонатных пород уже сейчас имеют важное народнохозяйственное значение, а в дальнейшем по мере расширения добычи оно будет соответственно возрастать. Поэтому одной из первоочередных задач является организация комплексной разработки такого месторождения, как Пикалевское, которое одновременно является базой для цементной, глиноземной промышленности и черной металлургии. При решении этой задачи серьезное внимание должно быть уделено вопросам обогащения известняков от кремневых включений и разделения различных по физическим свойствам типов известняка в соответствии со специальными технологическими требованиями отдельных потребителей. Необходимость укрупнения карьерного хозяйства и организации обогащения известняков возникает и для Угловского месторождения.

К числу первоочередных вопросов относится также использование отходов, получаемых при добыче известняка на карьерах строительного камня и в известковой промышленности, различные фракции которых могут найти применение в бетонных работах, дорожных покрытиях и для известкования почв. Особого изучения заслуживает вопрос использования «фризов», большие количества которых ежегодно удаляются в отвал при вскрышных работах на месторождениях глауконитовых известняков.

В результате изучения ресурсов карбонатных пород, производившегося на протяжении последних двух десятилетий, обеспечено развитие ряда отраслей промышленности и определены перспективы дальнейшего более широкого использования их на рассматриваемой территории. Вместе с тем были установлены многие своеобразные черты литологии карбонатных толщ, возникшие в результате сложной геологиче-

ской истории их формирования и очень существенно влияющие на промышленную оценку. Поэтому при дальнейших исследованиях возникает необходимость в более глубоком изучении вопросов, связанных с эффективным использованием уже изученных и с поисками новых месторождений.

Одним из важнейших вопросов являются поиски в серпуховской свите крупных реликтов известняков, сохранившихся от разрыхления, которые, сочетая достаточную механическую прочность с высокой чистой химического состава, представляют большую ценность. В благоприятном решении этого вопроса заинтересованы не только черная металлургия, но и химическая, бумажно-целлюлозная и другие отрасли промышленности, потребляющие карбонатное сырье.

Наряду с этим необходимо сделать более рентабельной добычу серпуховских известняков таких месторождений (Пикалевское), где они подвергались интенсивному воздействию вторичных процессов. В данном случае особенно важно изыскание дешевых методов обогащения не только для изъятия кремневых стяжений, но и с целью разделения различных по крепости известняков, чему, возможно, будет способствовать закономерная зависимость между степенью выщелачивания и их объемным весом.

Серьезный интерес представляет также изучение закономерностей доломитизации и выветривания в силурийской карбонатной толще с целью оценки предпосылок для поисков месторождений маломagneзильного карбонатного сырья и хорошего строительного камня в ближайших к Ленинграду районах.

## Описание месторождений

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ И ДОЛОМИТОВ НИЖНЕСИЛУРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

#### Войбокальское месторождение

В 1948—1949 гг. Ленинградским отделением Геолстромтреста (Мулява, 1949ф) разведана площадь между карьерами «Концы» и «Войпола», сложенная глауконитовыми известняками.

Общее состояние балансовых запасов известняков, пригодных в качестве строительного камня, на 1/1 1952 г. следующее:

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| Категория $A_2$ | 970 тыс. м <sup>3</sup> |
| „ В             | 560 „ „                 |
| „ $C_1$         | 152 „ „                 |

Кроме того, в полосе отчуждения вдоль шоссе и на площадях с соотношением вскрыши и полезного ископаемого 3 : 1 учтены забалансовые запасы: по категории  $A_2$  158 тыс. м<sup>3</sup>, по категории В 224 тыс. м<sup>3</sup>.

Участок, расположенный около ст. Войбокало, описание которого приведено в I томе «Геологии СССР», в настоящее время затоплен и не разрабатывается.

#### Путиловское месторождение

В 1949 г. Геолстромтрестом (Крылов, 1950ф) проведена детальная разведка площади, вытянутой вдоль шоссе и бровок старых

карьеров с юго-запада на северо-восток, от долины рч. Крутого через участки Савиново и Попово Поле до ст. Путилово.

По соотношению между вскрышей и полезной толщей (глауконитовые известняки — «дикари»), разведанное месторождение делится на два участка: Попово Поле (соотношение 6:1) и Савинский (соотношение 3:1). Разработка известняков в последние годы велась на неразведанном участке, расположенном на территории с. Путилово.

Состояние запасов по балансу на 1/I 1952 г. следующее:

|          |   |                                    |                          |                |
|----------|---|------------------------------------|--------------------------|----------------|
| „Дикари“ | { | категория A <sub>2</sub> . . . . . | 658,8 тыс м <sup>3</sup> |                |
|          |   | „ B . . . . .                      | 1 920,1 „ „              | (забалансовые) |
|          |   | „ C <sub>1</sub> . . . . .         | 234 „ „                  |                |
| „Фризы“  | { | „ A <sub>2</sub> . . . . .         | 3 808 „ „                | (забалансовые) |
|          |   | „ B . . . . .                      | 5 194,1 „ „              | „              |

### Тайцкое месторождение

Месторождение расположено в Красногвардейском районе вблизи ст. Тайцы, Балтийской ж. д.

Известняки Тайцкого района известны с начала XVIII в. как материал, пригодный для строительных целей в качестве бутовой плиты. Первые разведочные работы на месторождении, проведенные в 1935 г. Ленинградским геологическим трестом, дали отрицательные результаты по качеству камня. В 1947 г. месторождение было детально разведано Ленинградским отделением Геолстромтреста (Стулов, 1948ф).

Геологическое строение месторождения по данным разведочных работ представляется в следующем виде.

Под четвертичными отложениями общей мощностью от 1,15 до 2,95 м, представленными песчаными суглинками и валунной глиной, залегают известняки эхиносферитового горизонта нижнего силура, разделяемые на следующие слои.

1. Известняк зеленовато-серый, мелкозернистый, с тонкими глинистыми прослойками. Толщина плит 0,15—0,20 м. В нижней части известняк очень крепкий. Мощность 0,50—1,05 м.

2. Известняк коричневый, мелкозернистый, более толстослоистый. Толщина плит 0,20—0,30 м. Встречаются карстовые полости диаметром 0,25—0,30 м, выполненные глиной коричневого цвета. Мощность 0,55—0,85 м.

3. Известняк серо-желтый до зеленовато-голубого, мелкозернистый, плотный, крепкий. В отличие от первых двух, в нем реже наблюдается ясно выраженная слоистость. Толщина плит 0,15—0,25 м. Мощность 0,60—1,40 м.

4. Известняк голубовато-серого цвета, мелкозернистый до среднезернистого, крепкий, монолитный. Наибольшая вскрытая мощность 1,55 м.

Все известняки в известной мере доломитизированы и разбиты вертикальными трещинами разных направлений. Расстояние между трещинами одного и того же направления 1,0—1,5 м.

Химический состав доломитизированных известняков (в %) характеризуется данными табл. 18.

Физико-механические свойства известняков характеризуются следующими данными: объемный вес в среднем 2,4; удельный вес 2,76—2,85; водопоглощение по весу от 2,36 до 6,29%. Временное сопротивление сжатию в воздушно-сухом состоянии от 150 до 1382 кг/см<sup>2</sup>, в водонасыщенном состоянии от 90 до 767 кг/см<sup>2</sup>, после 15-кратного замораживания

Таблица 18

| Слой | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO   |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| 1    | 10,40            | 2,10                           | 3,16                           | 28,21 | 17,69 |
| 2    | 15,32            | 2,11                           | 5,55                           | 26,44 | 14,64 |
| 3    | 8,04             | 1,62                           | 3,56                           | 28,95 | 18,21 |
| 4    | 10,18            | 1,46                           | 2,68                           | 27,48 | 17,96 |

(которое выдержали все образцы) от 150 до 1130 кг/см<sup>2</sup>. Выход габаритного бутового камня из горной массы при ручной разработке составляет 87,1%, при взрывных работах 73%.

Общие утвержденные запасы известняков на площади 24,5 га по состоянию на 1/1 1952 г. составляют по категории В 590 тыс. м<sup>3</sup> и по категории С<sub>1</sub> 69 тыс. м<sup>3</sup>.

Проведенные в районе месторождения поисковые работы установили, что наиболее перспективные площади расположены к северу и югу от участка детальной разведки. В пределах этих площадей запасы известняков ориентировочно определяются в количестве 100—120 млн. м<sup>3</sup>.

### Алексеевское месторождение

Месторождение расположено в 12 км к востоку от г. Кингисеппа и в 3 км к северу от ст. Веймарн, Балтийской ж. д., вблизи железной дороги Ленинград—Котлы—Веймарн.

Разведка производилась неоднократно. Объектом исследования вначале служили горючие сланцы, а затем кукерские известняки нижнего силура, пригодные для изготовления гидравлической извести. Последние разведочные работы проводились Ленинградским отделением Геолстромтреста в 1945 г. (Баланин, 1946ф).

Четвертичные отложения на месторождении представлены коричнево-серыми и бурыми плотными песчаными суглинками мощностью 0,4 — 2 м.

Отложения кукерских слоев в пределах месторождения делятся на три пачки: верхнюю, среднюю и нижнюю.

Верхняя пачка, залегающая непосредственно под четвертичными отложениями, имеет мощность 2,22 — 5,18 м. Она сложена органогенными мергелистыми окварцованными известняками светлосерого цвета, местами с бурыми пятнами ожелезнения. В нижней части пачки имеется прослой горючего сланца мощностью 0,08 м.

Химический состав известняков (в %): SiO<sub>2</sub> 5,09—19,95; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,75 — 6,48; CaO 36,0 — 48,85; MgO 1,31 — 4,08; п. п. п. 30,90 — 41,59.

Средняя пачка состоит из двух пластов известняка и трех пластов горючих сланцев. Мощность пластов известняка колеблется от 0,4 до 0,54 м. Пласты имеют местные названия «плита» и «кулак».

Химический состав известняков (в %): SiO<sub>2</sub> 6,34—12,08; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,14 — 4,50; CaO 42,97 — 48,66; MgO 0,69 — 3,80; п. п. п. 36,46 — 43,03.

Нижняя пачка известняков имеет мощность от 1,65 до 4,35 м. Известняки мергелистые, окварцованные.

Химический состав известняков (в %): SiO<sub>2</sub> 10,42—25,95; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,95 — 10,62; CaO 32,65 — 49,00; MgO 1,81 — 5,63; п. п. п. 31,56 — 38,58.

Запасы, утвержденные ГКЗ, составляют по категории А<sub>2</sub> 254 тыс. м<sup>3</sup> и по категории В 699 тыс. м<sup>3</sup>. Месторождение разрабатывается Алексеевским известковым заводом.

### Парицкое месторождение

Месторождение расположено в 3 км на запад от ст. Гатчина, в непосредственной близости от с. Б. Парицы, между шоссе Ленинград — Луга и Ленинград — Гатчина — Нарва.

Впервые разведывалось в 1935 г. В 1949 г. партией Геолстромтреста (Баланин, 1949ф) на месторождении были проведены детальные геолого-разведочные работы с целью выявления промышленных запасов строительного камня.

Геологическое строение месторождения представляется в следующем виде. Под четвертичными отложениями мощностью от 1 — 1,5 до 2 — 2,5 м, состоящими из валунных глин и суглинков с галькой и валунами кристаллических пород, залегают доломиты губковых слоев нижнего силура общей мощностью 6,5 — 7,0 м.

В верхней части этих слоев выделяется пачка доломитов мощностью в среднем 0,9 — 1,0 м, носящая местное название «фризы» и представленная тонким переслаиванием доломитов с мергелистыми глинами. Мелкая горизонтальная плитчатость и частые вертикальные трещины местами делают эту породу похожей на щебень.

Ниже лежит слой мощностью 0,5 м, носящий название «дурман» и сложенный плотным крепким толстослоистым доломитом с редкими кремневыми конкрециями и мелкими кавернами, иногда выполненными кальцитом. Цвет доломита серый и серо-зеленоватый.

Под этими отложениями залегает прослой глины и затем так называемый слой «красный II», отличающийся от вышележащего в основном лишь по цвету (преобладают серо-розовые, розовато-красные тона, иногда с бурными натекми и красными пятнами) и наличием местами слабо мергелистого доломита. Мощность этого слоя 1,5 м.

Еще ниже располагается слой «красный III» мощностью в среднем 1,4 м — доломит желто-серый с коричневыми, красными и фиолетовыми пятнами, плотный, крепкий, толстослоистый, с редкими вертикальными трещинами. Несколькими выработками под слоем «красный III» установлен «красный IV», аналогичный вышележащему и отличающийся лишь фиолетовой окраской.

Физико-механические свойства доломитов приведены в табл. 19.

Таблица 19

| Название слоя | Объемный вес | Водонасыщение в % к весу | Временное сопротивление сжатию в кг/см <sup>2</sup> |                             | Морозостойкость                                                                                          |
|---------------|--------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |              |                          | для сухих образцов                                  | для водонасыщенных образцов |                                                                                                          |
| „Фризы“       | 2,34—2,51    | 4,51—6,2                 | 228—816                                             | 114—727                     | Замораживание выдержали 2 пробы из 5                                                                     |
| „Дурман“      | 2,21—2,61    | 3,1—9,77                 | 173—1 419                                           | 164—994                     |                                                                                                          |
| „Красный II“  | 2,2—2,65     | 2,3—8,86                 | 142—1 383                                           | 92—1 344                    | Замораживание выдержали 8 проб из 12                                                                     |
| „Красный III“ | 2,17—2,58    | 2,58—7,57                | 160—1 154                                           | 86—794                      | Замораживание выдержали все 12 проб. Сопротивление сжатию после замораживания 232—962 кг/см <sup>2</sup> |
| „Красный IV“  | 2,38—2,54    | 2,92—5,58                | 440—1 185                                           | 237—864                     |                                                                                                          |

По данным морозостойкости, для получения доброкачественного бутового камня могут быть использованы лишь доломиты «красный III» и «красный IV». Доломиты слоев «дурман» и «красный II» пригодны в качестве бутового камня только в тех частях сооружений, где они не будут подвергаться промерзанию.

«Фризы» не представляют практической ценности, так как они тонкоплитчатые и загрязнены глиной.

Запасы доломитов, пригодные в качестве бутового камня, составляют:

|                                    |       |                                                 |       |                     |
|------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|-------|---------------------|
| Категория А <sub>2</sub> . . . . . | 626   | тыс. м <sup>3</sup> , в том числе морозостойких | 290   | тыс. м <sup>3</sup> |
| В . . . . .                        | 310,6 | „ „ „ „ „ „                                     | 158,7 | „ „                 |
| С <sub>1</sub> . . . . .           | 339,7 | „ „ „ „ „ „                                     | 339,7 | „ „                 |

Месторождение имеет перспективы для расширения за счет площадей, смежных с участками, разведанными в 1935 и 1949 г. В настоящее время месторождение разрабатывается ЛОУПСМ.

### Волосовское месторождение

Месторождение расположено в 0,5 км на юго-восток от ст. Волосово вдоль полотна Балтийской ж. д.

Впервые разведывалось в 1931 г. партией Ленинградского геологического управления. В 1949 г. месторождение детально разведано Ленинградским отделением Геолстромтреста (Горани, 1949ф). В настоящее время доломиты разрабатываются Волосовским известковым заводом.

Толща доломитов кегельских слоев нижнего силура перекрывается четвертичными отложениями мощностью 0,7—2,2 м, представленными валунными суглинками. Верхняя часть доломитовой толщи сильно разрушена и превращена в щебень, смешанный с бурыми суглинками. Мощность разрушенной зоны колеблется от 0 до 1,7 м, в среднем 0,6 м.

Разведанная мощность доломитов, залегающих ниже этой зоны, до уровня грунтовых вод, колеблется от 4,0 до 7,75 м. Эта часть толщи сложена двумя пачками доломитов, отделенными друг от друга прослоем глины мощностью 0,10—0,30 м. Мощность верхней пачки колеблется от 0,7 до 3,75 м (средняя около 2 м). Сложена она в основном серыми разностями плотного, крепкого, местами пористого доломита. Мощность нижней пачки (видимая) от 1,2 до 4,88 м. Представлена она белыми и розовыми разностями толстоплитчатого крепкого плотного доломита. Местами наблюдаются прослой мергеля.

Вся толща доломитов сильно разбита вертикальными трещинами в различных направлениях. В верхней пачке доломитов они обычно заполнены бурой глиной, а в нижней пачке пустые.

Закастованность доломитов, по данным разведочных работ, определяется в 1—1,5%. Химический состав доломитов (в %) характеризуется данными табл. 20.

Т а б л и ц а 20

| Пачки             | CaO         | MgO         | Нерастворимый остаток | П. п. п.   |
|-------------------|-------------|-------------|-----------------------|------------|
| Верхняя . . . . . | 26,38—34,31 | 15,58—20,55 | 2,35—16,5             | 40,6 —46,9 |
| Нижняя . . . . .  | 26,2 —30,0  | 15,87—20,4  | 5,7 —17,23            | 39,78—45,2 |

Физико-механические свойства доломитов следующие: объемный вес 2,32 — 2,56; удельный вес 2,73 — 2,82; пористость 8,28 — 15,5%. Водонасыщение в процентах к весу 3,66 — 3,95%, в сухом состоянии 977,9—1636,3 кг/см<sup>2</sup>, в насыщенном состоянии 848,3—1262,3 кг/см<sup>2</sup>, после замораживания 427,0 — 595,4 кг/см<sup>2</sup>.

Запасы доломитов, пригодные для изготовления гидравлической извести, утверждены ТКЗ в следующих количествах:

|                          |        |        |
|--------------------------|--------|--------|
| Категория А <sub>2</sub> | 1056   | тыс. т |
| „ В                      | 3012   | „ „    |
| „ С <sub>1</sub>         | 1725,6 | „ „    |

Ориентировочный выход кускового камня составляет 60%.

### Кикеринское месторождение

Месторождение расположено в районе ст. Кикерино, Балтийской линии Октябрьской ж. д.

Ряд его участков разрабатывался в разное время различными строительными организациями. В настоящее время один из участков месторождения разрабатывается Кикеринским известковым заводом. Участки № 1 (к юго-западу от ст. Кикерино) и № 2 (к юго-востоку от ст. Кикерино) разведывались в 1932 и 1949 г. (Припечко, 1949ф). Курковицкий участок, расположенный в 1 км к югу от станции вблизи с. Курковицы, в 1932 г. был предварительно разведан.

Геологическое строение всех участков довольно однообразно. Четвертичные отложения представлены валунными глинами мощностью 0,3 — 2,35 м, которые залегают на кегельских доломитах. Разведочными работами установлено наличие в продуктивной толще четырех слоев доломита, отличающихся друг от друга рядом литологических особенностей и химическим составом. Первый, самый верхний, слой представлен серыми, в различной степени глинистыми доломитами средней мощностью на участке № 1 — 7,74 м и на участке № 2 — 4,36 м.

Второй слой сложен пестрыми доломитами, сильно глинистыми, окрашенными в основном в красные, коричневые и лиловые тона. Средняя мощность слоя на участках № 1 и 2 колеблется от 0,89 до 0,91 м.

Третий слой — слабо глинистые, светлосерые и серые доломиты. Для этой разновидности характерна ноздреватость, обусловленная наличием значительного количества мелких и крупных пор, размером 2 — 10 мм. Средняя мощность их на участке № 1 — 0,50 м, на участке № 2 — 0,66 м.

Четвертый слой представлен пестрыми доломитами, сходными с доломитами второго слоя. Средняя мощность его на участке № 1 — 1,35 м и на участке № 2 — 1,19 м.

Общая мощность продуктивной толщи на участке № 1 — 10,5 м, а на участке № 2 — 8,19 м.

Подстилающими являются трещиноватые «щебенчатые» доломиты мощностью в среднем около 2 м. Средняя мощность вскрыши, представленной четвертичными отложениями и выветрелыми доломитами, на участке № 1 — 2,02 м и на участке № 2 — 1,77 м.

Доломиты Кикеринского месторождения рассечены большим количеством вертикальных трещин и местами значительно затронуты карстовыми процессами. В отдельных участках месторождения (карьер

Кикеринского известкового завода) карстовые полости, заполненные девонской пестрой глиной с обломками доломитов, достигают 3—4 м в поперечнике. Гидрогеологические условия месторождения благоприятные.

Химический состав доломитов характеризуется следующими данными (табл. 21).

Таблица 21

| Участки       | Опробованная мощность в м | Содержание в %     |                      |                      |                      | Гидравлический модуль | Примечание      |
|---------------|---------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|
|               |                           | нераств. остаток   | CaO                  | MgO                  | П. п. п.             |                       |                 |
| № 1 (3 пробы) | 7,26—12,02<br>9,64        | 4,89—9,22<br>6,88  | 28,49—30,43<br>29,39 | 17,52—20,21<br>19,41 | 42,79—46,31<br>44,03 | 7,11                  | Пределы Среднес |
| № 2 (3 пробы) | 3,00—10,19<br>7,04        | 4,21—10,44<br>7,84 | 27,11—29,75<br>28,38 | 18,21—20,32<br>19,33 | 41,48—45,02<br>43,59 | 6,10                  | Пределы Среднее |

Различие в химическом составе доломитов сводится в основном к различному содержанию нерастворимого остатка. Верхние серые доломиты (верхняя часть слоя) и слой ноздреватых доломитов характеризуются содержанием нерастворимого остатка в количестве от 1,77 до 8,69%, в то время как пестроокрашенные доломиты содержат нерастворимого остатка от 9,68 до 17,47%.

По данным разведки, доломиты первых двух слоев пригодны для производства воздушной извести. Доломиты следующих двух слоев и серые доломиты нижней части верхнего слоя годятся для получения сильной гидравлической извести. Все разновидности в смеси пригодны для получения слабой гидравлической извести.

Физико-механические свойства доломитов, по данным разведки 1949 г., характеризуются следующими данными (табл. 22).

Таблица 22

| Участки       | Объемный вес      | Водонасыщенность в % к весу | Сопротивление сжатию в кг/см <sup>2</sup> |                        |                     | Примечание      |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|
|               |                   |                             | в сухом состоянии                         | в насыщенном состоянии | после замораживания |                 |
| № 1 (3 пробы) | 2,40—2,59<br>2,49 | 2,27—5,02<br>3,74           | 890—1 292<br>1 066                        | 660—1 064<br>904       | 470—747<br>609      | Пределы Среднее |
| № 2 (3 пробы) | 2,47—2,56<br>2,50 | 2,41—3,78<br>3,16           | 731—1 094<br>1 185                        | 605—1 506<br>945       | 561—1 377<br>810    | Пределы Среднее |

По участку № 1 из 9 образцов испытания на морозоустойчивость выдержали только 4, а по участку № 2 из 9 образцов испытания выдержали 6.

Утвержденные ТКЗ запасы доломитов, пригодных для известковой промышленности, составляют:

|               |                                    |                |
|---------------|------------------------------------|----------------|
| Участок № 1 { | категория А <sub>2</sub> . . . . . | 3 507,6 тыс. т |
|               | В . . . . .                        | 1 794,5 . . .  |
| Участок № 2 { | А <sub>2</sub> . . . . .           | 3 083,5 . . .  |
|               | В . . . . .                        | 1 635,2 . . .  |

Ориентировочный выход кускового камня составляет для участка № 1—73,2% и для участка № 2—67%. Оба участка имеют перспективы для расширения за счет площадей, расположенных к югу от них.

### Сланцевское месторождение

Месторождение расположено в Сланцевском районе, в 8 км к западу от ст. Сланцы.

Разведочные работы на нем проводились в 1948 г. Ленгеолнерудтрестом (Апсит и Николаева, 1949ф).

Характерной особенностью разведанной толщи известняков, относящихся к везенбергским слоям нижнего силура, является распространение в ней доломитов и доломитизированных известняков, слагающих тела неправильной формы и небольших размеров, вытянутые вдоль трещин северо-восточного простираания — основных проводников доломитизации. Доломиты и доломитизированные известняки являются эпигенетическими породами, образовавшимися за счет проникновения в толщу известняков везенбергского яруса соленых вод девонского моря по трещинам северо-восточного направления.

Поисково-разведочными работами освещена площадь в 750 га, на которой выбран и детально разведан участок площадью 103 га. Буровыми скважинами на этом участке доломиты и доломитизированные известняки не встречены.

Химический состав известняков промышленного участка (в %) характеризуется данными табл. 23.

Т а б л и ц а 23

|                  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO             | MgO           | П. п. п.        | SO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Пределы          | 3,40—<br>10,76   | 0,95—<br>3,53                  | 0,26—<br>0,85                  | 46,80—<br>52,82 | 0,59—<br>0,97 | 37,10—<br>42,10 | 0,03—<br>0,12   | 0,005—<br>0,10                |
| Средневзвешенное | 5,01             | 1,93                           | 0,54                           | 50,95           | 0,78          | 40,23           | 0,06            | 0,02                          |

По химическому составу известняки вполне удовлетворяют требованиям портланд-цементной промышленности. Средняя мощность известняков на промышленном участке 4,49 м. Мощность вскрыши колеблется от 0,50 до 2,70 м, в среднем 1,24 м.

К известнякам, слагающим месторождение, приурочены подземные воды трещинно-карстового типа, уровень которых отмечен на глубине 0,2—1,6 м. Коэффициент фильтрации известняков около 0,58 м/сутки. Максимальный суммарный приток подземных вод в карьер при разработке месторождения составит около 70 м<sup>3</sup>/час.

Утвержденные запасы известняков составляют: по категории А<sub>2</sub> 9262,1 тыс. т, по категории В 5465,3 тыс. т, по категории С<sub>1</sub> 38 932 тыс. т.

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ И ДОЛОМИТОВ ДЕВОНСКОГО ВОЗРАСТА****Псковское месторождение**

Месторождение расположено на северо-западной окраине г. Пскова, к югу от с. Овсищи, на правом высоком берегу р. Великой. Известняки относятся к псковским слоям верхнего девона.

Месторождение разведано Геолстромтрестом в 1946 г. (Баланин, 1946, ф). Разрабатывается оно с 1947 г. Псковским известковым заводом для получения воздушной извести.

Общая мощность псковских слоев в районе месторождения составляет 11—12 м. Разведанная их мощность в среднем 8,57 м. Мощность наносов 5—6 м. В пределах разведанной площади толща известняков делится на следующие слои (снизу вверх).

1. «Известняковый» мощностью 2,5 м. Известняк доломитизированный и мергелистый, серого цвета. Толщина плит 10—35 см.
2. «Опока» мощностью 0,23 м. Известняк сильно доломитизированный и мергелистый, серовато-желтый.
3. «Красики» мощностью 0,03 м. Глина пестроокрашенная.
4. «Строительный» мощностью 0,23 м. Известняк местами доломитовый и мергелистый, буроватый с вишневым оттенком и красными пятнами.
5. Мергели мягкие, при высыхании камнеподобные, мощностью 0,43 м.
6. «Серо-дикая» мощностью 1,98 м. Известняк сильно доломитизированный и слабо мергелистый, в верхней части слоя окрашен в красно-бурый цвет, ниже серый.
7. «Яблочник» мощностью 0,36 м. Известняк доломитизированный, плотный, белый.

8. «Дикая», вскрытая мощность 2,25 м. Известняк доломитизированный или доломит, буровато-коричневый, толстоплитчатый.

Химический состав известняков слоев «известковый», «опока», «строительный», «серо-дикая» и «яблочник» характеризуется следующими данными (в %): CaO 36,6—52,14; MgO 1,12—11,54; SiO<sub>2</sub> 0,84—9,63; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,41—8,90; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,21—3,94; п.п.п. 38,49—43,25. Слой «дикая» по химическому составу представляет собой сильно доломитизированный известняк с содержанием MgO от 13,76 до 17,76 %.

Физико-механические свойства известняков характеризуются данными табл. 24.

Таблица 24

| Названия слоев     | Объемный вес | Водопоглощение в % к весу | Предел прочности при сжатии в кг/см <sup>2</sup> |                              |                                 |
|--------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                    |              |                           | в сухом состоянии                                | в насыщенном водой состоянии | после 25-кратного замораживания |
| «Известковый» . .  | 2,53—2,63    | 2,58—3,07                 | 696,85—722,50                                    | 449,1—724,1                  | 447,6—688,3                     |
| «Опока» . . . . .  | 2,50—2,56    | 2,42—2,52                 | 494,3—884,9                                      | 500,0—764,9                  | 621,7—682,12                    |
| «Строительный» . . | 2,48         | 2,66—2,93                 | 487,7—868,1                                      | 553,1—567,0                  | 618,1—675,05                    |
| «Серо-дикая» . . . | 2,51         | 3,4                       | 636,6                                            | 566,6                        | 477,9                           |

Известняки слоев «известковый», «строительный» и «серо-дикая» отвечают в основной массе требованиям ГОСТ 2780—14 на строительный

камень для фундаментов, стен холодных зданий и на заполнители для ответственных бетонных и железобетонных сооружений.

Общие утвержденные запасы известняков составляют: по категории  $A_2$  568 тыс.  $m^3$ , по категории  $B$  48 тыс.  $m^3$ , по категории  $C_1$  1182 тыс.  $m^3$ .

### Выбутское месторождение

Месторождение расположено в 12 км на юг от г. Пскова, на р. Великой у Выбутских порогов, и складается известняками, относящимися к чудовским и псковским слоям верхнего девона. Месторождение разведано Геолстромтрестом в 1951—1952 гг. (Крылов, 1952ф).

Коренные породы здесь образуют куполовидные складки, вследствие чего в поднятиях выходят псковские слои, а в прогибах отмечаются сохранившиеся от ледниковой эрозии шелонские слои. На месторождении детально разведаны два участка, расположенные один на левом и другой на правом берегу р. Великой. Транспортные условия месторождения благоприятные: правобережный участок расположен в 4 км от ст. Соловы, левобережный — в непосредственной близости от шоссе Псков—Остров.

Мощность четвертичных отложений колеблется от 0,10 до 5,40 м. Псковские слои общей мощностью в пределах месторождения 11,5 м представлены преимущественно доломитами и слабо доломитизированными известняками. Чудовские слои на месторождении имеют преобладающее распространение и представлены слабо доломитизированными известняками с редкими прослоями мергелей и глин. Средняя мощность чудовских слоев 7,25 м. Средняя мощность разведанной толщи известняков составляет 5—6 м.

Физико-механические свойства известняков всех слоев довольно постоянные и характеризуются следующими средними значениями: объемный вес 2,48; водопоглощение 3,02%. Сопротивление сжатию (среднее): в сухом состоянии 741  $kg/cm^2$ , в водонасыщенном 615  $kg/cm^2$  и после 25-кратного замораживания 658  $kg/cm^2$ .

Известняки Выбутского месторождения вполне пригодны для использования в строительстве в виде стенового штучного камня. Выход кускового камня в верхней выветрелой части толщи составляет 18,5% (мощность 1,5—2 м), в нижней 76,4%. Более половины блоков в нижней части толщи характеризуется крупными размерами (0,1—0,5  $m^3$ ).

Общее количество запасов, утвержденных по категориям  $A_2+B+C_1$ , составляет 7 821 800  $m^3$ , из них по правобережному участку 4 854 100  $m^3$  и по левобережному 2 967 700  $m^3$ . Кроме того, на месторождении утверждены забалансовые запасы по категории  $A$  288 500  $m^3$ , по категории  $B$  743 000  $m^3$  и по категории  $C_1$  651 700  $m^3$ .

### Порховское месторождение

Месторождение расположено в Порховском районе Псковской области, на правом берегу р. Шелони, и примыкает к южной окраине г. Порхова. Разведочные работы проводились в 1930—1931 гг. и затем в 1947—1948 гг. (Бердник, 1948ф).

Месторождение сложено верхнешелонскими известняками. Продуктивная толща разделяется на следующие восемь литологически различных горизонтов (сверху вниз).

1. «Красуха» мощностью около 2 м. Светлосерый тонкоплитчатый известняк, часто превращенный в мелкую щебенку, перемешанную с суглинком. Характерны пористость и кавернозность.

2. «Верхняя книга» мощностью до 0,90 м. Серовато-зеленый слегка мергелистый известняк, сильно выветрелый, мелкозернистый, тонкоплитчатый. Часто превращен в известковую муку.

3. «Белун» мощностью до 0,50 м. Светлосерый очень плотный мелкозернистый известняк с тонкими мергелистыми прослоями. Характерно наличие ходов червей, окрашенных в ржаво-бурый цвет.

4. «Ерлаш» мощностью до 0,60 м. Серый или зеленовато-серый неравномерноплитчатый известняк с мергелистыми прослоями и черными углистыми органическими отпечатками. Следы червей наблюдаются редко.

5. «Верхний брус» — серый грубозернистый, толстоплитчатый массивный известняк. Характерно наличие включений гальки или обломков более плотного мелкозернистого темнубурого известняка.

6. «Промежуточный слой» мощностью до 0,20 м. Глина голубовато-серая, известковистая.

7. «Нижний брус» мощностью до 1,20 м. Серый мелкозернистый плотный толстоплитчатый известняк.

8. «Нижняя книга» мощностью до 1,05 м. Темносерый глинистый мелкозернистый тонкоплитчатый известняк.

Ниже залегает огипсованная пачка голубовато-зеленых глин с тонкими прослоями известняка. Известняки продуктивной толщи покрываются моренными глинами и суглинками последнего оледенения и флювиогляциальными песками мощностью от 0,30 до 8,20 м.

По химическому составу известняки Порховского месторождения характеризуются высоким содержанием CaO и незначительным содержанием MgO, SO<sub>3</sub> и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, т. е. являются высококачественным сырьем для портланд-цементной промышленности.

Химический состав промышленной пачки известняков (в %) характеризуется данными табл. 25.

Таблица 25

|                                 | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO             | MgO           | П. п. п.        | SO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | RO            |
|---------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|---------------|
| Пределы . . . . .               | 1,14—<br>8,80    | 0,95—<br>2,85                  | 0,48—<br>1,35                  | 44,56—<br>55,84 | 0,88—<br>1,69 | 38,48—<br>42,30 | 0,10—<br>0,67   | 0,10—<br>0,22                 | 0,34—<br>0,65 |
| Средневзвешен-<br>ное . . . . . | 4,50             | 1,60                           | 0,65                           | 51,00           | 1,20          | 41,0            | 0,14            | 0,2                           | 0,41          |

Известняки на месторождении содержат водоносные горизонты с дебитом от 0,007 до 0,06 л/сек. Подземные воды дренируются р. Шелонью и существенно не будут обводнять карьер.

Запасы известняков, утвержденные ГКЗ по категории А<sub>2</sub>, составляют 15 500 тыс. т.

### Шениховское месторождение

Месторождение расположено в 6 км к востоку от г. Острова и в 6 км на северо-запад от с. Шениховского. В 6 км к юго-востоку от него проходит шоссе Псков—Остров—Опочка.

Месторождение приурочено к гряде холмов, вытянутых в северо-восточном направлении, которая отвечает антиклинальному поднятию

коренных пород. Мощность четвертичных отложений колеблется от 0,7 до 2,4 м. Средняя разведанная мощность бурегских слоев 6,12 м.

Известняк по физико-механическим свойствам в большей своей части является хорошим материалом для приготовления дорожного щебня. Незначительная часть слоев (мощностью 0,58 м) пригодна как сырье для получения строительной воздушной извести III сорта.

В 1951 г. на участке месторождения площадью 10 га Геолстромтрестом (Мельвиль, 1951ф) разведаны запасы известняков, пригодных с качеством сырья для дорожного щебня, по категории  $C_1$  152 100 м<sup>3</sup> и для воздушной извести тоже по категории  $C_1$  15 900 м<sup>3</sup>. Запасы эти ТКЗ не утверждались.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

### Угловское месторождение

Месторождение расположено в Окуловском районе Новгородской области, в 3,5 км к югу от ст. Угловка.

Оно разрабатывается на известь. Все разработки объединены в крупное предприятие — Угловский известковый комбинат Министерства промышленности строительных материалов РСФСР. В 1929—1930 гг. месторождение разведывалось как сырье для обжига на известь. В 1947—1949 гг. на месторождении Геолстромтрестом и Ленгеолнерудтрестом были проведены геолого-разведочные работы с целью обеспечения запасами известняков цементного завода малой производительности и известкового производства (Яржемская и Стронский, 1949ф).

Продуктивная толща известняков верхнего горизонта серпуховской свиты разделяется на пять пачек (сверху вниз):

Нулевая пачка — окремненные известняки с выдержанным по простиранию прослоем известково-глинистого конгломерата. Мощность до 1,59 м.

I пачка — чистые известняки белого цвета. Мощность до 4,60 м.

II пачка — массивные толстослоистые светлосерые почти недоломитизированные известняки. Характерно окремнение их каверн, выполненных глиной и кальцитом. Мощность до 4,90 м.

III пачка — известняки неравномерно доломитизированные с единичными желваками кремня. Мощность до 5,20 м.

IV пачка — доломитизированные известняки и доломиты, неравномерно окремненные.

Общая средняя мощность промышленной толщи 9,15 м.

Т а б л и ц а 26

| Пачки   | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | SO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | П. п. п. |
|---------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|-------------------------------|----------|
| Нулевая | 8,98             | 2,09                           | 0,76                           | 48,33 | 1,20 | 0,08            | —                             | 38,58    |
| I       | 1,09             | 0,53                           | 0,23                           | 54,75 | 0,35 | 0,17            | 0,08                          | 43,25    |
| II      | 2,59             | 0,60                           | 0,18                           | 54,50 | 0,41 | 0,05            | —                             | 43,00    |
| III     | 4,05             | 0,81                           | 0,30                           | 49,30 | 1,26 | 0,58            | 0,04                          | 39,60    |
| IV      | —                | —                              | —                              | 40,70 | 6,20 | —               | —                             | —        |

Нижнекаменноугольные отложения покрываются четвертичным комплексом, представленным основной мореной и флювиогляциальными отложениями, имеющими среднюю мощность 3,4 м.

Химический состав известняков (в %) характеризуется средними данными (табл. 26).

Общая закарстованность по месторождению определяется в 8,5%, при этом максимальный процент закарстованности (18,4%) отмечается по III пачке. Общее окремнение промышленной толщи определяется в 3,4%. Пригодными в качестве сырья для портланд-цементного производства являются I, II и III пачки.

В гидрогеологическом отношении месторождение находится в благоприятных условиях. Промышленная толща известняков расположена выше уровня подземных вод.

Запасы известняков, утвержденные ГКЗ как пригодные для производства портланд-цемента, составляют:

|         |   |                        |               |
|---------|---|------------------------|---------------|
| I пачка | { | категория . . . В      | 5 033 тыс. т  |
|         |   | " . . . C <sub>1</sub> | 3 694 " "     |
| II "    | { | " . . . В              | 4 084 " "     |
|         |   | " . . . C <sub>1</sub> | 6 054 " "     |
| III "   | { | " . . . В              | 4 159 " "     |
|         |   | " . . . C <sub>1</sub> | 5 222 " "     |
| Всего   | { | категория . . . В      | 13 996 тыс. т |
|         |   | " . . . C <sub>1</sub> | 14 970 " "    |

### Пикалевское месторождение

Описание геологического строения Пикалевского месторождения дано в I томе «Геологии СССР», поэтому ниже даются лишь дополнительные сведения по результатам работ, проведенных на месторождении после 1948 г.

Участок № 1. В 1946—1947 гг. серпуховские известняки участка являлись объектом изучения в качестве сырья для глиноземной промышленности. Результаты этих работ положительные.

Участок № 2. В 1930 г. участок был детально разведан с целью выявления известняков, пригодных для цементной промышленности. В 1945 г. (Вишняков и Семевская, 1945ф) геолого-разведочные работы были возобновлены с целью изучения известняков в качестве флюсового сырья для черной металлургии. В результате работ было установлено, что известняки этого участка не отвечают кондициям на флюсовое сырье, так как они имеют различную механическую прочность и содержат желваки кремня, трудно отделимые от горной массы.

Прочные известняки с сопротивлением сжатию 400 кг/см<sup>2</sup> присутствуют в разрезе в виде неправильных тел среди мягких разностей известняков и составляют 26% от общего объема.

Участок № 3. В 1949 г. на участке и на прилегающих к нему площадях были поставлены дополнительные геолого-разведочные работы с целью изучения закономерностей распределения в разрезе крепких флюсовых известняков (Хавин и Саар, 1950ф). В результате этих работ был выявлен «Новый» участок чистых известняков, расположенный в 100—200 м к северу от ст. Пикалево, и увеличены запасы известняков

на участке № 3 за счет площади, примыкающей к нему с северо-запада. На обоих этих участках установлено, что низы толщи, как правило, представлены крепкими разностями известняков мощностью 0,6—7,5 м.

Химический состав (в %) известняков верхней части толщи (без кремней) следующий:  $\text{SiO}_2$  1,09; нерастворимого остатка 1,27;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,84;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,42;  $\text{CaO}$  53,57;  $\text{MgO}$  0,87; п.п.п. 43,48. Средняя мощность этих известняков 4,22 м.

Химический состав (в %) известняков нижней части толщи (без кремней) следующий:  $\text{SiO}_2$  0,46; нерастворимого остатка 0,54;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,23;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,34;  $\text{CaO}$  54,07;  $\text{MgO}$  0,89; п.п.п. 43,74. Средняя мощность нижней части толщи 2,41 м.

Известняки после удаления из них кремней являются высококачественным сырьем для флюсов черной металлургии, для жирной немагнезиальной извести, а также для портланд-цементной промышленности.

Карст на месторождении составляет примерно 5% всего объема полезной толщи.

## ГЛИНЫ ОГНЕУПОРНЫЕ

### Введение

Месторождения огнеупорных глин приурочены к нижнекаменноугольным отложениям, распространенным в восточных частях Ленинградской и Новгородской областей.

Ресурсы огнеупорных глин Ленинградской области значительно расширились за последние годы в результате геолого-разведочных работ, выполненных в 1946—1951 гг. Ленинградским геологическим управлением (П. В. Мошкова, М. З. Губайдуллина, Л. Е. Шаманин). Запасы огнеупорных глин Новгородской области остались почти без изменений, если не считать новых разведанных площадей в восточной части месторождения Охомля (Охомля Восточная) и южной части месторождения Овсянка (Южная Овсянка).

Геолого-разведочные работы в 1946—1951 гг. проводились с целью выявления сырьевой базы для шамотного цеха строящегося Череповецкого металлургического завода и заключались в детальной разведке Батьковского, Повышевского и Овсянковского месторождений и поисках новых месторождений. Материалы этих работ позволили уточнить качественную характеристику глин и дать им окончательную промышленную оценку. Поиски новых месторождений, сопровождавшиеся ревизией старых материалов Тихвинской экспедиции и геолого-разведочных работ довоенного периода (1930—1936 гг.), выполнялись в 1949—1950 гг. в районах Повышевского и Неболчского месторождений.

Поисковые работы в районе Неболчского месторождения охватили площадь, в пределах которой на геологических картах был показан остаток песчано-глинистой толщи нижнего карбона. Из 56 пройденных на этой площади ручных скважин только в восьми были зафиксированы глины типа огнеупорных, которые после производства химических анализов оказались некондиционными по содержанию железа. Поэтому район Неболчского месторождения оценивается как неперспективный для выявления крупных месторождений огнеупорных глин. Зафиксированное здесь ранее Неболчское месторождение, очевидно, представляет собой единичную линзу с весьма ограниченными запасами.

Поисковые работы в районе Повышевского месторождения произво-

дились на прилегающих к нему участках и закончились выявлением нового месторождения огнеупорных глин II Большедворского и северной линзы Повышевского месторождения. Кроме того, при поисковых работах на бокситы Тихвинской экспедицией было открыто и разведано Синенковское месторождение сухарных глин (сиаллитов).

Все перечисленные месторождения, как вновь обнаруженные, так и известные ранее и дополнительно разведанные (Батьковское, Повышевское, Синенковское, II Большедворское, Неболчское), относятся к Тихвинской группе месторождений. Под Тихвинской группой месторождений условно подразумеваются месторождения огнеупорных глин, расположенные в пределах полосы распространения отложений нижнего карбона от с. Шереховичи на юге до с. Шугозеро на севере.

Огнеупорные глины этих месторождений приурочены к бокситовой и надбокситовой толщам тихвинской свиты нижнего карбона (по последней стратиграфической схеме С. Г. Винникова), залегающей в пределах Тихвинского бокситоносного района в основании разреза нижнекаменноугольных пород.

До настоящего времени считалось, что наиболее перспективной для нахождения месторождений огнеупорных глин в Тихвинском районе является надбокситовая толща, поскольку наиболее крупное из известных ранее месторождений — Батьковское — приурочено именно к этой толще. Результаты геолого-разведочных работ не подтвердили указанное предположение, и, наоборот, привели к выводу о малой перспективности надбокситовой толщи в смысле нахождения в ней крупных (порядка 1,0—2,0 млн. т) залежей высокосортных огнеупорных глин. Вместе с тем бокситовая толща, рассматривавшаяся ранее только как рудный горизонт, оказалась интересной и с точки зрения присутствия в ней крупных залежей огнеупорных глин.

В пределах Тихвинского бокситоносного района, к которому приурочены месторождения огнеупорных глин Тихвинской группы, бокситовая и надбокситовая толщи имеют широкое развитие.

Надбокситовая толща состоит из пластичных неравномерно ожелезненных глин, песков, песчаников, алевроитов и сухаристых глин. Преобладание тех или других перечисленных пород в разрезе надбокситовой толщи зависит от древнего рельефа девонских отложений. В верховьях девонских депрессий (абс. отметки 80—120 м) в разрезе преобладают пластичные глины, в нижней части обычно темносерые (углистые) с отпечатками растительных остатков, в средней — серые тонкослоистые, в верхней — красные сильно ожелезненные с остракодами. На контакте с бокситовой толщей встречаются также небольшие линзы сухаристых глин. Пластичные серые глины типа огнеупорных отличаются неравномерным ожелезнением (содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  от 1,0 до 8%) и к бортам древних долин и на водоразделах становятся более песчаными. В низовьях древних долин пластичные глины постепенно выклиниваются и замещаются песчаными глинами, переслаивающимися с песками, песчаниками и алевроитами.

Следует подчеркнуть, что вследствие размыва, происшедшего в алексинско-михайловское время, надбокситовая толща (особенно в верховьях древних долин) имеет весьма непостоянную мощность.

Бокситовая толща в верховьях древних долин сложена бокситовыми породами (бокситовыми, аллитами и сиаллитами), по направлению к низовьям депрессий постепенно переходящими в сухаристые глины. Сухари-

стые глины и маложелезистые сиаллиты, распространяющиеся в низовьях бокситоносных древних долин, являются высококачественным огнеупорным сырьем.

В магистральных депрессиях девонского ложа бокситовая толща представлена бобовыми сиаллитоподобными породами (бобовины кальциевые или железисто-кальциевые), переслаивающимися с алевроитами. Сиаллитоподобные породы, по данным С. Г. Вишнякова, состоят из каолинита и гидрослюд с примесью зерен кварца и не представляют практического интереса для огнеупорной промышленности.

## Описание месторождений

### Батьковское месторождение

Батьковское месторождение разведывалось неоднократно, начиная с 1933 г. В 1948 г. запасы огнеупорных пластичных глин и маложелезистых сиаллитов Батьковского месторождения были утверждены ВКЗ по категории В и С<sub>1</sub> в количестве 4 млн. т. Для перевода запасов в категорию А<sub>2</sub> в 1949 г. Ленинградским геологическим управлением производилась детальная разведка месторождения (Губайдуллина и Корнильева, 1950ф).

Батьковское месторождение приурочено к так называемой Батьковской древней долине, ориентированной в северо-восточном направлении. В центральной части этой долины расположены «центральная» и «северная» линзы бокситов и разведанное месторождение огнеупорных глин, в низовьях — Синенковское месторождение маложелезистых сиаллитов.

Батьковская девонская долина заполнена породами тихвинской и алексинско-михайловской свит нижнего карбона, прикрытыми сверху четвертичными образованиями. На размытой поверхности девонских отложений последовательно залегают: подбокситовая, бокситовая и надбокситовая толщи тихвинской свиты, причем бокситовая и надбокситовая толщи увеличиваются в мощности по направлению от бортов к осевой части долины, выклиниваясь на водоразделах.

Огнеупорные глины приурочены к надбокситовой толще, сложенной преимущественно пластичными каолиновыми глинами.

Бокситовая толща, подстилающая надбокситовые глины, состоит из аллитов и сиаллитов, залегающих зонально: в средней части бокситовой толщи, как правило, присутствуют аллиты, а в верхней и нижней — сиаллиты. Нижние сиаллиты и аллиты обычно ожелезнены и имеют красный цвет с различными оттенками. Верхние сиаллиты содержат большее количество железа и характеризуются пятнистой окраской. Осветленные верхние сиаллиты имеют высокую огнеупорность. На границе между верхними сиаллитами бокситовой толщи и пластичными глинами надбокситовой толщи встречаются небольшие линзы сухаристых глин.

Пластичные глины надбокситовой толщи разделяются на пять разновидностей: светлосерые и серые; темносерые; серые и темносерые с коричневым и красным оттенком; черные углистые; красные и коричневые. Огнеупорные глины представлены светлосерыми и серыми разностями, занимающими доминирующее положение в нижней части надбокситовой толщи.

Светлосерые и серые глины в разной степени ожелезнены: от незначительных ожелезненных пятен до интенсивного окрашивания глины в фиолетовые и красные тона. Содержание окислов железа в чистых разностях светлосерых и серых глин колеблется от 2,5 до 4,7%, в более загрязненных окислами железа от 3,20 до 7,4% и в сильно загрязненных от 4,0 до 15%.

Детальной разведкой 1949 г. установлено, что маложелезистые серые и светлосерые глины имеют линзовидное залегание и содержат включения бурого железняка, которые удалялись при опробовании. Также выяснилось, что маложелезистые сиаллиты, выделенные в 1946 г. в виде выдержанного горизонта, фактически не имеют площадного распространения и залегают в виде небольших разобщенных тел неправильной конфигурации.

Параллельно с детальной разведкой в 1949 г. производились отбор и испытания заводских проб. На основании результатов заводских испытаний Ленинградский институт огнеупоров изменил проект технических условий на батыковские огнеупорные глины, разработанный им в 1945 г. и послуживший основой для подсчета и утверждения запасов в ВКЗ в 1946 г.

В табл. 27 приведено сопоставление проектов технических условий 1946 и 1949 гг.

Таблица 27

| Марки<br>глин | Технические условия 1946 г.                                  |                                           |                                    | Технические условия 1949 г.                                  |                                           |                                    |
|---------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
|               | химический состав на<br>прокаленное вещество<br>в %          |                                           | огнеупор-<br>ность в °C<br>не ниже | химический состав на<br>прокаленное вещество<br>в %          |                                           | огнеупор-<br>ность в °C<br>не ниже |
|               | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub><br>не ниже | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>не выше |                                    | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub><br>не ниже | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>не выше |                                    |
| БтI           | 42,0                                                         | 4,0                                       | 1 710                              | 42,0                                                         | 5,0                                       | 1 710                              |
| БтII          | 40,0                                                         | 6,0                                       | 1 670                              | 40,0                                                         | 6,0                                       | 1 670                              |
| БтIII         | 38,0                                                         | 10,0                                      | 1 580                              | —                                                            | —                                         | —                                  |
| БтС           | 44,0                                                         | 4,0                                       | 1 730                              | —                                                            | —                                         | —                                  |
| СтI           | —                                                            | —                                         | —                                  | 44,0                                                         | 3,0                                       | 1 730                              |
| СтII          | —                                                            | —                                         | —                                  | 42,0                                                         | 5,0                                       | 1 710                              |

Кондиционные пластичные глины, отвечающие техническим условиям 1949 г., образуют в нижней части надбокситовой толщи пять линз, расположенных одна от другой на расстоянии 25—50 м на площади длиной 1100 м и шириной от 5 до 650 м.

Форма залежи пластичных глин и вмещающих их огнеупорных глин находится в прямой зависимости от древнего рельефа девонского ложа. Месторождение приурочено к осевой части депрессии древнего рельефа и пологому восточному ее борту; на западном, более крутом склоне депрессии пластичные глины надбокситовой толщи быстро выклиниваются.

Мощность кондиционных огнеупорных глин изменяется от 0,5 м

(борта долины) до 3,25 м (осевая часть долины), глубина залегания — от 1,35 до 16,25 м. Среди кондиционных глин встречаются прослои некондиционных глин мощностью от 0,1 до 0,5 м, редко более. Абсолютные отметки почвы кондиционных глин изменяются от 100,3 до 113,2 м, кровли — от 101,2 до 114,5 м, повышаясь к бортам долины.

Общий уклон залежи пластичных глин также происходит в сторону понижения ложа долины на северо-восток.

Условия залегания маложелезистых сиаллитов аналогичны условиям залегания глин. Мощность маложелезистых сиаллитов (по нескольким залежам) изменяется от 0,15 до 3,10 м при глубине залегания от 1,0 до 11,25 м. Бокситовые породы, к которым относятся и сиаллиты, трещиноватые и являются водоносным горизонтом.

В кровле пластичных глин залегают водоносные пески алекоинско-михайловской толщи, а в северо-восточной и северо-западной частях месторождения — четвертичные отложения. Выполненными гидрогеологическими работами установлено, что при разработке месторождения карьер будет обводняться за счет: а) подземных вод из песков  $C_1^{a1+m}$ ; б) подземных вод из бокситовых пород; в) атмосферных осадков. Сброс подземных и поверхностных вод с площади карьера может быть осуществлен в р. Синенку, протекающую в 300—400 м к востоку от месторождения.

Качество пластичных глин и сиаллитов вследствие сильной и неравномерной ожелезненности отличается большой изменчивостью.

Содержание основных компонентов (в %) в светлосерых и серых глинах на прокаленное вещество приведено в табл. 28.

Таблица 28

|                   | $SiO_2$     | $Al_2O_3 + TiO_2$ | $Fe_2O_3$  | Огнеупорность<br>в °C |
|-------------------|-------------|-------------------|------------|-----------------------|
| Пределы . . . . . | 43,80—57,60 | 35,00—44,60       | 2,50—15,40 | 1 400—1 740           |
| Среднее . . . . . | 48,90       | 41,24             | 7,48       | 1 645                 |

Химический состав (в %) остальных разновидностей глин на прокаленное вещество приводится в табл. 29.

Как видно из табл. 28 и 29, техническим условиям на огнеупорные глины БТИ и БТИ—II отвечает только часть светлосерых и серых глин, наименее загрязненных окислами железа, остальные разновидности глин (темносерые, серые с красным и коричневым оттенком, черные углистые и песчаные), как правило, являются некондиционными. Кондиционные глины представлены преимущественно маркой БТИ, составляющей 28,2% из общей массы светлосерых и серых глин. Глины марки БТИ составляют всего 14,35% от общего числа проб. Глины темносерые в основной своей массе не отвечают техническим условиям Института огнеупоров.

По результатам керамических испытаний темносерые глины могут найти применение для огнеупорного кирпича классов Б и В (по ГОСТ 340—41), темносерые с красным и коричневым оттенком глины — для изделий строительной керамики с каменным черепком.

Огнеупорные глины, отвечающие маркам БТИ и БТИ, пригодные в производстве огнеупоров для металлургической промышленности, в большинстве случаев обладают температурой плавления выше 1670° при содержании  $SiO_2$  47,90—50,0%;  $Al_2O_3 + TiO_2$  38,5—44,6%;  $Fe_2O_3$  2,50—6% (на прокаленное вещество).

Т а б л и ц а 29

|               | Темносерые глины |                                                  |                                |                    | Темносерые с красным и коричневым оттенком глины |                                                  |                                |                    |
|---------------|------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
|               | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | огнеупорность в °C | SiO <sub>2</sub>                                 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | огнеупорность в °C |
| Пределы . .   | 39,6—60,0        | 28,20—48,20                                      | 4,20—23,80                     | 1 250—1 710        | 40,47—54,34                                      | 27,34—44,24                                      | 5,36—22,65                     | 1 410—1 610        |
| Среднее . . . | 53,06            | 35,63                                            | 9,84                           | 1 490              | 47,0                                             | 37,62                                            | 12,74                          | 1 530              |

Продолжение

|               | Углистые черные глины |                                                  |                                |                    | Песчаные глины   |                                                  |                                |                    |
|---------------|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
|               | SiO <sub>2</sub>      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | огнеупорность в °C | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | огнеупорность в °C |
| Пределы . .   | —                     | 41,50—28,00                                      | 5,50—16,00                     | 1 410—1 720        | —                | —                                                | 5,70—6,90                      | 1 410—1 610        |
| Среднее . . . | —                     | —                                                | —                              | 1 560              | —                | —                                                | 6,30                           | 1 520              |

Заводские испытания батьковских глин показали, что глины дают повышенную дополнительную усадку, особенно высокую для глин с содержанием железа свыше 6%. Характерными являются также невысокие температуры деформации изделий, что препятствует значительному повышению температуры обжига в печах.

Изготовленный нормальный кирпич удовлетворяет требованиям ГОСТ 390—41 для класса А, а сифонные пролетные изделия — ГОСТ 4978—49. Ковшовые кирпичи и стопорные трубки не вполне удовлетворяют требованиям ОСТ 16191—39 и ГОСТ 4978—49, так как имеют повышенную пористость и отчасти дополнительную усадку. Для уменьшения пористости и дополнительной усадки необходимо добавлять в шихту высококачественные глины.

Подсчет запасов огнеупорных глин произведен из расчета минимальной мощности глин в 0,75 м, при предельном соотношении мощностей вскрыши и полезного ископаемого 10:1. В подсчет запасов вошли глины, отвечающие по химическому составу и огнеупорности проекту технических условий, разработанному Институтом огнеупоров в 1949 г.

По пяти залежам суммарные запасы глин составляют 557 тыс. т, из них к балансовым отнесены только запасы наиболее крупной залежи в количестве 316,7 тыс. т (по А<sub>2</sub>+В). Запасы по остальным залежам варьируют от 8,0 до 29,4 тыс. т и отнесены к забалансовым.

Условия залегания кондиционных глин очень сложные: глины I и II сортов чередуются с некондиционными прослоями, за исключением отдельных небольших по объему блоков.

Вследствие незначительных запасов глин, полностью отвечающих требованиям промышленности как по качеству, так и по условиям залегания, ГКЗ воздержалась от утверждения запасов большей части глин Батьковского месторождения, имея в виду, что это месторождение не может рассматриваться в качестве сырьевой базы для металлургической

огнеупорной промышленности. Огнеупорные глины Батьковского месторождения могут найти применение в других областях промышленности с менее высокими требованиями к их качеству; в таком случае запасы их должны быть заново пересчитаны.

По степени разведанности запасы глин полностью отвечают категориям А<sub>2</sub> и В.

### Синенковское месторождение

В 1941 г., одновременно с изучением качества глин Батьковского месторождения, Ленинградским институтом огнеупоров производились исследования бокситовых пород — сиаллитов, залегающих в почве залежи глин и не находящихся пока практического применения.

Сиаллитами в Тихвинском бокситоносном районе называются породы типа сухаристых глин, содержащие свободный глинозем, с силикатным модулем от 0,85 до 1,0. Качественное изучение сиаллитов показало, что маложелезистые разности их могут быть использованы для изготовления шамота класса А. Поэтому в дальнейшем, при производстве поисковых работ на бокситы, сиаллиты стали рассматриваться в качестве полезного ископаемого.

В 1947 г. Тихвинской экспедицией Союзалюминразведка при бурении поисковых скважин на бокситы близ с. Синенки было открыто и разведано крупное месторождение маложелезистых сиаллитов.

Синенковское месторождение расположено в Тихвинском районе Ленинградской области, в 4 км юго-восточнее ст. Большой Двор, Северной ж. д. В 1,5 км западнее месторождения проходит железнодорожная ветка, соединяющая ст. Большой Двор с г. Бокситогорском. Своей северной частью месторождение непосредственно примыкает к шоссе Ленинград—Вологда, соединяющему его также со ст. Большой Двор.

Результаты разведочных работ 1947 г. показали, что залежи маложелезистых сиаллитов по запасам представляют практический интерес, но качество сиаллитов оказалось недостаточно изученным для утверждения запасов. Поэтому в 1949 г. Ленгеолуправление дополнительно провело на месторождении технологическое и полужадовское опробование.

Технологические испытания производились в лаборатории шамота Ленинградского института огнеупоров, а полужадовские — на заводе «Большевик» (в Ленинграде). На основании произведенных испытаний Институт огнеупоров дал положительную оценку качества синенковских сиаллитов.

Синенковское месторождение сиаллитов приурочено к низовьям Батьковской древней долины. Геологический разрез месторождения не отличается сложностью и состоит из тихвинской и алексинско-михайловской свит нижнего карбона. Каменноугольные отложения залегают на размытой поверхности верхней пестроцветной толщи девона и покрываются четвертичными образованиями. В разрезе тихвинской свиты присутствуют все три толщи: подбокситовая, бокситовая и надбокситовая.

Подбокситовая толща представлена пестроцветными и углистыми неогнеупорными глинами. Пестроцветные глины распространены только в бортовых частях депрессий девонского ложа на отметках от 67 до 103 м, в осевой части депрессии они отсутствуют. Углистые глины, наоборот, заполняют наиболее пониженные участки древней девонской долины.

Бокситовая толща представлена в основном сиаллитами с редкими

прослоями аллитов (силикатный модуль 1,0—2,0). Сиаалиты различаются по окраске и структуре. Окраска их разнообразная: коричневатокрасная, светло-красная, серовато-фиолетовая, серая и почти черная. По структуре выделяются сиаалиты каменистые — крепкие, реже тонкопористые, землистые — рыхлые и хрупкие, глиноподобные — мягкие. Мощность сиаалитов колеблется от 0,90 до 12,50 м, в среднем 6,60 м.

Маложелезистые сиаалиты, представляющие собой огнеупорное сырье, окрашены в светлые тона (серые и фиолетовые) и имеют сравнительно выдержанное распространение. Они прослеживаются вдоль оси древней долины на 1300 м при ширине полосы их распространения от 200 до 600 м (в центральной части). Мощность маложелезистых сиаалитов изменяется в пределах от 0,25 до 5,75 м при средней глубине залегания 14 м.

Породы надбокситовой толщи сохранились на очень незначительной площади в центральной части месторождения, где они прослеживаются по правому склону древней долины в виде узкой полосы и представлены углистыми, песчаными, местами пластичными глинами. Мощность надбокситовых глин составляет 0,5—0,95 м.

Выше по разрезу залегают прибрежно-дельтовые отложения алексинско-михайловской свиты, представленные песчаными глинами, песками и песчаниками. На большей части площади водоносные алексинско-михайловские пески и песчаники мощностью от 0,20 до 3,90 м залегают непосредственно на сиаалитах.

На всем месторождении коренные породы плащеобразно покрываются отложениями четвертичного возраста — валуными глинами и безвалуными суглинками мощностью от 4,0 до 19,0 м.

Приуроченность залежи сиаалитов к девонской депрессии определяет ее конфигурацию, которая повторяет в общем очертания Батьковской долины. Так, например, наибольшая ширина залежи сиаалитов установлена в центральной части месторождения, где в батьковскую долину впадает небольшой приток. Осевая линия основной долины извилиста, вследствие чего и очертания краевой границы залежи сиаалитов неровные.

Огнеупорные сиаалиты хорошо выдерживаются по простиранию в центральной и северо-восточной частях месторождения. В юго-западной части они выклиниваются, замещаясь сильно ожелезненными аллитами, или залегают среди ожелезненных сиаалитов, в виде небольших изолированных линз. По залежи, вошедшей в подсчет запасов, мощность огнеупорных сиаалитов колеблется от 0,25 до 5,75 м и уменьшается к склонам девонской долины, т. е. к краевой ее части.

Глубина залегания маложелезистых сиаалитов изменяется от 0,5 до 23,75 м, увеличиваясь в юго-западном и южном направлениях. Почва сиаалитов имеет выпуклую форму с колебаниями абсолютных отметок от 84,2 до 95,7 м, кровля слабо вогнута. Абсолютные отметки последней изменяются от 87,4 до 96,5 м.

А. А. Саар, занимавшийся изучением гидрогеологии этого месторождения, установил, что «степень обводненности Синенковского месторождения подземными водами может быть отнесена к незначительной как по величине статических запасов подземных вод, так и по количеству воды, поступающей на месторождение извне» (Мошкова и Дмитриева, 1950ф). Он считает, что обводнение карьера будет происходить за счет поверхностных и атмосферных осадков, а также трещинных вод бокситовых пород, на основании чего им рекомендуются проходка нагорных

канал и понижение уровня воды в бокситовых породах до начала вскрышных работ.

На основании маркировки сиаллитов, предложенной Ленинградским институтом огнеупоров и утвержденной Техническим управлением Министерства черной металлургии СССР, среди синенковских огнеупорных сиаллитов выделяются два сорта кондиционных разностей: сиаллиты I сорта, наиболее богатые глиноземом ( $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  не менее 44%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до 3%), и сиаллиты II сорта ( $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  не менее 42%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  от 2 до 5%).

Огнеупорные сиаллиты I сорта залегают преимущественно в центре залежи, составляя как бы ядро последней. Сиаллиты II сорта распространены главным образом в периферийной части линзы огнеупорных сиаллитов на бортах древней долины или сверху бокситовой толщи, реже в почве сиаллитов I сорта. Следовательно, можно считать, что здесь, так же, как и на бокситовых месторождениях, наблюдается закономерное увеличение содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  и уменьшение окислов железа от периферии к центру залежи. Вместе с тем среди сортных сиаллитов местами встречаются некондиционные прослои, характеризующиеся или значительным увеличением окислов железа и окиси кальция, или низким содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ . Указанные некондиционные прослои составляют незначительный процент от всей массы огнеупорных разностей и имеют мощность от 0,25 до 2 м.

При пересчете на средневзвешенный химический состав всей промышленной толщи сиаллитов вместе с некондиционными прослоями процентное содержание основных компонентов остается в пределах допустимых кондиций; следовательно, наличие некондиционных прослоев не имеет существенного влияния на сортность сырья.

Химический состав сиаллитов (в %) приводится в табл. 30.

Таблица 30

| Компоненты                        | Красно-коричневые сиаллиты |                               |                                   | Светлоокрашенные сиаллиты |                               |                                   |
|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                                   | по отдельным пробам        | средневзвешенное по скважинам | средневзвешенное по месторождению | по отдельным пробам       | средневзвешенное по скважинам | средневзвешенное по месторождению |
| Нерастворимый остаток . . .       | 32,18—50,20                | 34,48—44,59                   | 40,04                             | 25,42—70,18               | 34,99—56,45                   | 42,81                             |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . . | 20,04—36,91                | 24,04—35,74                   | 32,65                             | 21,50—44,17               | 34,55—38,46                   | 36,43                             |
| $\text{TiO}_2$ . . . . .          | 1,13—2,65                  | 1,64—2,13                     | 1,88                              | 0,91—2,83                 | 1,63—2,08                     | 1,85                              |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . . | 1,82—35,40                 | 5,57—20,68                    | 10,66                             | 0,99—10,37                | 2,39—4,83                     | 3,32                              |
| $\text{CaO}$ . . . . .            | 0,11—18,43                 | 0,37—3,13                     | 1,10                              | 0,10—19,72                | 0,43—1,98                     | 0,88                              |
| П. п. п. . . . .                  | 5,32—22,58                 | 9,14—16,24                    | 13,42                             | 7,16—30,40                | 13,11—16,09                   | 14,16                             |

Светлоокрашенные сиаллиты по качественным показателям довольно разнообразны, но большая часть их пригодна для использования в металлургической промышленности. Огнеупорность их высокая — 1710—1770°.

Средневзвешенный химический состав кондиционных сиаллитов (в %) по скважинам при пересчете на прокаленное вещество представлен в табл. 31.

Таблица 31

|                   | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO       | П. п. п.    |
|-------------------|------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|-------------|
| Пределы . . . . . | 40,35—53,20      | 42,39—54,38                                       | 1,64—4,98                      | 0,26—2,71 | 12,74—19,68 |
| Среднее . . . . . | 49,02            | 46,61                                             | 2,84                           | 0,99      | 14,37       |

По минералогическому составу сиааллиты Синенковского месторождения относятся к глиноземистым глинам и состоят в основном из каолинита, в разной степени загрязненного окислами железа и растительными остатками. Кварц присутствует в виде примеси. Акцессорными минералами являются турмалин, циркон, рутил, дистен и ставролит.

Качественное изучение сиааллитов выполнялось Ленинградским институтом огнеупоров, который на основании массовых керамических испытаний установил физико-керамические показатели исследуемого сырья (табл. 32).

Синенковские сиааллиты относятся к малопластичному и низкосвязующему сырью. Число пластичности колеблется от 6,7 до 14,8%, связность — от 11,7 до 20,5 кг/см<sup>2</sup>. Как исключение, встречаются сиааллиты, приближающиеся по своим свойствам к пластичным глинам.

В связи с низкой пластичностью и малой связующей способностью сиааллитов Институт огнеупоров рекомендует использовать их в качестве шамота. Шамоты сиааллитов I сорта в смеси с пластичными глинами типа боровичских рекомендуются для изготовления шамотных изделий класса А и II сорта — для шамотных изделий класса Б согласно ГОСТ 390—41, а также для изготовления ковшевого кирпича и сифона. Полученные в лабораторных условиях изделия вполне удовлетворяют всем требованиям ГОСТ 390—41 на шамотные изделия класса А и Б, а многошамотный кирпич — требованиям на изделия для футеровки сталеразливочных ковшей (ГОСТ 16191—39).

При полузаводских испытаниях повышевых глин в испытательные массы добавлялись синенковские сиааллиты. На основании произведенных испытаний Институт огнеупоров дает заключение, что опытный кирпич, изготовленный из смеси синенковских сиааллитов и повышевых глин, по стойкости не уступает боровичскому кирпичу класса А, применяемому для футеровки 25-тонных сталеразливочных ковшей.

В толще огнеупорных сиааллитов I сорта встречаются сиааллиты II сорта, внешне совершенно неотличимые от первых. Подсчет запасов произведен из расчета валовой добычи, так как селективная разработка месторождения будет очень затруднена. Ориентировочный выход сиааллитов (при валовой добыче) составит: I сорта 45%, II сорта 55%. В подсчет запасов вошли выработки, встретившие огнеупорные кондиционные сиааллиты мощностью не менее 1 м при соотношении мощности вскрыши и полезного ископаемого не более 10:1.

По степени разведанности запасы сиааллитов относятся к категории А<sub>2</sub>, но из-за отсутствия заводских испытаний и утвержденных технических условий утверждены ГКЗ по категориям В и С<sub>1</sub> в следующих количествах: по категории В 1,4 млн. т, по категории С<sub>1</sub> 0,4 млн. т. Перспектив для увеличения запасов огнеупорных сиааллитов в районе Синенковского месторождения не имеется.

В 1951 г. проект технических условий на синенковские сиааллиты.

утвержден Техническим советом Министерства черной металлургии без изменений. Следовательно, для перевода запасов огнеупорного сырья в категорию А<sub>2</sub> требуется провести только заводские испытания.

### Повышевское месторождение

Повышевское месторождение расположено в Тихвинском районе Ленинградской области, между станциями Пикалево и Большой Двор, Северной ж. д. Месторождение находится в 7 км к северо-западу от ст. Пикалево, железнодорожной линии Ленинград—Вологда.

Повышевское месторождение было обнаружено в 1925 г. А. Н. Волковым; первые разведочные работы выполнялись в 1931 г. В 1941 г., в связи с проектированием строительства Череповецкого металлургического завода, Ленинградское геологическое управление приступило к детальной разведке месторождения, но из-за начавшейся Великой Отечественной войны не довело ее до конца.

В 1947 г. Ленгеолнерудтрест произвел предварительную разведку месторождения с целью выявления запасов глин, пригодных для изготовления керамических изделий, в результате которой было установлено, что для фаянса эти глины не могут быть использованы. С 1949 г. Ленинградским геологическим управлением на месторождении вновь начались разведочные работы (Мошкова и Селиванова, 1950; Шаманин и др., 1952ф). По материалам П. В. Мошковой в 1950 г. ГКЗ утверждены запасы огнеупорных глин по категории В+С<sub>1</sub> в количестве 0,91 млн. т.

В геологическом строении месторождения, так же как и остальных месторождений Тихвинской группы, принимают участие девонские и нижнекаменноугольные отложения, прикрытые с поверхности четвертичными образованиями.

Отложения верхнего девона представлены глинами и прослоями песков и песчаников. На размытой поверхности девона залегает тихвинская свита, состоящая из подбокситовой, бокситовой и надбокситовой толщ.

Подбокситовая толща в нижней части разреза состоит преимущественно из песков с линзами глин, в верхней — из глин в той или иной мере песчаных с прослоями песков.

Вследствие высокого содержания железа (4,2—13,4%) и малого содержания глинозема (29,4—35,5%) подбокситовые пластичные глины не представляют практического интереса. Мощность подбокситового горизонта изменяется от 1,4 до 10,5 м.

| Литологическая разновидность<br>сиаллитов              | Полное водо-<br>содержание<br>в % | Усадка в % |                            |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|----------------------------|
|                                                        |                                   | воздушная  | полная при<br>1 450—1 480° |
| Серые и темносерые . . . . .                           | 17,70—25,70                       | 2,70—7,30  | 12,00—22,4                 |
| Светлофиолетовые и фиолетовые .                        | 14,8—22,3                         | 3,4—5,7    | 14,00—21,00                |
| Темнофиолетовые или с коричневым<br>оттенком . . . . . | 15,7—35,4                         | 3,7—5,6    | 12,4—20,6                  |

Бокситовая толща в районе Пovyшeвского месторождения характеризуется отсутствием бокситовых пород, которые замещаются сухаристыми глинами. Среди сухаристых глин присутствуют линзообразные прослои пластичных углистых и песчаных глин. По объему от общей массы глин бокситовой толщи сухаристые и полусухаристые разности составляют примерно 60%, пластичные 24%, углистые и слабо песчаные 8%.

Сухаристые глины как по внешнему виду (рассыпающиеся или уплотненные разности землистой или глиноподобной структуры), так и по повышенному содержанию глинозема подобны оиненковским сиааллитам, но отличаются от последних отсутствием свободного глинозема (по теоретической формуле).

Мощность бокситовой толщи изменяется от 0,7 до 7,3 м.

Надбокситовая толща состоит из пестроокрашенных пластичных и сильно песчаных глин, неравномерно ожелезненных, с линзами полусухаристых глин. Надбокситовые глины местами размыты и замещены песками алексинско-михайловской толщи. Малоожелезненные разности пластичных и полусухаристых глин надбокситовой толщи являются огнеупорным сырьем. В западной части месторождения надбокситовые глины содержат линзы песчаников и песков мощностью от 0,15 до 3,90 м.

Разрез коренных пород месторождения венчается алексинско-михайловской толщей переслаивания песков, песчаников и глин, имеющих распространение в западной части месторождения. Четвертичные отложения достигают мощности 10—12 м.

Основная залежь огнеупорных глин приурочена к бокситовой толще тихвинской свиты, в пределах которой она прослеживается в виде пластообразной линзы. Небольшие по размерам линзы кондиционных огнеупорных глин встречаются также и в надбокситовой толще, но контуры их неясны и запасы очень ограничены.

Залежь кондиционных огнеупорных глин бокситовой толщи располагается на глубине от 6,8 до 16,8 м. Мощность залежи колеблется от 0,25 до 6,90 м и, за редким исключением, уменьшается к краевой части. Небольшие линзы кондиционных глин надбокситовой толщи занимают различные площади — от 1300 до 18 500 м<sup>2</sup> — и залегают на глубине от 7,0 до 15 м при мощности 0,30—4,75 м.

Сухаристые глины бокситовой толщи имеют следующий химический состав на прокаленное вещество (по пробам): SiO<sub>2</sub> 32,3—69,3% (в среднем 54%); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub> 27,0—47,6% (в среднем 44%); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,0—4,5%

Таблица 32

| Водопоглощение<br>при 1450—1480°<br>в % | Объемный вес сиа-<br>литов, обожженных<br>при 1450—1480° | Огнеупорность<br>в °С          | Сорт        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| 0,0—19,20                               | 1,79—2,55                                                | 1720—1770                      | I—II        |
| 1,01—10,6                               | 1,68—2,80                                                | 1720—1770                      | I—II        |
| 0,2—10,0                                | 2,07—2,84                                                | 1550—1720<br>(редко 1730—1750) | Н—К<br>I—II |



стоянии 250 м. Глубина залегания огнеупорных глин изменяется от 14,25 до 17,50 м, мощность 3,10 и 4,10 м. Глины представлены основными и полуокислыми разностями. Содержание  $\text{SiO}_2$  изменяется от 52 до 68%;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  26—40%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2,6—5,2%. Огнеупорность глин изменяется от 1670 до 1750°.

Условно площадь залежи определяется в 0,2 км<sup>2</sup>. Запасы по категории С<sub>2</sub> 1,1 млн. т; из них основных глин 0,95 млн. т и полуокислых 0,2 млн. т. По техническим условиям для Повышевского месторождения основные глины отвечают II и III сортам.

Учитывая северную линзу, можно предполагать, что общие запасы огнеупорных глин Повышевского месторождения составят 3,3 млн. т.

### Большедворское месторождение

Месторождение расположено в Тихвинском районе Ленинградской области на территории Новодеревенского сельсовета и примыкает с севера (между станциями Большой Двор и Пикалево) к Северной ж. д.

Современная поверхность района месторождения представляет собой водораздельное пространство между рр. Ряданью и Белой. Река Рядань является главной водной артерией района и протекает в 1—1,5 км южнее месторождения.

Большедворское месторождение открыто при поисковых работах, выполненных Ленинградским геологическим управлением в 1950 г. (Шаманин и Соколова, 1951ф). Поисковые работы, в результате которых было обнаружено Большедворское месторождение, производились на площади около 8 км<sup>2</sup>, примыкающей с запада, юга и востока к Повышевскому месторождению.

Поисковые выработки (скважины ручного бурения) вначале располагались на расстоянии 500—1000 м одна от другой; после обнаружения несколькими скважинами огнеупорных глин неравномерная сеть выработок была сгущена до 250—300 м.

В геологическом строении района месторождения принимают участие верхнедевонские, нижнекаменноугольные и четвертичные отложения.

Отложения верхнего девона представлены в основном голубовато-зелеными и пестроокрашенными глинами, на неровной поверхности которых залегают нижнекаменноугольные отложения. Нижнекаменноугольные отложения подразделяются на тихвинскую свиту, заключающую в себе подбокситовую, бокситовую, надбокситовую и алексинско-михайловскую толщи.

Подбокситовая толща мощностью 2—4,5 м имеет повсеместное распространение и представлена песками и сильно песчаными глинами, иногда содержащими тонкие прослои и линзы песчаников и углистых глин.

Бокситовая толща состоит из сухаристых, пластичных и рассыпающихся глин с прослоями пестроокрашенных железистых глин и мало-мощными пропластками песков. Суммарная мощность бокситовой толщи от 0,65 до 6,05 м (в среднем 3,9 м). Резкое колебание мощности глин объясняется наличием размыва.

Основную массу глин бокситовой толщи составляют сухаристые разности. Рассыпающиеся глины большей частью приурочены к контакту с надбокситовой толщей и являются, повидимому, элювиальными и де-

лювиальными образованиями. Пластичные глины в виде отдельных пятен прослеживаются в верхней части разреза бокситовой толщи, но встречаются также в виде незначительных линзочек и среди сухаристых глин.

По данным Л. Е. Шаманина и Т. Н. Соколовой (1951ф), глины бокситовой толщи окрашены преимущественно в серые тона, иногда с сиреневым и фиолетовым оттенком различной интенсивности. Очень редко встречаются черные углистые глины. Кондиционные огнеупорные глины, как правило, имеют серую окраску различных тонов и представлены в основном сухаристыми разностями. Рассыпающиеся глины большей частью опесчанены, а пестроокрашенные содержат большое количество окислов железа. Те и другие являются некондиционным сырьем.

Надбокситовая толща сложена песчано-глинистым комплексом пород мощностью от 0,15 до 15,80 м. Изменение мощности надбокситовой толщи зависит в основном от степени размыва в алексинско-михайловское время. Среди пород надбокситовой толщи распространяются пестроокрашенные пластичные и песчаные глины, пески и песчаники. В виде небольших по размеру линз присутствуют серые огнеупорные глины и мергели.

На размытой поверхности надбокситовой толщи трансгрессивно залегает алексинско-михайловская толща (толща переслаивания), представленная чередованием песков, песчаных глин и песчаников общей мощностью от 1,0 до 16,75 м. Этой толщей заканчивается разрез коренных пород.

Четвертичные отложения залегают на различных горизонтах нижнекаменноугольных отложений и представлены преимущественно образованиями донной и боковых морен (валунные глины и суглинки) последнего оледенения. Меньшее распространение имеют озерно-ледниковые пески и ленточные глины, а также флювиогляциальные отложения. Мощность четвертичных отложений изменяется от 4,65 до 22,95 м.

Подземные воды встречаются как среди четвертичных песков и галечников, так и среди нижнекаменноугольных песков и песчаников. Линзообразное залегание и небольшие размеры линз песчано-гравийного материала свидетельствуют о малой водообильности этого горизонта.

Водоносные горизонты песков и песчаников подбокситовой толщи и толщи переслаивания нижнего карбона, вероятно, соединяются между собой. Пески подбокситовой толщи преимущественно тонкозернистые глинистые с коэффициентом фильтрации около 0,5 м/сутки. Пески толщи переслаивания имеют коэффициент фильтрации 3,5 м/сутки и выше. Величина напора вод этих двух толщ изменяется от 0,35 до 5,45 м (в среднем 2,0 м) для подбокситовых песков и от 0,45 до 6,55 м (в среднем 2—3 м) для песков толщи переслаивания.

Кондиционные огнеупорные глины Большедворского месторождения приурочены к бокситовой толще тихвинской свиты нижнего карбона и залегают в виде линзы, вытянутой с северо-запада на юго-восток, протяженностью 1300 м при ширине 350—500 м. Вследствие редкой сети скважин судить о непрерывности залежи можно пока только приближенно.

В северном, восточном и южном направлениях наблюдается так называемый послерудный размыв, вследствие которого бокситовая толща полностью отсутствует и замещена алексинско-михайловскими песками; поэтому в этих направлениях залежь огнеупорных глин выклинивается. Западная граница залежи не оконтурена. Глубина залегания конди-

онных огнеупорных глин составляет 21,15—27,20 м при средней мощности вскрыши 22,45 м. Основная масса вскрыши представлена валунными глинами с небольшими линзами валунно-галечных образований. Мощность кондиционных глин изменяется от 1,15 до 4,40 м (в среднем 2,45 м). Абсолютные отметки кровли залежи колеблются от 89,0 до 94,0 м, подошвы — от 87,0 до 93,0 м. Среди кондиционных огнеупорных глин только в одной скважине встречены два некондиционных прослоя мощностью 0,6 м (ожелезненные и углистые глины) и 0,10 м (песок), не вошедшие в указанную мощность глин.

По литологическому составу огнеупорные глины представлены пластичными и сухаристыми разностями преимущественно серого цвета, иногда с легким розоватым и сиреневатым оттенками. Преобладают сухаристые глины, мощность которых составляет от 0,65 до 2,80 м. Мощность прослоев пластичных глин 0,15—0,55 м.

Технические условия для соседнего с Большедворским и аналогичного ему Повышевского месторождения утверждены Техническим управлением Министерства черной металлургии в 1951 г. (см. табл. 33).

Изучением качества глин Большедворского месторождения занимается Ленинградский институт огнеупоров, по материалам которого и дается качественная характеристика. На основании микроскопического изучения установлено, что все литологические разновидности огнеупорных глин в основном состоят из каолинита и кварца и отличаются только их количественным соотношением.

Химический состав большедворских глин типа огнеупорных разнообразен. Содержание основных компонентов подвержено значительным колебаниям. Так, например, содержание  $\text{SiO}_2$  изменяется от 43,78 до 76,38%;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  17,19—45,18%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,76—17,71% (на прокаленное вещество). По содержанию  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  глины делятся на высокоосновные ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  более 40%), основные ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  30—40%) и полукислые ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  15,30%). Основные глины составляют около 60%, высокоосновные примерно 25%.

Из всех разновидностей глин наиболее кондиционными являются сухаристые и полусухаристые серые глины, в которых среднее содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  составляет 38,65%, а  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3,31%. Характерно, что из 30 проб сухаристых глин удовлетворяющие кондициям показатели получены по 25 пробам. Пластичные серые глины, несмотря на высокое содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , часто не удовлетворяют техническим условиям из-за высокого содержания железа.

Пределы колебаний основных компонентов (в %) в кондиционных разностях огнеупорных глин приводятся в табл. 34.

Основные глины Большедворского месторождения характеризуются высоким содержанием глинозема, в среднем на 4—7% превышающим нижние пределы, установленные техническими условиями по каждому сорту, чем и обусловлена их высокая температура плавления до 1750° и выше. Среднее содержание окислов железа также ниже верхнего установленного предела: для ПВ-I 2,24% против 2,50%; для ПВ-II 2,52% против 3,50%; для ПВ-III 3,91% против 4,50%.

Средневзвешенный химический состав (в %) по выработкам приводится в табл. 35.

По результатам керамических испытаний, наиболее ценным огнеупорным сырьем являются сухаристые и полусухаристые глины, имеющие следующие показатели: полное водосодержание 23%; воздушная усадка 19%; полная усадка при 1350° 19%; водопоглощение 3,6—4,0%

| Марки  | SiO <sub>2</sub> |         | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub> |         | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |         |
|--------|------------------|---------|---------------------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|
|        | пределы          | среднее | пределы                                           | среднее | пределы                        | среднее |
| ПВ-I   | 50,88—55,71      | 52,53   | 39,50—45,18                                       | 43,14   | 1,79—2,88                      | 2,24    |
| ПВ-II  | 52,21—65,51      | 56,09   | 32,92—43,25                                       | 38,88   | 0,76—3,49                      | 2,52    |
| ПВ-III | 49,59—68,25      | 54,34   | 30,23—43,36                                       | 38,98   | 1,01—4,78                      | 3,91    |
| ПВ—ПК  | 63,51—73,26      | 67,64   | 23,65—30,78                                       | 27,60   | 1,64—3,67                      | 2,52    |

(соответственно при 1350 и 1300°). Пластичные серые глины большей частью относятся к III сорту.

По заключению Института огнеупоров, большедворские глины как по химическому составу, так и по данным керамических испытаний аналогичны глинам Повышевского месторождения и поэтому рассматриваются как сырье для шамотных изделий классов А и Б и изделий специального назначения.

Т а б л и ц а 35

| № выбра-<br>ботки | Мощность<br>огнеупор-<br>ных глин<br>в м | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | R <sub>2</sub> O | Огнеупор-<br>ность в °C | Марки  |
|-------------------|------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|-------------------------|--------|
| 2п                | 2,65                                     | 51,69            | 42,88                                             | 3,13                           | 0,66 | 0,82 | 0,81             | 1 710—1 750             | ПВ-II  |
| 4п                | 1,25                                     | 52,46            | 42,49                                             | 2,90                           | 0,66 | 0,74 | 0,77             | 1 710—1 730             | ПВ-II  |
| 4п                | 2,45                                     | 69,84            | 26,85                                             | 1,86                           | 0,39 | 0,46 | 0,60             | 1 650—1 670             | ПВ—ПК  |
| Пп                | 2,80                                     | 61,32            | 36,67                                             | 1,11                           | 0,36 | 0,20 | 0,33             | 1 710—1 730             | ПВ-II  |
| 8п                | 2,40                                     | 50,90            | 43,07                                             | 3,47                           | 1,08 | 0,06 | 1,47             | 1 670—1 750             | ПВ-III |
| 29п               | 1,25                                     | 54,66            | 38,07                                             | 3,45                           | 3,36 | —    | 0,49             | 1 710—1 750             | ПВ-II  |

Геологические запасы глин Большедворского месторождения по категории С<sub>2</sub> составляют 2,3 млн. т при средней мощности глин 2,5 м и соотношении мощности вскрыши к мощности глин 9,5 : 1, в том числе кондиционных основных глин 1,86 млн. т и полукислых 0,44 млн. т. Перспективы прироста запасов глин намечаются в западном направлении в пределах полосы распространения нижнекаменноугольных пород, которые в 1 км к западу сменяются породами верхнего девона.

### Заключение

Геолого-разведочные работы 1946—1951 гг. в значительной степени изменили представление о промышленной ценности Тихвинской группы месторождений огнеупорных глин. До настоящего времени в Тихвинском районе месторождения огнеупорных глин не эксплуатировались, если не считать кустарных разработок. Теперь можно считать установленным, что Повышевское и неизвестное ранее Синенковское месторождения обладают значительными запасами (4,0 млн. т) высококачественных огне-

Таблица 34

| СаО       |         | MgO       |         | П. п. п.    |         | Огнеупорность в °С |
|-----------|---------|-----------|---------|-------------|---------|--------------------|
| пределы   | среднее | пределы   | среднее | пределы     | среднее |                    |
| 0,61—1,17 | 0,83    | 0,63—0,75 | 0,67    | 13,60—16,35 | 14,73   | 1 730—1 750        |
| 0,28—3,23 | 1,47    | 0,00—1,10 | 0,36    | 11,14—14,05 | 12,72   | 1 710—1 750        |
| 0,31—4,36 | 1,79    | 0,00—1,06 | 0,64    | 9,30—23,02  | 14,25   | 1 670—1 730        |
| 0,38—3,04 | 1,61    | 0,23—0,59 | 0,40    | 7,05—9,86   | 8,75    | 1 650—1 690        |

упорных глин. Кроме того, имеются геологические запасы по северной залежи Повышевского и Большедворскому месторождению в количестве 3,4 млн. т.

Прежнее представление о небольших запасах и сложных очертаниях тел полезного ископаемого как о характерных признаках месторождений огнеупорных глин Тихвинской группы (Корженевская и Дымский, 1948) в настоящее время не может быть принято. Такое представление базировалось в основном на геологических материалах, полученных при разведке Батьковского месторождения, приуроченного к надбокситовой толще тихвинской свиты.

Анализ геологических материалов, полученных в последние годы, показывает, что глины надбокситового комплекса действительно характеризуются непостоянством вещественного состава, сложными условиями залегания и незначительными размерами промышленных залежей (Батьковское месторождение и глины надбокситового комплекса Большедворского и Повышевского месторождений).

Бокситовый комплекс содержит довольно крупные залежи огнеупорных снеллитов и сухаристых глин, фациально замещающих бокситовые породы. Поэтому дальнейшие поисковые работы по выявлению новых месторождений огнеупорных глин в Тихвинском районе должны быть направлены на изучение этого комплекса тихвинской свиты нижнего карбона.

Таким образом, наибольший интерес для поисков месторождений огнеупорных глин представляют низовья бокситоносных девонских долин, в пределах которых обычно бокситовая толща представлена снеллитами и сухаристыми глинами.

Результаты геолого-разведочных работ 1946—1951 гг. позволяют выдвинуть Тихвинскую группу месторождений глин в число сырьевых баз огнеупорной промышленности.

Другая сырьевая база огнеупорной промышленности находится в пределах Боровичского и Любытинского районов Новгородской области. Здесь в 1952 г. эксплуатировались месторождения Большевик, Артемовское, Охотли, Колбаска и Комарово, описание которых дано в I томе «Геологии СССР» (Корженевская и Дымский, 1948). Балансовые запасы по эксплуатируемым месторождениям составляют по категориям  $A_2 + B + C_1$  21,217 тыс. т, из них по  $A_2 + B$  19,988 тыс. т.

Ежегодная добыча огнеупорных глин, по отчетным данным комбината «Красный керамик», постепенно возрастала и в 1951 г. превысила 500 тыс. т. Учитывая потери при эксплуатации, можно считать, что имеющиеся запасы по разрабатываемым в настоящее время месторождениям обеспечат промышленность на 20—30 лет.

Кроме перечисленных месторождений, готовятся и проектируются к разработке месторождения Междуречье II, Шереховичи и Устье-Брынкино. Балансовые запасы этих месторождений составляют по категориям  $A_2 + B + C_1$  15,158 тыс. т, из них по  $A_2 + B$  9677 тыс. т. По законсервированным месторождениям (Дубровочка, Междуречье I и Овсянковское) запасы по категориям  $A_2 + B + C_1$  составляют 7377 тыс. т, из них по  $A_2 + B$  3796 тыс. т. По прочим разведанным, но не эксплуатируемым и не подготавливаемым к эксплуатации месторождениям (Астрешинское, Неболчское, Трубец, Барщина, Ретице, Барский Ручей, участок № 46, Шиботово, Витцы, Волгино) на балансе по категориям  $A_2 + B + C_1$  числятся запасы в количестве 26 727 тыс. т, из них по  $A_2 + B$  9919 тыс. т. Суммарные балансовые запасы огнеупорных глин по состоянию на 1/1 1952 г. по Новгородской области исчисляются в количестве 43 752 тыс. т.

Необходимо отметить, что по эксплуатируемым и подготавливаемым к эксплуатации месторождениям Боровичско-Любытинского района большая часть глин представлена полусухарными (75%) и сухарными (20%) разностями. Кондиционные пластичные глины, являющиеся связующей добавкой в производстве многошамотного кирпича и стале-разливочного припаса, имеют незначительный удельный вес в общих запасах (около 5%). Среди разрабатываемых месторождений пластичных глин следует отметить месторождение Охомля, на котором для обеспечения запасами действующего карьера в 1951 гг. комбинатом «Красный керамик» выполнялись разведочные работы. Пластичные глины в виде двух горизонтов (с суммарной средней мощностью 2,2 м) были вскрыты среди песчано-глинистой толщи нижнего карбона на глубине 5,15—14,40 м (в среднем 10,2 м). Глины относятся ко II сорту и содержат некондиционные прослои. Химический состав (по основным компонентам) пластичных глин:  $Al_2O_3 + TiO_2$  от 25 до 35%;  $Fe_2O_3$  от 1,64 до 5,62%.

Запасы пластичных глин по участку Охомля Восточная утверждены ГКЗ в количестве 884 тыс. т по категориям  $A_2 + B + C_1$ , из них по категории  $C_1$  353 тыс. т.

Дальнейшее направление геолого-разведочных работ в Новгородской области должно идти по линии выявления и разведки новых залежей огнеупорных пластичных глин в полосе развития песчано-глинистой толщи нижнего карбона, так как в настоящее время имеется значительная диспропорция между промышленными запасами шамотного сырья (сухарных и полусухарных глин) и связующей добавки.

## ПЕСКИ КВАРЦЕВЫЕ (СТЕКОЛЬНЫЕ)

### Общие сведения

Территория рассматриваемых областей богата кварцевыми стекольными песками. Залежи их связаны с ижорским горизонтом кембрийской системы, оредержскими и лужскими слоями среднего девона и угленосной толщей нижнего карбона.

Месторождения, приуроченные к кембрийским песчаным отложениям, известны в северной части Ленинградской области, где они располагаются в полосе, тяготеющей к Балтийско-Ладожскому глинтю. Залежи стекольных песков девонского возраста сосредоточены главным

образом в Лужском районе, на юге Ленинградской области. Стекольные пески, связанные с нижнекаменноугольными осадками, установлены в восточной части Новгородской области.

В I томе «Геологии СССР» дается описание месторождений стекольных песков всех трех возрастов, при этом более полно освещены девонские и каменноугольные пески. Дополнительных сведений, сколько-нибудь существенно меняющих их характеристику, до настоящего времени не получено.

Месторождения песков кембрийского возраста в I томе описаны менее детально. В последние годы проведены работы, уточняющие представление об их геологических особенностях, а главное — об их промышленной ценности. Учитывая сказанное, в настоящем издании приводится описание месторождений стекольных песков, связанных только с кембрийскими отложениями.

Белые кварцевые пески, связанные с осадками кембрийского возраста, как стекольное сырье впервые были оценены великим русским ученым М. В. Ломоносовым, использовавшим их для изготовления стекла на опытной фабрике, построенной в 1754 г. у с. Усть-Рудица вблизи г. Кингисеппа (Безбородов, 1948). В дальнейшем эти пески получили широкую известность. Разработка их была организована в большом числе пунктов. Потребителями являлись отечественные стекольные заводы; часть песков на протяжении многих лет вывозилась за границу.

Несмотря на то что целый ряд стекольных заводов был крайне заинтересован в получении кварцевых песков, отличающихся столь высоким качеством, месторождения их долгое время оставались совершенно неизученными. До революции добыча песков велась местными крестьянами, после 1918 г. — кустарными артелями или районными кооперативными организациями.

Начало работ по изучению песков полосы глинта относится к середине 30-х годов текущего столетия. Эти работы выполнялись Ленинградским геолого-разведочным трестом (Г. И. Васильев, О. С. Галиновский, К. А. Алборов, А. А. Кальнин, А. У. Шлайфштейн).

В 1946—1948 гг. изучение песков полосы глинта производилось преимущественно Ленгеолнерудтрестом; работы велись главным образом в Тосненском районе (А. М. Цехомский, А. А. Агеев, А. А. Кравецкая, Н. В. Потулова). В эти годы детально были изучены Захожское, Саблинское и Степановское месторождения, а также проведены поиски на некоторых новых участках. Ленинградским геологическим управлением в 1944 г. проводились небольшие работы в Кингисеппском районе, в результате чего была дана оценка Пилловского месторождения.

Таким образом, сравнительно подробно изучены пески только в пределах Тосненского района. Глинт на остальном протяжении в отношении стекольных песков исследован только в отдельных местах, и то очень слабо.

## **Геолого-петрографическая характеристика песчаных отложений кембрия и нижнего силура**

Рассматриваемые месторождения стекольных песков располагаются в пределах узкой полосы силурийского плато, тяготеющей к Бадтийско-Ладожскому глинту.

Как известно, глинт называется уступ, образовавшийся в результате абразионной деятельности четвертичного моря и представляющий

собой северную границу распространения в Ленинградской области осадков силурийской системы. Начинаясь на восточном побережье Ладожского озера, глинт в широтном направлении пересекает Ленинградскую область и вдоль южного берега Финского залива переходит к западу на территорию Эстонской ССР.

Силурийское плато характеризуется значительным колебанием абсолютных отметок (25 — 150 м), что в основном определяет различную высоту глинта над простирающейся к северу от него низменностью. Так, в районе с. Ропша относительная высота глинта достигает 70 м, в Красносельском районе 40—45 м, в Путиловском не более 20 м. В районе г. Павловска глинт выражен неясно, а у ст. Поповки имеет относительные высоты, равные 20—25 м. Далее на восток глинт снижается и переходит в плавный скат. У Захожского месторождения стекольных песков он возвышается на 10—12 м, а в районе ст. Мги намечается только пологое повышение, без типичного для глинта уступа. У ст. Назия глинт снова повышается, оставаясь отчетливым на всем протяжении восточной его части.

В меридиональном направлении полосу глинта пересекает большое число рек и ручьев. Долины этих рек глубоко врезаются в нижнепалеозойские отложения и, как будет видно из дальнейшего, местами создают особенно благоприятные условия для образования крупных залежей белых стекольных осадков.

Из нижнепалеозойских отложений, вскрываемых глинтом, ниже рассматриваются только песчаные горизонты кембрия и силура, с которыми так или иначе связаны залежи стекольных песков. Для приведенной ниже характеристики их вещественного состава и структурных особенностей использованы в основном материалы Ленгеолнерудтреста по участкам Саблинского, Захожского, Степановского и некоторым другим месторождениям стекольных песков, изучавшимся наиболее детально. Сведения по остальной части глинта заимствованы из литературы.

Стратиграфическое расчленение рассматриваемого песчаного комплекса дается по Б. А. Некрасову (1938), Б. Н. Асаткину и В. А. Котлукову (1941) с некоторыми уточнениями, внесенными Н. В. Потуловой (1949ф).

Эофитоновый песчаник  $Ст_1^c$ . На размытой поверхности синих глин ( $Ст_2^{b2}$ ) залегает эофитоновый песчаник. Для него характерны серый цвет, горизонтальная, обычно неясная, слоистость и наличие пирита в виде мелких рассеянных кристалликов, небольших стяжений, а местами в виде «сульфидного слоя», залегающего на границе с синей глиной.

Песчаник, как правило, тонкозернистый, пылеватый со значительной примесью глинистого материала. В редких случаях в нем присутствует небольшое количество кварцевых зерен размером до 1,0—1,5 мм (табл. 36). Окатанность кварца слабая; обычно песчаник состоит из остроугольных и полуокатанных зерен. Под микроскопом в эофитоновом песчанике установлены очень мелкие обломки раковин, содержание которых для Саблинского месторождения не превышает 0,1%.

В обнажениях песчаник довольно крепкий, в нем наблюдается цемент различного состава: карбонатный, сульфидно-железистый, глинистый и смешанного типа. Интересно отметить, что чередование светлых и темных слоев песчаника непосредственно связано с изменением характера цементирующего вещества. Карбонатный цемент — базальный, крупнокристаллический, редко наблюдается мелкокристаллическое карбонатное

вещество, распределяющееся по контактам кварцевых зерен. Пиритовый цемент, также базальный, располагается прослоями или неправильными участками, составляя местами до 20 — 60% породы. В случае пиритового цемента зерна кварца обычно сильно корродированы, сам пирит частично окислен.

Мощность эофитонового горизонта по р. Тосне меняется от 1,4 до 3,6 м. В других районах она достигает 7,5 м.

Ижорский песчаник  $См_2^d$ - $3$  Залегая в одних местах без видимого стратиграфического несогласия на эофитоновом песчанике, а в других с ясно выраженным разрывом, ижорские слои несогласно перекрываются песчаником оболового горизонта. Несогласие с эофитоновым песчаником выражается то небольшим, то полным разрывом последнего. Резкий разрыв особенно характерен для западной части Ленинградской области.

Ижорский горизонт является продуктивным в отношении промышленных залежей стекольных песков.

Согласно данным Ленгеолнерудтреста, толща ижорского песчаника делится на два подгоризонта. Литологическими особенностями каждого из них являются гранулометрический состав и окатанность зерен, характер слоистости и в меньшей степени распределение пирита и окраска.

Нижний подгоризонт  $См_2$ - $3^d$  слагают тонко- и мелко-, редко среднезернистые пески, в общем несколько более крупные, чем пески эофитонового горизонта (табл. 36). В них обычно преобладают фракции 0,25 — 0,15 и 0,15 — 0,1 мм. В основании нижнего подгоризонта местами присутствует прослой неравномернозернистых песков, для которых характерно значительное содержание фракций крупнее 1,0 мм.

Слоистость в песках нижнего подгоризонта тонкая, горизонтальная, мало отличающаяся от слоистости эофитонового песчаника. Часто наблюдаются прослойки грязно-серой глины и глинистого песка мощностью до 10 см.

Верхний подгоризонт  $См_2$ - $3^d$  представлен несколько иными по гранулометрическому составу песками. Они более постоянны в отношении площадного распространения, очень однородны и в подавляющем большинстве случаев состоят на 80 — 90% из материала крупностью 0,5 — 0,15 мм с преобладанием фракции 0,25 — 0,15 мм.

Слоистость в песках верхнего подгоризонта косая и выражена несколькими разновидностями. Из них наиболее типичная представляется в виде пачек, разделенных между собой горизонтальными прослойками; внутри пачек прослойки падают в одну сторону. Встречается перистая слоистость (прослойки падают в разные стороны), а также слоистость, при которой образуются серии очень слабо и несколько различно наклоненных тонких слоев и т. д. Местами в песках прослеживаются прослой глины мощностью 1 — 2 см.

В минералогическом отношении песчаники ижорского горизонта являются кварцевыми. Общее количество посторонних примесей в нецементированных песках не превышает в большинстве случаев 1,0 — 1,5%. В легкой фракции песков (минералы с удельным весом зерен до 2,9) присутствуют: полевые шпаты от единичных зерен до 1—2%, карбонаты до 2 — 3%, мелкие обломки раковин и глауконит. Количество последнего в песках Саблинского месторождения не превышает 0,5%, концентрируется он почти исключительно в составе фракции 0,1 — 0,01 мм.

Кварц составляет до 99% всей породы. Окатанность мелких зерен

| Горизонт                       | Названия месторождений | Цвет песков    | Содержание фракций в % |             |             |             |              |             |         |             |          |
|--------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|---------|-------------|----------|
|                                |                        |                | >1,0 мм                | 1,0—0,84 мм | 0,84—0,5 мм | 0,5—0,25 мм | 0,25—0,15 мм | 0,15—0,1 мм | <0,1 мм | 0,1—0,01 мм | <0,01 мм |
| Ст <sub>1</sub> <sup>c</sup>   | Саблинское . . .       | Серый          | 0,76                   | 0,34        | 3,26        | 23,3        | 39,84        | 21,42       | —       | 8,06        | 3,02     |
|                                | Войтоловское . .       | "              | 1,2                    | 0,88        | 2,52        | 7,88        | 60,64        | 10,72       | —       | 14,12       | 2,04     |
| Ст <sub>2-3</sub> <sup>d</sup> | Саблинское . . .       | Серый          | 0,04                   | 0,04        | 1,4         | 25,24       | 56,8         | 11,32       | —       | 4,68        | 0,54     |
|                                | " . . .                | Желтый         | 0,17                   | 0,05        | 1,08        | 18,3        | 58,32        | 17,55       | —       | 5,13        | 1,40     |
|                                | Захожское . . .        | "              | 0,42                   | 0,30        | 0,38        | 2,15        | 56,66        | 17,46       | 22,63   | —           | —        |
|                                | " . . .                | "              | —                      | 0,44        | 0,4         | 2,32        | 0,48         | 46,56       | 49,8    | —           | —        |
|                                | Войтоловское . .       | "              | 0,28                   | 0,28        | 1,2         | 1,88        | 72,4         | 6,20        | —       | 9,72        | 8,04     |
|                                | Лесные кварталы        | "              | 0,12                   | 0,16        | 0,4         | 0,48        | 81,00        | 7,00        | 10,84   | —           | —        |
| Ст <sub>2-3</sub> <sup>d</sup> | Саблинское . . .       | Розовый        | 0,16                   | 0,02        | 0,16        | 34,30       | 51,14        | 12,02       | —       | 1,8         | 0,4      |
|                                | " . . .                | Белый          | 0,12                   | 0,04        | 0,18        | 37,58       | 53,20        | 7,46        | —       | 1,06        | 0,36     |
|                                | Захожское . . .        | Желтый         | 0,12                   | 0,16        | 0,71        | 3,50        | 69,7         | 9,69        | 16,12   | —           | —        |
|                                | " . . .                | Белый          | 0,65                   | 0,75        | 0,72        | 3,84        | 74,26        | 7,12        | 12,66   | —           | —        |
|                                | Войтоловское . .       | Желтый         | 1,44                   | 1,52        | 3,64        | 17,44       | 67,64        | 1,44        | —       | 4,28        | 2,60     |
|                                | Степановское . .       | Белый          | 0,26                   | 0,06        | 0,64        | 4,80        | 68,74        | 15,98       | —       | 5,68        | 3,84     |
|                                | " . .                  | Светло-серый   | 0,6                    | 0,2         | 0,36        | 1,64        | 73,52        | 12,80       | —       | 8,52        | 2,36     |
|                                |                        |                |                        |             |             |             |              |             |         |             |          |
| S <sub>1</sub> <sup>ob</sup>   | Саблинское . . .       | Светлый        | 8,64                   | 0,02        | 2,85        | 40,11       | 34,53        | 3,47        | —       | 1,46        | 8,92     |
|                                |                        | Розовато-серый | 0,42                   | 0,1         | 1,72        | 62,24       | 31,08        | 1,96        | —       | 1,20        | 1,28     |
|                                | Степановское . .       | Светло-желтый  | 0,24                   | 0,28        | 0,36        | 6,00        | 89,28        | 1,32        | —       | 1,64        | 0,88     |

кварца обычно хуже крупных. Кроме того, окатанность зерен, независимо от их размера, несколько лучше в песках верхней части разреза ижорской толщи, чем в нижней его части. Степень загрязнения поверхности зерен кварца очень неравномерная и тесно связана с окраской песков. Белые пески, являющиеся высококачественным стекольным сырьем, почти не содержат зерен, загрязненных с поверхности. По мере нарастания интенсивности окраски количество загрязненных зерен увеличивается.

Само вещество кварцевых зерен является абсолютно чистым обычно только у 20—30% всех зерен. Большая их часть (для Саблинского месторождения до 70%) имеет включения: кристаллики рутила, циркон, турмалин, а также пузырьки газа и жидкость. В значительном количестве зерен кварца присутствуют мельчайшие включения бурых окислов железа, которые, располагаясь на различной глубине от поверхности зерна, образуют окрашенные неправильные участки.

Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  для нескольких образцов песка, состоящего из абсолютно чистых с поверхности кварцевых зерен, составляет 0,006—0,009%.

Участками кварц сильно корродирован. В этих случаях его зерна имеют значительные углубления, заполненные рудным веществом. Часты сростки кварца с пиритом.

Тяжелая фракция ижорских песков (минералы с удельным весом больше 2,9) в основном состоит из рудных минералов и обломков раковин. В незначительных количествах обычно присутствуют карбонаты, циркон, турмалин, реже рутил, дистен, роговая обманка и железистые слюды.

В состав рудных минералов входят пирит, магнетит, ильменит и гидроокислы железа. Ленгёолнерудтрестом в 1949 г. исследовалось распределение пирита по всему разрезу кембро-силурийских песчаных отложений. Было установлено, что количество его, варьируя в широких пределах, все же постепенно убывает снизу вверх. Для Саблинского месторождения характерно следующее примерное содержание пирита: эофитоновый горизонт 1,0—2,0%, нижняя часть ижорского горизонта 0,30%, верхняя часть ижорского горизонта 0,0—0,04%, оболовый горизонт 0,0—0,02%.

Кроме того, наблюдается достаточно отчетливая связь содержания пирита с окраской песков. В пределах каждого горизонта наиболее богаты пиритом серые пески, затем идут пески, имеющие желтую, розовато-серую и розовато-желтую окраску. В розовых песках пирит чаще отсутствует; белые пески почти во всех случаях не содержат пирита.

Из первичных рудных минералов, помимо пирита, имеются магнетит и ильменит. Количество их невелико, и существенного влияния на качество песков как стекольного сырья они не оказывают.

Обломки роговых раковин брахиопод микроскопически установлены во всех пробах ижорских песков, составляя для Саблинского месторождения 0,02—0,4%. Наблюдается увеличение содержания обломков раковин в верхней части ижорского горизонта.

Пирит придает пескам серый цвет, являющийся первичным для кембрийских песков. В окраске розовых и желтых песков основную роль играют окисные формы железа, входящие в состав пленок и примазок на зернах кварца, а также хлопьевидного коллоидального вещества, свободно располагающегося между песчинками.

Химический состав ярко окрашенных песков и пленок на зернах

кварца приведен в табл. 37. Основная часть железа пленок желтых песков находится, очевидно, в форме гидрогетита. Что касается пленок красных и розовых песков, а также отмеченного выше хлопьевидного охристого вещества, то состав их не вполне ясен. Согласно рентгено-структурному анализу (Цехомский, 1951ф), железо в них присутствует в виде гидрогематита.

Для розовых песков характерно также значительное содержание фосфора. Все это дает основание предполагать, что в состав вещества, окрашивающего пески в розовый и красный цвета, входят не только гидрогематит, но также и аморфные разности фосфорно-кальциевого минерала, вероятно апатита. Количество последнего весьма значительно.

Интересно отметить, что А. Е. Ферсман объяснял красный цвет песков в обнажениях по глинту в районе ст. Поповки также наличием в них гидрогематита.

Распределение окраски ижорских песков в пределах полосы, тяготеющей к глинту, и по речным долинам отличается известным разнообразием, но в этом распределении несомненно существует определенная закономерность. В самом низу разреза пески ижорского горизонта, как и эофитоновый песчаник, имеют обычно светлосерый, серый и грязно-серый цвета.

Такая окраска часто распространяется на всю мощность нижнего подгоризонта и даже местами наблюдается в нижней части верхнего подгоризонта ижорской толщи. Благодаря этому первый из них (горизонтально-слоистые пески) некоторые геологи (А. А. Кальнин, А. Н. Агеев, А. У. Шлайфштейн) называли горизонтом серых песков. Однако в отдельных случаях с самого основания ижорского горизонта пески уже имеют розовый и, как исключение, желтоватый оттенки.

В верхнем подгоризонте окраска более пестрая. Помимо серых песков, играющих здесь обычно незначительную роль, большое распространение приобретают пески, окрашенные в розовый и желтый цвета.

Верхняя граница распространения серых песков часто совпадает с уровнем грунтовых вод или лежит несколько ниже. Случаи залегания серых песков в необводненной части толщи редки.

Розовая окраска распространена весьма широко, но не повсеместно. Она отсутствует в ряде обнажений по р. Тосне, на основном участке Захожского и Колчановского месторождений, проявляется крайне слабо на Войтоловском и Староладожском месторождениях. Очень большую интенсивность она имеет по р. Саблинке, где в отдельных обнажениях пески имеют темновишневый цвет, и т. д.

В вертикальном направлении розовая окраска достигает максимальной густоты в верхней части оболового горизонта. Книзу интенсивность ее обычно слабеет. На ижорские пески она распространяется крайне неравномерно, редко давая сплошное окрашивание больших участков. Для розовой окраски более типичны удлиненные пятна и потеки по границам кривой слоистости. Увеличение интенсивности розовой окраски часто наблюдается непосредственно над прослоями глины или оболовым конгломератом. Создается впечатление, что эти прослои задерживали распространение книзу железистых растворов.

В районе с. Саблино для большинства разрезов по скважинам можно было наблюдать, что розовая окраска ижорских песков меняется также и с удалением от обнажений вглубь водораздела, переходя постепенно в грязно-розовую, а затем серую окраску со слабым розовым оттенком. Желтая окраска ижорских песков также распространена очень

Таблица 37

| Горизонт                       | Месторождение | Материал                                               | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | MnO   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO   | MgO  | R <sub>2</sub> O | F    | П.п.п. | Сумма  |
|--------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------|-------------------------------|-------|------|------------------|------|--------|--------|
| См <sub>2-3</sub> <sup>d</sup> | Саблинское    | Пленки на зернах кварца<br>желтых песков . . .         | 19,43            | 5,2                            | 57,84                          | 0,17             | —     | 0,48                          | 0,28  | 0,67 | 1,78             | —    | 14,15  | 100,0  |
|                                | "             | Песчаник бурый в белом<br>песке . . . . .              | 80,97            | 0,64                           | 2,04                           | Следы            | 0,03  | 0,09                          | 8,5   | 0,14 | 0,12             | —    | 6,58   | 99,09  |
| S <sub>I</sub> <sup>ob</sup>   | Саблинское    | Песчаник малиново-<br>красный . . . . .                | 64,1             | 1,25                           | 23,4                           | 0,09             | 0,045 | 2,6                           | 4,3   | 0,32 | 0,14             | —    | 3,85   | 100,09 |
| S <sub>I</sub> <sup>ob</sup>   | Саблинское    | Охра из красного песка                                 | 11,17            | 0,33                           | 63,5                           | 1,00             | Нет   | 7,36                          | 9,62  | 0,09 | —                | —    | 3,36   | 96,7   |
|                                | р. Поповка    | Песчаник розовый с де-<br>тритом раковин <i>Obolus</i> | 58,81            | 0,89                           | 0,66                           | —                | —     | 13,34                         | 20,26 | 0,9  | —                | —    | 2,50   | 99,82  |
| S <sub>I</sub> <sup>ob</sup>   | р. Поповка    | Раковины <i>Obolus</i> . . .                           | 0,53             | —                              | 4,90                           | —                | —     | 36,57                         | 50,47 | 0,62 | —                | 3,31 | 2,57   | 98,57  |

широко. Она или присутствует совместно с розовой, перемежаясь с ней (случай более редкий) и сменяя ее в нижней части разреза, или является единственным цветовым тоном для больших участков.

Белые высококачественные стекольные пески, как правило, залегают среди желтых, причем между ними чаще всего не существует ни резкого перехода, ни правильных границ. Обычно в краевых частях залежей белых песков и с глубиной появляется все более густая сеть желтых и ржаво-желтых прожилков и пятен, увеличивается количество железистых стяжений, в результате чего пески приобретают желтый цвет, а местами переходят в песчаники. Иногда желтые и красно-бурые пятна размером в несколько сантиметров создают своеобразную рябь на фоне светлых и даже белых песков.

Залежи белых песков имеют неправильную форму и весьма различны по размерам. Обычно это плоские линзы и пластообразные тела. Располагаются они в различных частях ижорской толщи, но наиболее часто в верхнем подгоризонте. Пески ижорской толщи очень плотные, слежавшиеся и производят впечатление песчаников, но легко рассыпаются, будучи вынутыми из целика.

Часто наблюдается цементация песков, в результате чего образуются или мелкие агрегаты, состоящие из нескольких песчинок, или более крупные тела — округлые стяжения, линзочки и прослойки величиной 2—5 см. Местами сплошная цементация охватывает значительно большие участки, имеющие размеры в несколько метров и даже десятков метров.

Цементом ижорских песчаников служат окислы железа, карбонаты, реже пирит и кремнезем.

Агрегаты песчинок и мелкие стяжения местами весьма многочисленны и переполняют рыхлые пески. Встречаются такие агрегаты в виде единичных включений. Часто железистая и карбонатная цементация проявляется по контактам отдельных слоев, создавая в обнажениях как бы ребристость песков.

Указанные и другие проявления цементации можно видеть, например, в районе с. Саблино. Интересная картина концентрации железистого вещества в песках наблюдается в эксплуатационных штольнях у Графского моста, на левом берегу р. Тосны, где в толще совершенно белых песков, чаще около прослоев и линзочек глины, образуются бурые крепкие стяжения, представляющие собой карбонатно-железисто-кварцевый песчаник или ожелезненную глину.

Наибольшее накопление гидроокислов железа происходило в самой нижней части залежи белых песков, и если в средней части ожелезненными являются только отдельные участки, то здесь стяжения образуют часто сплошной железистый горизонт мощностью до 15—25 см. При эксплуатации месторождения такой горизонт служил обычно нижней границей добычи песков, а в данное время он сохранился в виде крепкого основания старых выработок.

Под микроскопом наблюдаются различные формы цементации ижорских песков. Окислы железа образуют пленки на кварцевых зернах. При более интенсивной степени ожелезнения цемент становится контактово-поровым, даже базальным. В участках интенсивной железистой цементации наблюдаются иногда реликты пирита, и цемент в этих случаях имеет зернистую структуру. Для таких участков характерна сильная корродированность кварца. В песчаниках Саблинского и Захожского месторождений зерна кварца часто окаймлены венчиком криптокристаллического фосфата.

Мощность ижорского горизонта в Ленинградской области крайне изменчива: от полного выклинивания на западе области до 30 м, по данным Б. А. Некрасова (1938), в Гдовском районе. По р. Тосне мощность нижнего и верхнего подгоризонтов ижорской толщи меняется: для первого от 1,0 до 7,5 м, для второго от 6,5 до 11,0 м.

## Основные сведения о качестве песков

Как уже отмечалось выше, продуктивным в отношении наличия стекольных песков является ижорский горизонт. На основании анализа имеющегося материала можно предположить, что существование белых песков вне ижорского горизонта является редким исключением и сами залежи по своим размерам и качеству сырья не заслуживают интереса для стекольного производства.

По гранулометрическому составу и содержанию кремнекислоты лучшими в полосе глинта являются пески верхней части ижорского горизонта. Они в большинстве случаев среднезернистые и по количеству фракции 0,84—0,1 мм полностью отвечают требованиям, предъявляемым к стекольному сырью (см. табл. 36). Содержание в них  $\text{SiO}_2$ , как правило, превышает 98%, достигая в наиболее чистых разностях 99% (табл. 38). Пески нижней части ижорского горизонта несколько хуже вследствие большой примеси фракций мельче 0,1 мм и недостаточно высокого содержания окиси кремния.

Пески зофитового и оболowego горизонта обычно непригодны для стекловарения как по гранулометрическому, так и по химическому составу. Поэтому ниже рассматривается качество только ижорских песков.

Основную роль при определении пригодности песков для стекольного производства играют соединения железа. По этому признаку и в зависимости от окраски ижорские пески полосы глинта могут быть разделены на шесть типов (табл. 39).

Из данных химических анализов, приведенных в табл. 38, следует, что высококачественным кварцевым сырьем, отвечающим полностью четвертой, а по содержанию  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  третьей и даже второй группам ГОСТ, являются белые пески верхней части ижорского горизонта. Пески светлосерые, а также имеющие желтый и розовый цвета, содержащие до 0,3% окиси железа, в естественном виде соответствуют пятой и шестой группам; пески серые и интенсивно окрашенные в желтый и розовый цвета по химическому составу являются некондиционными.

Техническими условиями на стекольное сырье также нормируются титан и хром. Первый из них в рассматриваемых песках содержится в количествах, меньших, чем допускается нормами, второй совершенно не обнаруживается анализами. Окислы остальных элементов в песках ижорского горизонта составляют ничтожную примесь, не отражающуюся на их качестве. Следует отметить, что в розовых и красных песках наблюдается несколько повышенное содержание окиси кальция и обнаружен фосфор, что объясняется, очевидно, наличием апатита. Особенно это характерно для оболowych песков, в которых  $\text{CaO}$  достигает 4,86%, а  $\text{P}_2\text{O}_5$  2,46% (один анализ).

Как известно, в последние годы пески, используемые в производстве бесцветных стекол, подвергают очистке от посторонних примесей — обогащению. Исследование обогатимости основных разновидностей песков

| Горизонт                       | Месторождение   | Типы песков                               | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO  | MgO   | R <sub>2</sub> O | П.п.п. | Сумма  |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-------|-------------------------------|------|-------|------------------|--------|--------|
| См <sub>2-3</sub> <sup>d</sup> | Захожское       | Серый . . . . .                           | 98,22            | 0,8                            | 0,35                           | 0,04             | —                              | —     | —                             | 0,20 | 0,05  | —                | 0,35   | 100,01 |
|                                | "               | " . . . . .                               | 97,63            | 0,95                           | 0,47                           | 0,07             | —                              | —     | —                             | 0,24 | 0,05  | —                | 0,58   | 99,99  |
|                                | Лесные кварталы | " . . . . .                               | 97,32            | 0,74                           | 0,36                           | —                | —                              | —     | —                             | —    | —     | —                | —      | —      |
|                                | Саблинское      | Светлосерый . . . . .                     | 98,27            | 0,52                           | 0,17                           | Следы            | Нет                            | Следы | —                             | 0,30 | 0,06  | 0,05             | 0,28   | 99,65  |
| См <sub>2-3</sub> <sup>d</sup> | Захожское       | Белый . . . . .                           | 99,06            | 0,22                           | 0,04                           | 0,04             | —                              | —     | —                             | 0,14 | Следы | —                | 0,24   | 99,74  |
|                                | "               | Белый со слабым желтым оттенком . . . . . | 98,8             | 0,39                           | 0,07                           | 0,04             | —                              | —     | —                             | 0,12 | 0,02  | —                | 0,23   | 99,82  |
|                                | "               | Светложелтый . . . . .                    | 98,24            | 0,25                           | 0,29                           | 0,11             | —                              | —     | —                             | 0,13 | 0,09  | —                | 0,64   | 99,75  |
|                                | Саблинское      | Белый . . . . .                           | 98,6             | 0,8                            | 0,04                           | Следы            | Нет                            | Нет   | —                             | 0,22 | 0,07  | 0,08             | 0,23   | 100,04 |
|                                | "               | Белый . . . . .                           | 98,4             | 0,7                            | 0,05                           | 0,02             | Нет                            | Нет   | —                             | 0,2  | 0,13  | 0,13             | 0,30   | 99,93  |
|                                | "               | Светлорозовый . . . . .                   | 97,15            | 0,83                           | 0,21                           | Следы            | Нет                            | Следы | 0,16                          | 0,48 | 0,09  | 0,13             | 0,48   | 99,53  |
|                                | Колчановское    | Белый со слабозелтым оттенком . . . . .   | 98,65            | —                              | 0,09                           | —                | —                              | —     | —                             | —    | —     | —                | —      | —      |
|                                | Староладожское  | Бледножелтый . . . . .                    | 98,4             | 0,57                           | 0,16                           | 0,06             | —                              | —     | —                             | 0,15 | 0,07  | —                | 0,38   | —      |
|                                | Путиловское     | Белый со слабым желтым оттенком . . . . . | 98,4             | 0,20                           | 0,06                           | 0,12             | —                              | —     | —                             | 0,7  | 0,15  | —                | 0,07   | —      |
| S <sub>1</sub> <sup>ob</sup>   | Саблинское      | Розовый . . . . .                         | 88,21            | 0,52                           | 0,8                            | 0,12             | Нет                            | 0,04  | 2,46                          | 4,86 | 0,45  | 0,36             | 1,94   | 99,76  |

Таблица 39

| Песок                                                                                | Содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3$<br>в % |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Белый . . . . .                                                                      | 0,02—0,05                                 |
| Белый с трудно уловимым розовым или желтым оттенком .                                | 0,05—0,1                                  |
| Окрашенный слабо, но вполне отчетливо в желтый или розовый цвета . . . . .           | 0,1—0,2                                   |
| Светлосерый, светложелтый, желтый и светлорозовый . . . .                            | 0,2—0,3                                   |
| Серый, иногда с желтым и розовым оттенком . . . . .                                  | 0,3—0,5                                   |
| Темносерый, а также окрашенный в желтый, бурый и розовый до красного цвета . . . . . | Более 0,5                                 |

полосы глинта производилось при разведке Захожского и Саблинского месторождений.

Захожские пески испытывались на полупромышленной аппаратуре Ленинградского института Механобр. Результаты обогащения четырех проб песков Захожского месторождения приводятся в табл. 40.

Таблица 40

| № пробы | Песок                             | Содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3$ в % |                  |
|---------|-----------------------------------|----------------------------------------|------------------|
|         |                                   | до обогащения                          | после обогащения |
| 1       | Светлосерый . . . . .             | 0,2                                    | 0,06             |
| 2       | Серый . . . . .                   | 0,45                                   | 0,12             |
| 3       | Белый . . . . .                   | 0,075                                  | 0,014            |
| 4       | Белый с желтым оттенком . . . . . | 0,08                                   | 0,05             |

Наиболее хорошо обогащаются белые пески. При испытании пробы № 3 простая промывка в классификаторе и обработка на концентрационном столе снизили содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  на 60%.

Для обогащения песков проб № 1, 2 и 4 применялась более сложная схема обработки, заключавшаяся в грохочении, промывке, обжиге в восстановительной среде и магнитной сепарации песков. При этом вполне удовлетворительные результаты были получены только для пробы № 1. При испытании пробы № 2 хотя и было удалено более 70% железа, но первосортный кварцевый концентрат получить не удалось. Обработка пробы № 4 дала снижение  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  всего на 37%.

Для Саблинского месторождения в лаборатории Ленгеолнерудтреста были проведены предварительные исследования обогатимости — рациональный анализ. Пески в этом случае освобождались от фракций мельче 0,1 мм и крупнее 0,84 мм путем рассева и промывки; затем обрабатывались бромформом с целью удаления тяжелых минералов. Наиболее характерные результаты этих исследований приведены в табл. 41.

Из таблицы следует, что вполне удовлетворительные результаты удается получить при обогащении только светлосерых песков (пробы № 2 и 3). При испытании остальных проб высококачественный концентрат, так же как и для Захожского месторождения, получен не был.

В целом данные, приведенные в табл. 40 и 41, показывают, что эффективность обогащения песков ижорского горизонта, имеющих даже очень близкое исходное содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , весьма различна. Наиболее легко обогащаются белые разности песков. Железо в них присутствует

Таблица 41

| № пробы | Песок                                   | Содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3$ в % |                  |
|---------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------|
|         |                                         | до обогащения                          | после обогащения |
| 1       | Темносерый . . . . .                    | 0,67                                   | 0,10             |
| 2       | Светлосерый . . . . .                   | 0,24                                   | 0,05             |
| 3       | Светлосерый . . . . .                   | 0,30                                   | 0,055            |
| 4       | Серый . . . . .                         | 0,49                                   | 0,24             |
| 5       | Светлосерый с желтым оттенком . . . . . | 0,28                                   | 0,12             |
| 6       | Желтовато-серый . . . . .               | 0,45                                   | 0,20             |
| 7       | Светложелтый . . . . .                  | 0,31                                   | 0,13             |
| 8       | Розовато-серый . . . . .                | 0,41                                   | 0,13             |
| 9       | Розовый . . . . .                       | 0,69                                   | 0,17             |

главным образом в составе глины и свободных рудных минералов. Только очень небольшое количество окислов железа заключается в пленке на зернах кварца.

Несколько сложнее, но также хорошо обогащаются серые и особенно светлосерые пески. Они содержат железо главным образом за счет пирита, присутствующего во всех фракциях. В отдельных случаях эти пески дают очень чистое кварцевое сырье. Плохо обогащаются серые пески, в той или иной степени сцементированные (цементация осложняет удаление железосодержащих минералов).

Пески, окрашенные в желтый и розовый цвета, обогащаются значительно хуже, чем белые и серые пески. Это объясняется тем, что, помимо свободных минералов, большая часть железа в них присутствует в составе пленки на зернах кварца, удалить которую механическим путем весьма трудно. В последние годы опыты обогащения заходских песков производились Ленинградским горным институтом, при которых в качестве основного процесса применялась флотация. Эти опыты показали также хорошую обогащаемость песков с пиритом.

Таким образом, в стекольной промышленности могут быть использованы: 1) пески белые, пригодные для наиболее ответственных стекол в естественном и, тем более, обогащенном виде; 2) пески светлосерые и серые, являющиеся хорошим сырьем после обогащения.

### Краткая характеристика месторождений

В настоящее время в приглинтовой полосе, где сосредоточены известные месторождения стекольных песков, выделяют следующие три участка:

1. Тосненский район, находящийся к юго-юго-востоку от Ленинграда. Он охватывает месторождения Саблинское, Заходское, Лесные кварталы, Войтоловское, Степановское и Мишкинское.

2. Волховский и Мгинский районы, расположенные к юго-востоку от Ленинграда. Здесь зарегистрированы месторождения Колчановское, Староладожское, Войбокальское, Бабановское и Путиловское.

3. Кингисеппский и Ораниенбаумский районы, расположенные к юго-западу от Ленинграда. В них известны Кингисеппское, Пилловское и Калищенское месторождения.

#### Саблинское месторождение

Месторождение занимает площадь около 5 км<sup>2</sup>, расположенную непосредственно северо-восточнее с. Саблино и пересекаемую р. Тосной и

ее левыми притоками — р. Саблинкой и рч. Безымянным. На этой площади в 1948 г. Ленгеолнерудтрестом выполнены значительные работы по изучению кварцевых песков (Потулова, 1949ф). В результате этих работ установлено, что наиболее крупные залежи белых песков здесь имеются по берегам р. Тосны против Графского моста.

Обрывом правого берега вскрываются две залежи белых и светло-желтых песков. Одна из них находится в верхней части ижорского горизонта, и в прежние годы разрабатывалась двумя штольнями. Мощность белых песков этой залежи достигает 3,0—3,5 м. В кровле залежи наблюдается розовый песок или непосредственно лежит оболочковый конгломерат. Размеры залежи ориентировочно равны 250 м вдоль берега и 200 м в сторону водораздела.

Вторая залежь приурочена к подгорizontам  $Сг_{2-3}^{d_1}$  и  $Сг_{2-3}^{d_1}$ . и имеет в подошве эофитоновый песчаник. Здесь располагаются три эксплуатационные штольни. Пески белые, мощность их не превышает 2,0 м. Ориентировочные размеры залежи 160×80 м.

На левом берегу р. Тосны в верхней и средней частях ижорского горизонта имеется наиболее крупная залежь белых песков, которая перекрывается розовыми песками. Максимальная мощность толщи белых песков 3,0 м. Залежь вытянута вдоль берега реки и располагается горизонтально, имея длину около 500 м; в сторону водораздела она слабо наклонена и выклинивается полностью в 300 м от берегового склона.

В 800—900 м выше Графского моста также по обоим берегам р. Тосны имеются небольшие эксплуатационные штольни. Здесь в нижнем и частично в верхнем подгорizontах ижорской толщи развиты желтые пески, среди которых имеются небольшие неправильные линзочки белых песков. Выше желтых лежат розовые пески, ниже — серые. Разрабатывались пески белые и светложелтые. Размер их залежей по правому берегу примерно 25×15 м, по левому 80×30 м. Мощность до 1,5 м.

Еще выше на 700 м по р. Тосне в обрыве правого берега небольшой штольной вскрыта залежь белых песков, заключающаяся в зеленоватосерых (сиреневых) песках, образующих значительную линзу в верхней части ижорского горизонта. Белые пески прослеживаются в береговом обнажении на 400 м, по штольне на 16 м.

Ниже Графского моста, примерно в 1 км, р. Тосна слева принимает рч. Безымянный. Вверх по этому ручью на правом берегу, в 400 м от р. Тосны, на участке «Моховые дачи» расположен небольшой карьер, где в прошлом добывались белые пески. Под розовыми песками здесь установлены две залежи белых песков: одна в нижнем и вторая в верхнем подгорizontах ижорской толщи. Нижняя залежь имеет размеры около 150 м вдоль ручья при мощности до 2,3 м.

В направлении, перпендикулярном к берегу, белые пески распространяются на 30—40 м. Верхняя залежь имеет незначительные размеры. Белые и слабо окрашенные пески Саблинского месторождения содержат  $Fe_2O_3$  от 0,03 до 0,1—0,12%.

Запасы таких песков незначительны, так как все крупные залежи их в основном выработаны. Месторождение имеет большие запасы серых и светлорозовых песков с содержанием  $Fe_2O_3$  более 0,12—0,20%.

### Захожское месторождение

Месторождение делится на два участка: собственно Захожский, находящийся непосредственно у с. Захожье, и Удельнинский — в 400—

700 м на запад от указанного селения. Оба участка вытянуты вдоль глинта, имеющего здесь высоту до 12 м, непосредственно примыкая к нему с юга. Белые и слабо окрашенные пески располагаются в верхнем подгоризонте ижорской толщи. Они образуют ряд линз среди песков, окрашенных в желтый и интенсивно желтый цвета.

Величина залежей белых песков различна, наиболее крупная из них находится в пределах Захожского участка и имеет размер  $250 \times 200$  м при мощности до 2,5 м. В настоящее время она в значительной степени выработана. Розовые ижорские пески имеются только в южной части Удельнинского участка. Подстилающими для белых и светложелтых песков являются серые пески нижнего подгоризонта ижорской толщи. На границе между светлоокрашенными и серыми песками наблюдается во многих местах концентрация окислов железа, дающих бурую окраску и обуславливающих цементацию песков.

По простиранию белые и желтые пески к югу в 400—600 м от глинта сменяются серыми. Толщу серых, желтых и белых песков покрывают отложения оболочного горизонта, а там, где они смыты, четвертичные осадки. В подошве оболочной толщи лежат серые глины и глинистый конгломерат общей мощностью до 3,5 м. Оболочные пески окрашены в розовый и красный цвета.

Месторождение разведывалось в 1937 г., а затем в 1947 г. В последний год разведки были установлены следующие запасы: песков белых с содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  от 0,02 до 0,1% по категориям  $A_2$  и В 177 тыс. т, по категории  $C_1$  79 тыс. т; песков светложелтых с содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до 0,3% по категориям  $A_2$  и В 222 тыс. т, по категории  $C_1$  159 тыс. т; песков светлосерых и серых с содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до 0,45% по категории  $C_1$  2690 тыс. т.

Запасы эти не утверждались. В настоящее время часть белых песков уже выработана. Учитывая соотношение запасов, следует рассматривать Захожское месторождение как базу главным образом серых песков.

### Лесные кварталы

Месторождение находится в 1,5 км на восток от с. Захожье. Оно непосредственно примыкает к глинту, выраженному на данном участке очень слабо.

Под четвертичными отложениями здесь залегают серые пески с пиритом мощностью до 4 м. Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в них составляет 0,28—1,08%. Большая часть месторождения обводнена. Пески белые и окрашенные в желтый и розовый цвета отсутствуют. Запасы серых песков значительные. Месторождение не разведано.

### Войтоловское месторождение

Месторождение расположено у одноименной деревни и занимает возвышенный участок между р. Войтоловкой и впадающим в нее небольшим ручьем.

В обнажении р. Войтоловки непосредственно выше уровня грунтовых вод вскрываются белые и бледножелтые пески верхней части ижорского горизонта. Эти пески подстилаются серыми песками, сменяющими их также и по простиранию в нескольких десятках метров от берега. Содержание окислов железа в белых и бледножелтых песках 0,12%, в серых 0,23—0,95%. Покрывающими породами являются глины (слой

0,2 м), переходящие выше в пески оболового горизонта серого и красного цветов. В отношении белых песков месторождение не имеет перспектив.

### **Степановское месторождение**

Месторождение представляет собой участок приглинтовой полосы шириной 300—400 м, находящийся между сс. Красный Бор и Чернышево. Глинт достигает здесь высоты 8—9 м.

У с. Степановка имеется карьер, которым почти полностью выработана линза бледножелтых кварцевых песков, залегающая в верхней части ижорского горизонта. Размеры этой линзы примерно 100×200 м. Светложелтые пески подстилаются и сменяются по простиранию серыми песками с большим количеством пирита. Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в них варьирует от 0,25 до 0,50%. Вскрышей служат четвертичные отложения.

В 1 км к востоку от старого карьера установлена вторая линза светложелтых песков, залегающая под слоем глины и песчанками оболового горизонта. Мощность этой линзы достигает 2—3 м, занимаемая площадь не более 1 га; пески содержат  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,10—0,12%.

Степановское месторождение может представить интерес только в отношении серых песков.

### **Мишенинское месторождение**

Месторождение расположено в Тосненском районе, у одноименного селения. Основное развитие здесь имеют розовые и серые пески. Белые и светложелтые пески слагают залежь мощностью до 4 м в пределах мысообразного возвышения, ограниченного р. Тосной. Площадь залежи около 1 га. Пески лежат непосредственно под моренными отложениями выше уровня грунтовых вод. Подстилаются они серыми песками.

Содержание окислов железа в белых и светложелтых песках варьирует от 0,06 до 0,26%, составляя в среднем 0,12%.

Промышленного значения в смысле нахождения высококачественных и серых песков месторождение не имеет.

### **Староладожское месторождение**

Месторождение охватывает ряд выходов белых песков, прослеживающихся вблизи с. Старая Ладога, Волховского района, по берегам р. Волхова и впадающей в него р. Ладожки с притоком р. Заклюкой.

В толще чисто белых песков наблюдаются ожелезненные участки и мелкие железистые включения. Видимая мощность белых песков достигает 1,5 м. Во вскрыше лежат четвертичные пески и глины. Положение белых песков в разрезе кембрийских отложений и размеры их залежей не ясны. О качестве песков можно судить только по нескольким анализам 1934 г., согласно которым пески содержат 0,08—0,10% окислов железа.

Месторождение почти совершенно не изучено; в прошлом оно разрабатывалось подземным способом. Район следует считать перспективным в отношении высококачественных стекольных песков.

### Войбокальское месторождение

Месторождение находится в Мгинском районе вблизи ст. Войбокала, Кировской ж. д. Оно имеет два участка: Песунок и р. Сари.

Участок Песунок расположен в 4 км к северо-западу от ст. Войбокала, на правом обрывистом берегу р. Войбокалки. Обнажающиеся здесь белые со слабо розоватым оттенком пески имеют мощность около 2 м. Покрываются они оболовыми песчаниками или лежат непосредственно под четвертичными отложениями. Судя по одному анализу, содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в песках составляет 0,11 %.

Участок р. Сари расположен по обоим берегам реки в 1,5 км к северо-западу от ст. Войбокала, где обнажаются пески нижнего подгоризонта ижорской толщи мощностью до 5 м. Цвет песков серый, светло-желтый. Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в них варьирует от 0,19 до 0,30 %.

Оба участка Войбокальского месторождения почти не изучены.

### Путиловское месторождение

Месторождение находится в Мгинском районе у с. Антоновского. Оно представляет собой залежь белых песков, местами имеющих желтый оттенок. Пески обнажаются в береговом уступе рч. Ржавого.

Видимая мощность белых песков до 1,5 м. Залежь приурочена, очевидно, к средней части ижорского горизонта. Качество песков характеризуется содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  от 0,04 % до 0,41 %. Месторождение изучено крайне слабо (Галиновский, 1933ф).

Помимо указанных месторождений, отдельными авторами в Мгинском и Волховском районах отмечаются залежи песков в ряде мест приглинтовой полосы. В частности, обнажения светлосерых и светложелтых песков имеются по левому берегу р. Назии. Мощность песков достигает здесь 5 м. На р. Лаве в месте пересечения ею глинта обнажаются белые пески мощностью около 3 м с содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,05—1,10 %.

### Кингисеппское месторождение

Месторождение представляет собой ряд выходов белых и светло-желтых песчаников по обоим берегам р. Луги на отрезке ее течения от г. Кингисеппа до с. Струнова. Возраст песчаников не установлен. Согласно данным В. И. Пешехонова (1932ф), они относятся к нижнесилурийским отложениям; П. Г. Фарафонтъев (1943) рассматривает их как образования кембрийского возраста.

Видимая мощность белых песчаников 1,0—2,0 м. Мощность вскрыши 7,0—10,0 м. Качество песчаников характеризуется содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,11—0,12 %. Месторождение не изучено.

### Калищенское месторождение

Месторождение находится в 2,0—2,5 км севернее ст. Калище, Ораниенбаумского района, в 2 км от Копорского залива на р. Коваш. Здесь

обнажаются уплотненные мелкозернистые пески белого цвета мощностью до 3,8 м. Мощность вскрыши колеблется от 0,5 до 5,0 м и более. Возраст песков не ясен.

Месторождение не разведано, оно было лишь обследовано В. И. Пешехоновым (1932, ф). Химический состав песков анализами не охарактеризован. Месторождение периодически разрабатывалось в небольших масштабах.

Остальные месторождения кварцевых песков кембрийского возраста, представляющие практический интерес, как, например, Пилловское, Колчановское и др., описаны в I томе «Геологии СССР». Новых данных по ним нет.

Суммируя приведенные выше данные, можно отметить основные моменты, общие для всех месторождений.

1. Рассмотренные месторождения белых песков располагаются на сравнительно высоких участках, непосредственно у глинта или вдоль береговых уступов рек, долины которых достаточно глубоко врезаются в толщу кембрийских отложений. Участки самых крупных месторождений описываемого района — левый берег р. Тосны у Графского моста и Колчановское, представляют собой мысообразные возвышения, ограниченные речками с двух сторон. Примерно в таких же условиях находятся месторождения Староладожское, Моховые Дачи и Мишкинское.

2. Белые пески образуют пластообразные (Колчановское месторождение), линзообразные (Захожское, Саблинское месторождения) или неправильные залежи. Площадь залежей варьирует от нескольких квадратных метров до 20 га. Мощность их меняется от нескольких сантиметров до 3,0—7,0 м. Эти залежи обычно вытянуты вдоль реки или глинта и, как правило, вскрываются естественными обнажениями, имея у выхода наибольшую мощность. В сторону водораздела залежи выклиниваются.

Скважины, пройденные в районе сс. Саблино, Захожья, Войтолово и т. д. на значительном удалении от уступов, не встретили уже белых песков.

3. Во всех случаях, когда имеющиеся материалы дают ясное представление о геологическом разрезе месторождения, совершенно отчетливо устанавливается приуроченность залежи стекольных (белых) песков к ижорскому горизонту кембрийской системы. В пределах ижорского горизонта эти залежи располагаются различно. Для большинства месторождений они находятся в верхней и средней частях верхнего подгоризонта ( $См_{2-3}^{d_2}$ ), но иногда белые пески занимают самую нижнюю часть ижорской толщи ( $См_{2-3}^{d_1}$ ).

4. Интересно отметить, что описываемые залежи в плоскости обнажений дают горизонтальные выходы. В направлении, нормальном к обнажению, наблюдается падение, различное по величине угла, но, как правило, не совпадающее с залеганием пластов кембро-силурийской толщи.

5. Серые и светлосерые пески, представляющие нижнюю, а иногда и верхнюю части ижорской толщи, имеют широкое распространение в полосе глинта и достигает большой мощности. Наиболее благоприятными в отношении качества этих песков, очевидно, являются пониженные участки глинта (Лесные кварталы).

6. Белые и желтые пески в подавляющем большинстве случаев лежат выше уровня грунтовых вод. Серые пески находятся в ином положении: верхняя граница их распространения обычно совпадает или лежит несколько ниже зеркала грунтовых вод.

## Генезис кембрийских и нижнесилурийских песчаных отложений и месторождений стекольных песков полосы глинта

Рассматриваемая ниже схема образования песчаной толщи кембрия и нижнего силура составлена на основании как литературных данных, так и фактических материалов, полученных Ленгеолнерудтрестом в последние годы при выполнении поисковых и разведочных работ в полосе глинта. Учитывая общее практическое содержание очерка, здесь дается более подробное описание генезиса стекольных песков и только в самых общих чертах затрагиваются вопросы, связанные с образованием всей толщи кембрийских и нижнесилурийских отложений.

Образование в морских условиях синей глины и зофитового песчаника сомнений не вызывает и признается всеми авторами (Н. В. Потулова, Л. Б. Рухин, Б. А. Некрасов и др.). Зофитовый песчаник характеризуется тонкозернистостью и однородностью гранулометрического состава, горизонтальной слоистостью и наличием пирита в виде конкреций и цемента. Следует отметить, что Б. А. Некрасов (1938) допускает постепенный переход от синей глины к зофитовому песчанику. С этим трудно согласиться, так как неровная, размтая поверхность синей глины и присутствие ее гальки в зофитовом песчанике с несомненностью указывают на наличие перерыва между отложением осадков этих горизонтов.

Пески нижней части ижорской толщи (подгоризонт  $См_{2-3}^{d_1}$ ) близки по составу к зофитовым песчаникам. В большинстве случаев для них характерно лишь некоторое обеднение пиритом и глинистой фракцией. В районе Захожского месторождения и в ряде других мест, кроме того, установлен прослой неравномернозернистых песков, отличающихся присутствием значительного количества крупных окатанных зерен кварца. В песках нижней части ижорской толщи наблюдаются горизонтальная слоистость и цементация, аналогичная зофитовым песчаникам. Морской генезис этих песков не вызывает сомнений.

В отношении генезиса верхней части ижорской толщи (подгоризонт  $См_{2-3}^{d_1}$ ) существует несколько мнений. В частности, Б. А. Некрасов (1938) эти пески относит к континентальным отложениям нижнего и среднего кембрия. Л. Б. Рухин (1946) определяет их как осадки прибрежной зоны среднекембрийского моря. Имеющиеся данные позволяют считать более правильной последнюю точку зрения и рассматривать всю ижорскую толщу в генетическом и стратиграфическом отношении как единое целое.

Наиболее существенным отличием песков верхней части ижорской толщи от нижнего подгоризонта, помимо несколько большей крупности, является развитая в них косая слоистость. Однако эта слоистость не указывает на континентальный режим отложения песков верхнего подгоризонта. Она свидетельствует лишь об изменении условий накопления осадка и меньшей глубине бассейна, допускающей влияние волн на распределение материала по крупности, но не на изменение самой среды отложения.

Существенным доказательством образования песков ижорской толщи в восстановительной водной среде следует считать присутствие в них пирита. Пески верхнего и нижнего подгоризонтов тесно связаны между собой постепенным переходом, доказанным идентичностью минералогии

ческого состава и постепенным убыванием содержания пирита в составе тяжелой фракции. Количество пирита очень непостоянно, но все же он присутствует по всей мощности ижорских песков или в виде свободных мелких зерен, или как цемент различных по крупности агрегатов.

Таким образом, можно считать доказанным образование в море всей ижорской толщи с отличием условий отложений верхнего подгоризонта только в смысле глубины бассейна.

Что касается оболовых песков и песчаников, то для них также нет оснований принимать континентальные условия образования. Характерным для этого горизонта является: залегание на размытой поверхности ижорской толщи, наличие большого количества и крупные размеры обломков раковин, присутствие у нижней границы глинистого слоя, переполненного галькой песчаника (конгломератовый слой), и горизонта железистого песчаника у верхней границы, увеличение количества глауконита по сравнению с ижорским песчаником.

Приведенные данные позволяют предположить образование оболовых песков в береговой полосе моря. Этому не противоречит и тип косой слоистости, мало чем отличающийся от слоистости ижорского горизонта.

Морфология и размеры залежей стекольных песков, так же как и их качество, зависят от первичного распределения железа в пределах кембро-силурийских песчаных отложений, формы его соединений и путях миграции под влиянием вторичных процессов.

Основной формой первичного железа для песков ижорского и эофитонового горизонтов является пирит. Железо, присутствующее в составе прочих рудных минералов, железистых алюмосиликатов и обломков раковин, входящих в состав первичного осадка, играет незначительную, безусловно подчиненную роль.

В оболовом горизонте пирит обычно содержится в ничтожном количестве или совершенно отсутствует. Основной формой железа этой толщи является гидрогематит, достигающий наибольшей концентрации в верхней части оболового горизонта — в слое железистого песчаника ( $Si^{об}$ ). Количество железа, присутствующего в составе других минералов и в обломках раковин, хотя и больше, чем в ижорских песках, но относительное значение его все же невелико.

Окраска песков подробно описана выше, поэтому здесь коснемся этого вопроса только в самых общих чертах. Присутствие пирита придает пескам серый цвет, который характерен для всей ижорской толщи, а в полосе глинта сохраняется наиболее часто только для эофитонового песчаника и для нижней части ижорского горизонта. Эти светлосерые и серые пески образовались в восстановительных условиях прибрежной части кембрийского моря. В обогащенном виде они представляют собой хорошее стекольное сырье.

В полосе глинта пески верхнего подгоризонта ижорской толщи обычно окрашены в розовый и желтый цвета. Среди последних располагаются залежи белых песков, имеющие форму неправильных линз или пластообразных тел. Эти пески являются особенно ценными как высококачественное сырье для стекольной промышленности.

Красная или розовая окраска наибольшую густоту имеет в пределах оболового горизонта; в ижорских песках она теряет свою интенсивность. В последнем случае для нее типичны удлиненные пятна, потеки по границам косой слоистости и трещинам, увеличение концентрации над прослоями глины и т. д.

Желтая и розовая окраски в ижорском горизонте имеют ясно выраженные черты вторичного происхождения и обуславливаются наличием бурых или красных примазок и пленок на поверхности песчинок, а также присутствием хлопьевидного коллоидального железистого вещества (наиболее типично для красных песков) в промежутках между зернами. Количество зерен, имеющих пленку, степень их загрязненности и количество коллоидального рудного вещества определяют интенсивность окраски песков. Белые пески не содержат пирита и не несут следов вторичного ожелезнения.

Форма залежей белых песков полосы глинта, положение их в разрезе кембро-силурийских отложений и приуроченность к определенным элементам современного рельефа, а также характер окраски и минеральный состав этих отложений указывают на непосредственную связь их генезиса с процессами выветривания. Образование этих залежей началось, вероятно, с того момента, когда оболовый и ижорский горизонты попали в зону активных поверхностных процессов, что было связано с формированием глинта и развитием гидрографической сети района, в частности с углублением долин рек и ручьев, пересекающих приглинтовую полосу. Это явилось причиной изменения гидрогеологической и физико-химической обстановки на вскрытых участках и создало благоприятные условия для миграции железа.

Наиболее существенными процессами, развивающимися в этих условиях, следует считать разложение пирита и других минералов, перемещение и частичный вынос потоками атмосферных и грунтовых вод соединений железа, кальция, кремния и т. д. и, наконец, накопление в отдельных местах новых минеральных образований.

При окислении пирита, как известно, возникает довольно сложная серия разнообразных соединений, главные из которых  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Кроме того, в зависимости от характера среды могут образоваться S,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , комплексные сульфаты железа и т. д. Закисный и окисный сульфаты хорошо растворяются в воде и являются в данном случае наиболее подвижными формами железа. Окисный сульфат железа и получающаяся при разложении пирита свободная серная кислота оказывают сильное растворяющее действие на большинство минералов, включая и такие устойчивые образования, как гидрогематит и многие алюмосиликаты (Смирнов, 1936). Окисный сульфат, кроме того, служит энергичным окислителем, способным вызывать процесс разложения пирита на таких горизонтах, куда свободный кислород атмосферы попасть не может.

Отмеченные процессы, повидимому, играли и продолжают играть основную роль в образовании белых песков. Однако они протекают не повсеместно, с разной интенсивностью и имеют временный характер. Сульфаты железа неустойчивы в зоне окисления. Они хорошо удерживаются в растворимом состоянии и могут свободно выноситься из песков только при значительной кислотности грунтовых вод и бедности их свободным кислородом.

Следовательно, благоприятные в этом смысле условия могут создаваться прежде всего на участках с высоким содержанием в песках пирита. Неравномерное первоначальное распределение пирита в толще кембро-силурийских отложений является, повидимому, одной из наиболее важных причин несовместного развития белых песков в полосе глинта

и, в частности, отсутствия их в оболочковом горизонте<sup>1</sup>. Необходимо добавить, что при длительном нахождении в зоне окисления того или иного участка происходило полное разложение пирита и, независимо от его первоначального содержания, постепенное затухание процесса выноса железа. Это могло послужить причиной для нового загрязнения песков.

Следующим условием, благоприятствующим развитию процесса выноса железа, является отсутствие в песках карбонатного цемента. При взаимодействии с карбонатами процесс затрудняется ввиду быстрой нейтрализации вод, содержащих  $H_2SO_4$  и  $Fe_2(SO_4)_3$ , и выпадения железа в виде гидроокисей. Осаждению железа, очевидно, может также способствовать встреча сульфатных растворов с растворами, обогащенными за счет растворения раковин оболочек фосфорнокислыми солями.

Наличием карбонатного цемента, вероятно, могут быть объяснены такие факты, как ничтожное развитие белых песков в пределах эофитового горизонта и непосредственная связь повышенного содержания железа в ижорских песках с концентрацией в них цементирующего карбонатного вещества.

При выпадении осадка, в зависимости от состава растворов и ряда других условий, в толще песков создавались новые минералы, среди которых наибольшее значение имеют окислы и гидроокислы железа, затем карбонаты, фосфаты, кремнезем и алюмосиликаты. Они образуют примазки и пленки на зернах кварца или цемент песчаников, достигающих наибольшего распространения в подошве залежей белых песков.

Очень важную роль в образовании белых песков играют грунтовые воды, циркулирующие в толще кембро-силурийских отложений. При изучении Саблинского и некоторых других месторождений установлено два основных горизонта грунтовых вод. Для верхнего горизонта водопором служит диктонемовый сланец, для нижнего — синяя глина. В образовании залежей белых песков принимали участие воды только нижнего горизонта.

Характер окраски песков, распределение в них вторичного цементирующего вещества и наличие железистых источников по склону глинта и речных долин — все это указывает на то, что в данном случае происходила как вертикальная, так и горизонтальная фильтрация растворов.

В вертикальном перемещении растворов немаловажную роль играли глинистые прослои в толще песков. Они изменяли направление водных потоков, задерживали миграцию железа, являясь во многих случаях для нижележащих горизонтов защитным экраном и предохраняя пески от

---

<sup>1</sup> А. П. Ротай на основании своих исследований 1946—1947 гг. считает, что вещественный состав и основные качества стекольных песков, так же как и других песков кембро-силурийской толщи, определяются их первичным минералогическим составом и условиями их отложения.

Эти пески, по мнению А. П. Ротая, занимают определенное стратиграфическое положение в разрезе (фукоидный горизонт) и имеют широкое региональное распространение, хотя встречаются сейчас далеко не повсеместно. Дело в том, что между фукоидными и вышележащими оболочковыми песками существует стратиграфический перерыв. Оболочковые пески залегают на размытой поверхности фукоидных песков и более древних осадков. Поэтому отсутствие фукоидных (стекольных) песков в некоторых разрезах объясняется тем, что они были там полностью уничтожены эрозией перед отложением оболочковых песков.

А. П. Ротай считает, что Л. Б. Рухин, Б. А. Некрасов и др. допустили ряд ошибок в корреляции разрезов фукоидно-оболочковой толщи, чем и объясняется ошибочность некоторых выводов этих и других исследователей о генезисе, вещественном составе, условиях залегания и распространении различных горизонтов и типов этих песков.

загрязнения. На это указывают увеличение интенсивности розовой окраски над прослоями глины и то, что многие крупные залежи белых песков располагаются непосредственно под оболочевым конгломератом.

Железо перемещалось, очевидно, как в виде коллоидных, так и истинных растворов. Коллоидная форма характерна для гидрогематита, дающего красную и розовую окраску песков. В истинном растворе находилось железо, преимущественно в форме сульфатов, образующихся в зонах окисления пирита.

Источником коллоидного железа служил оболочевый горизонт, главным образом железистый песчаник, располагающийся непосредственно под диктионемовым сланцем, и раковины оболочид, содержащие до 4% окиси железа и фосфор. На растворение раковин указывают их сильная корродированность и образование фосфата, установленного под микроскопом. Следует отметить, что железо, заключающееся в глауконитовом песчанике, задерживалось диктионемовым сланцем и, вероятно, не принимало участия в описываемых процессах.

В зависимости от условий фильтрации коллоидные соединения железа проникали на разную глубину в толщу ижорских песков, окрашивая их в красный и розовый цвета. Этот процесс протекает непрерывно и, несомненно, продолжается в настоящее время, что, в частности, подтверждается распределением окраски песков во многих обнажениях по р. Тосне.

В зоне, обогащенной  $H_2SO_4$ , гидрогематит в той или иной степени растворялся и совместно с железом окисленного пирита выносился из песков потоками грунтовых вод или просачивался в более глубокие горизонты, где, попадая в иную среду, выпадал из растворов, образуя железистые пленки на песчинках и вторичный цемент песчаников.

Количество железа, удалявшегося из песков, различно и, помимо причин, рассмотренных выше, зависело также от мощности потоков грунтовых вод. Следует думать, что оптимальные условия для образования залежей белых песков создавались в местах небольших скоростей выноса продуктов разложения пирита, что обеспечивало высокую кислотность вод, необходимую для удержания в растворе сульфатов железа. Одним из признаков активного выноса железа являются бурые налеты в руслах источников, вытекающих из кембрийских песков. Интересно отметить, что вода этих источников в отдельных случаях имеет сильный запах сероводорода.

Белые пески после полного разложения пирита, при отсутствии в кровле их залежей водоупорных прослоев, могут снова окрашиваться коллоидными растворами гидрогематита. Этим, вероятно, может быть объяснено отсутствие пирита на больших участках песков верхней части ижорского горизонта, имеющих розовую окраску.

## Заключение

Широкое развитие ижорских отложений, сравнительно постоянный их состав и наличие в полосе глинта условий, благоприятствующих образованию залежей белых песков, позволяют считать рассматриваемый район весьма перспективным в отношении кварцевого стекольного сырья.

Отсутствие здесь месторождений, пригодных по своим размерам для организации в настоящее время крупных механизированных разработок стекольных песков, объясняется главным образом слабой и крайне не-

равномерной изученностью района. В дальнейшем должны быть детально исследованы наиболее интересные из известных участков развития стекольных песков и проведены поиски на новых площадях полосы глинта. Это, несомненно, позволит установить достаточно мощные месторождения серых и белых песков, способные обеспечить высококачественным кварцевым сырьем многие стекольные заводы.

При выборе районов для поисковых работ необходимо учитывать основные особенности образования и геологического строения месторождений стекольных песков. Крупные залежи и наиболее благоприятный в смысле эффективности обогащения состав светлосерых и серых песков можно ожидать в удалении от глинта или на тех участках, где уступ глинта слабо выражен.

При поисках белых песков нужно руководствоваться следующими соображениями. Ижорские пески в неизменном состоянии должны быть относительно богаты пиритом и свободны от карбонатного цемента. Оказываясь в зоне выветривания, при соответствующей гидрогеологической обстановке пирит разлагается, и создаются условия, благоприятные для удаления из песков соединений железа. Оболочные песчаники, служащие источником коллоидных растворов железа, окрашивающих ижорские пески в красный и розовый цвета, на оптимальных участках должны быть полностью эродированы.

Благоприятным фактором является также отсутствие в верхней части разреза железистого песчаника, небольшое содержание железа в оболочках песках вообще и, наконец, наличие в основании горизонта достаточно мощного прослоя глины или глинистого конгломерата. Последний, препятствуя циркуляции коллоидных растворов, предохраняет ижорские пески от загрязнения железом.

Особое значение имеет характер рельефа. Перспективными в отношении белых песков являются участки, примыкающие к глинту, имеющему отчетливо выраженный уступ, или к речным долинам с высокими берегами. Особенно интересными следует считать возвышенные мысообразные участки, с нескольких сторон ограниченные уступами. Условия аэрации и гидрогеологический режим в этих случаях являются наиболее благоприятными для образования крупных залежей белых песков.

Поисковыми признаками месторождений белых песков являются также отсутствие или слабое проявление розовой окраски и наличие в разрезе ижорской толщи белых и желтых песков и обильные выходы на поверхность грунтовых вод. Заслуживают особого внимания такие участки, где грунтовые воды имеют высокую концентрацию железа или содержат заметные количества сероводорода.

## **ПЕСКИ КВАРЦЕВЫЕ И ГЛИНИСТЫЕ (ФОРМОВЧНЫЕ)**

### **Введение**

Из числа известных месторождений формовочных песков Ленинградской, Новгородской и Псковской областей разрабатываются только два (Новинское и Дивенское) и на одном (Струго-Красненском) предполагается открытие карьера. Все остальные месторождения не используются, так как их пески относятся к маркам ГОСТ, не применяемым в промышленности или малоупотребительным.

Важным экономическим условием добычи формовочных песков является низкая себестоимость, причем организация карьерного хозяйства не должна требовать больших капиталовложений. В связи с этим к месторождениям формовочных песков обычно предъявляются довольно жесткие горно-технические требования. Месторождения должны находиться вблизи железной дороги и обладать запасами, обеспечивающими разработку их на 15—20 лет. Соотношение мощности вскрышных пород и продуктивного слоя должно быть близким к 1:1, чтобы обеспечить экономичность разработки открытым способом — карьером. Желательно, чтобы полезная толща залежала выше уровня грунтовых вод или осушение ее было доступно путем простейшего дренажа. Желательна также возможность добычи песков с погрузкой их в железнодорожные вагоны непосредственно в забое (без предварительного складирования) путем ввода в карьер подъездной железнодорожной ветки широкой колеи, соединяющей карьер со станцией.

Изучение песчаных отложений при комплексной геологической съемке не дает возможности оценивать качество песков как формовочных. Такая оценка возможна только на базе опробования и специальных анализов, которые до сего времени при геологической съемке не производятся. Вследствие этого источником сведений о формовочных песках могут служить только материалы специально для этой цели проведенных геолого-поисковых и разведочных работ.

Геолого-поисковые и разведочные работы на формовочные пески были начаты в 1928—1929 гг. одновременно с разработкой классификации и методики исследования их качества.

Сбор имеющихся рукописных материалов позволяет установить, что геолого-поисковыми и разведочными работами на формовочные пески в Ленинградской, Псковской и Новгородской областях охвачены все стратиграфические горизонты осадочных пород, от самых древних кембрийских отложений до четвертичных образований. Эти работы были сосредоточены на площади, прилегающей к железнодорожной сети, обычно не дальше 3—5 км от железнодорожного полотна.

Наиболее изучены песчаные отложения среднего девона и четвертичные. Песчаные породы другого геологического возраста встречаются на обследованной территории реже и сравнительно мало исследованы в отношении формовочных свойств.

## Описание месторождений

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕСКОВ КЕМБРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Залежи формовочных песков кембрийского возраста встречены в различных горизонтах этой системы. Некоторые из них находятся в толще нижних кембрийских песчаников (так называемые гдовские слои). Другие залежи встречены выше синих глин, в ижорских и эофитоновых слоях.

Изучению кембрийских песков уделялось мало внимания; имеющиеся сведения позволяют лишь приблизительно оценивать их качество. Однако можно сказать, что нижне- и верхнекембрийские пески имеют существенные качественные различия.

Среди кембрийских отложений известны три залежи кварцевых формовочных песков, из которых одна относится к самым древним кембрийским отложениям, а остальные — к более молодым.

### Мишиногорское месторождение

В Гдовском районе близ с. Самуйликова в 1933—1934 гг. поисковыми работами на керамическое сырье были выявлены кварцевые пески, отнесенные Б. П. Асаткиным (1934ф) к нижнему кембрию и залегающие ниже горизонта синих глин, непосредственно на гнейсах докембрийского фундамента. Эта залежь приурочена к району, обычно называемому Мишина Гора (участок гдовских дислокаций).

Пески имеют белый цвет, реже окрашены в желтоватый и красноватый тона, по зерновому составу однородные тонкозернистые марки К 140/270. Химические анализы не сохранились, но основанием для постановки здесь поисковых работ явилось обнаружение при геологической съемке песков с высоким содержанием кремнезема.

Изученная, пока единственная, залежь этих песков площадью 1,25 га содержит запасы в 10,6 тыс. т. В подсчет запасов 1933—1934 гг. была включена лишь часть песков. Не исключена возможность значительного увеличения запасов, так как отдельные выработки глубиной 18—20 м не встретили подошвы песков.

Отрицательным фактором является обводненность всей толщи кембрийских песков, но дренаж грунтовых вод возможен.

### Пилловское месторождение

В 0,9—1 км к югу от ст. Пиллово по берегам рч. Пихтолки (Кихталки) на участке протяженностью около 1,5 км проявляются кембрийские пески. До 1914 г. они добывались кустарно для нужд местной стекольной промышленности. В 1941 и 1944 гг. эти пески опробованы как формовочные.

Наиболее интересным оказался слой кварцевого мелко- и среднезернистого песка мощностью 1,73 м с тонкими (0,03—0,22 м) пропластками голубой пластичной глины. Он отнесен к толще  $Ст_2$  на основании залегания ниже силурийского оболочного песчаника и выше синих глин  $Ст_1$ .

По зерновому составу и содержанию глины пески относятся к марке К 50/100 с содержанием основной фракции до 83,1% и глины 0,8%. Однако газопроницаемость их ниже норм стандарта, повидимому из-за большого остатка на сите 140 (10,4%).

Вскрышные породы мощностью около 3,5 м представлены валунной глиной и суглинком, а также оболочными песчаниками и песками. Подстилающей породой являются плотносцементированные эофитоновые песчаники, а также синие кембрийские глины.

### Захожское месторождение

Месторождение находится у с. Захожье, в 4—6 км к северу от ст. Ульяновский Завод, железнодорожной ветки, отходящей от основной железнодорожной магистрали у ст. Поповка. Оно неоднократно изучалось на стекольное сырье (с 1930 г. по настоящее время).

Формовочные пески являются здесь нижним горизонтом мощной песчаной свиты, в состав которой входят покрывающая синие кембрийские глины немая толща ижорских слоев ( $Ст_{2-3}$ ) и принадлежащие уже к нижнему силуру оболочные слои. Основная масса кембрийских песков может быть отнесена к марке 1К 70/140, небольшая часть марки-

руется как 1К 50/100. Выделение последней марки в значительной мере условно, поскольку нет достаточного количества анализов. Обычно газопроницаемость песков не выходит за пределы 108—138. Содержание  $\text{SiO}_2$  98,55—99,69%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,13—0,56%;  $\text{F}_2\text{O}_3$  0,02—0,19%. О содержании вредных примесей нет сведений. В состав песков входят главным образом зерна кварца. Полевые шпаты и рудные минералы в сумме составляют до 1%. Мощность белых кембрийских песков 0,5—3,3 м.

Захожские пески раньше применялись для среднего чугунного и мелкого стального литья, но в последние годы они используются только для стекольного производства.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕСКОВ НИЖНЕСИЛУРИЙСКОГО ВОЗРАСТА

Самые древние слои нижнесилурийских отложений представлены оболочными песками и песчаниками, в нижней части содержат грубозернистый материал. Выше залегают более мелкие пески и песчаники, среди которых изредка, на небольших участках, наблюдаются среднезернистые разности. Редко встречаются также очень мелкие и тонкозернистые разности.

Вышележащие горизонты нижнего силура интереса не представляют, так как нахождение в них формовочных песков мало вероятно.

Для качества нижнесилурийских песков характерно высокое содержание кремнезема, обычно соответствующее нормам стандарта для одного из двух высших классов кварцевых формовочных песков. По зерновому составу преобладают мелкие пески группы 70/140, причем в западной части Ленинградской области наблюдается укрупнение зерен песка до группы 50/100, а в восточной — уменьшение их до группы 100/200, изредка даже до 140/270. Это обстоятельство, отмеченное А. А. Вейхером, имеет существенное значение как поисковый признак. Важной особенностью силурийских песков является повышенное содержание глины.

Неблагоприятным фактором следует считать то, что нижнесилурийские пески в ряде мест в большей или меньшей степени сцементированы. Пригодными для использования в качестве формовочного материала (без предварительного рыхления) являются лишь отдельные слои. Мощность их редко превышает 4—5 м, при общей мощности песков и песчаников порядка 10—12 м. Выходы некоторых залежей прослежены на значительном протяжении, что дает основание предполагать распространение формовочных песков на большой площади.

Материалы поисково-разведочных работ позволяют выделить описанные ниже месторождения и выходы силурийских формовочных песков.

### Выходы песков в Кингисеппском районе

По берегам р. Луги в районе г. Кингисеппа, на участке протяженностью до 3 км, обнажается толща оболочных песков и песчаников (Вейхер и Самылкин, 1945ф). В северной части этой полосы песчаники залегают непосредственно под почвенно-растительным слоем.

Верхняя их часть мощностью до 1 м представлена очень мелкими песками марки К 100/200, весьма однородными, с концентрацией основной фракции до 89,22%. Ниже залегают в основном среднезернистые

пески мощностью 4—5 м, также однородные, марки К 50/100 с остатками на ситах 50, 70 и 100 от 64 до 89,7%. Иногда в песках отмечаются повышенные остатки крупных зерен на ситах 30 и 40 (до 15—20%). Пески имеют белый цвет, реже желтоватый и сероватый; содержат обломки *Obolus apollinis*, нередко плотно связаны известковистым цементом. Последнее обстоятельство требует тщательного изучения химического состава кингисеппских песков, однако в материалах поисковых работ химические анализы отсутствуют, что делает невозможной оценку их качества.

### Войбокальское месторождение

В районе ст. Войбокала нижнесилурийские пески обнажаются в долине р. Тешевки у с. Бабаново, на р. Войбокалке у сс. Пельгала и Горки и на р. Сари между сс. Горки и Бабаново (севернее ст. Войбокала). Эти обнажения иногда упоминаются (Вейхер, 1939ф; Вейхер и Самылкин, 1945ф) как отдельные месторождения — Бабановское, Горковское и р. Сари, хотя являются лишь участками одной залежи.

Бабановский участок представляет собой западную часть залежи, участок р. Сари — центральную, а Пельгала-Горковский — восточную. На месторождении неоднократно проводились поисковые работы до 1938 г.

Геологические условия всех участков аналогичны. Вскрыша представлена ледниковыми образованиями — валунным суглинком и глиной общей мощностью 1,5—4,5 м или глауконитовыми известняками, глауконитовыми глинами и диктионемовыми сланцами общей мощностью, в среднем, около 3,5 м.

Полезным ископаемым являются песчаники желтые, красные и фиолетовые, в верхней части слабые, ниже плотно сцементированные, местами с редкими тонкими прослоями серо-голубых глин. Иногда встречаются белые разности песчаников. Общая мощность песчаников 10—12 м.

На Бабановском участке площадь песчаников практически не ограничена, но в качестве формовочных песков пригодны лишь небольшие линзы, вследствие чего запасы их составляют только 22 тыс. т. На р. Сари выходы песчаников протяжением 3 км прослежены по обоим берегам, но запасы разрыхленных разностей тоже весьма ограничены (около 80 тыс. т). Запасы участка Пельгала—Горки не выявлены.

Для качества войбокальских песков характерны довольно выдержанный зерновой состав и изменчивое содержание глин. На Бабановском участке пески относятся к маркам Т 70/140 и 1К 70/140, содержание глины близко к 2%, газопроницаемость обычно от 50 до 90. Пески р. Сари сходны с бабановскими, но для них характерен повышенный остаток на сите 200, а содержание глины иногда достигает 5—7% (в среднем близко к 3%). Газопроницаемость обычно 40—80 и только в редких случаях достигает 90. Эти пески относятся к маркам Т 70/140 и Т 100/200.

У сс. Пельгала и Горки встречаются пески марок 1К 70/140, реже Т 70/140, иногда с повышенным остатком зерен на сите 50. Газопроницаемость песков обычно такая же, как и бабановских, но при повышенных остатках зерен на сите 50 она достигает 200. Химический состав:  $\text{SiO}_2$  97,37—98,64%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,4—0,8%; огнеупорность 1750—1770°. Сведения о минералогическом составе отсутствуют.

### Захожское месторождение

Установлено, что в основании разреза Захожского месторождения лежат кембрийские синие глины, над которыми развит комплекс кварцевых песков, иногда переходящих в песчаники, достигающие мощности 17 м. Песчаный комплекс условно разделяют на два горизонта: нижний — кембрийский и верхний — силурийский (оболовые слои).

В качестве стекольного сырья наибольшую ценность представляют кембрийские пески. Кроме них, продуктивными являются нижние слои оболовых песчаников; последние по качеству изменчивы, а в нижней части содержат прослои глин мощностью 0,2—1,15 м.

Верхние слои оболовых песчаников по минералогическому и гранулометрическому составу крайне неоднородны и являются вскрышной породой. К вскрыше относятся также четвертичные отложения. Общая мощность вскрыши до 4,5 м, мощность нижнесилурийских формовочных песков не превышает 4 м. Эти пески имеют серый или белый цвет и соответствуют марке 1К 70/140 с содержанием глины 0,4—0,7%, газопроницаемостью 105 и содержанием кремнезема 98,17—99,12%. Содержание  $Al_2O_3$  0,12—0,54%;  $Fe_2O_3$  0,17—0,44%; вредные примеси не определены. Пески представлены кварцем (98,2%) с единичными зернами полевого шпата и рудных минералов.

### Колчановское месторождение

Колчановские пески (участки Ребровский, Чернецкий) были разведаны как стекольное сырье в 1932 г. Одновременно было проведено опробование их в качестве формовочных (Пешехонов, 1932<sub>2</sub>ф). Этими работами установлены выходы оболового горизонта песков и песчаников по обе стороны железной дороги у ст. Колчаново на протяжении 2 км.

Полезным ископаемым являются мелкие кварцевые и тощие пески группы 70/140, реже 100/200. Они имеют белый, серый и розовый цвета. Нередко эти пески залегают среди диагонально-слоистых и неравномерно-зернистых песчаников, переслаивающихся с линзами серо-голубых глин. Мощность песков обычно достигает 3,5 м, мощность песчаников до 9 м. Кварцевые пески содержат глины 1—1,25%, тощие 3—7%. Газопроницаемость варьирует от 100 до 120, редко повышаясь до 163 или понижаясь до 33. Сведения о форме и размерах залежи отсутствуют.

Отмечены выходы аналогичных силурийских песков и песчаников в районе ст. Назия, с. Новая и у ст. Волховстрой на левом берегу р. Волхова в районе устья р. Ладожки (Староладожское месторождение); эти выходы не представляют большого интереса в отношении формовочных песков.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕСКОВ ДЕВОНСКОГО ВОЗРАСТА

Наибольшее количество поисковых и, особенно, разведочных работ на формовочные пески приурочено к области развития среднедевонских отложений. Здесь имеется значительное количество детально разведанных месторождений; некоторые из них разрабатываются (или разрабатывались) специально для нужд литейного производства. Наиболее ценные для промышленности месторождения среднезернистых песков принадлежат к оредежским и лужским слоям D<sub>2</sub>.

Материалы многочисленных поисковых и разведочных работ позволяют отметить некоторые характерные особенности среднедевонских формовочных песков. Среди последних преобладают мелкие слабо глинистые и реже кварцевые пески марок Т 70/140 и К 70/140 с линзами и гнездами среднезернистых песков, преимущественно слабо глинистых, марок Т 100/50 и Т 50/100, иногда кварцевых типа марок К 100/50 и К 50/100.

На некоторых месторождениях запасы среднезернистых кварцевых песков достигают значительных размеров, что имеет важное промышленное значение. Однако частое чередование песков различных марок не позволяет обеспечить при добыче постоянство физико-механических свойств, необходимое для формовочных смесей. Содержание кремнезема в среднедевонских кварцевых песках довольно высокое (преимущественно порядка 95—96%), но обычно ниже, чем в аналогичных песках кембрия и силура; лишь в редких случаях содержание  $\text{SiO}_2$  в девонских песках достигает 97—98%.

Из внешних признаков, характерных для девонских песков, необходимо отметить ясно выраженную косую слоистость и розоватую или желтоватую окраску; пески белого, серовато-белого и желтовато-белого цветов встречаются редко.

### Новинское месторождение

Месторождение расположено к югу от ст. Новинка, Оредежского района Ленинградской области. Оно разделяется р. Кремянкой на северную и южную части, причем северная часть пересекается железной дорогой, делящей ее на восточный и западный участки.

Месторождение открыто конторой Форморазведка в 1934 г. (Шаманин, 1935ф) и разведывалось ею в 1934—1935, 1937—1938, 1940 и 1949 гг. С 1938 г. оно разрабатывается Главлитмашем (б. Союзформолиты) специально для литейного производства. В настоящее время это месторождение является единственной местной базой кварцевых среднезернистых песков для ленинградских машиностроительных заводов.

Полезным ископаемым являются незакономерно изменчивые по зерновому составу мелкие и среднезернистые пески преимущественно марок К 70/140 и К 100/50 (Мурзаева и Троицкая, 1949ф). Слоистость толщи горизонтальная и косая с наклоном к югу под углом от 10 до 25°. Окраска песков неодинаковая: преобладают розовый и красный цвета, но встречаются также белый, желтый, оранжевый и фиолетовый. В песках иногда попадаются небольшие округлые включения красной глины и стяжения песков, сцементированных окислами железа. Мощность продуктивной толщи до 15 м.

Во вскрыше лежат валунные глины мощностью 0,5—2 м, флювиогляциальные и древнеаллювиальные пески и галечники мощностью до 10 м. Подстилающей породой служат красно-бурые глины с прослоями мергелей и мергелистых глин.

Продуктивная толща и подстилающие породы относятся к оредежским слоям нижней красноцветной толщи среднего девона. По схеме Л. Б. Рухина, толща формовочных песков входит в состав выделяемого им ящерского цикла, а подстилающие породы — верхов ифенского цикла. В целом залежь формовочных песков можно считать пластообразной. Преобладают в ней мелкие пески, но среднезернистые разности нередко занимают довольно большие участки со значительной мощностью. Отношение мощностей вскрыши и полезного ископаемого 1:3,7. Нижняя

часть песков обводнена, мощность сухих песков обычно меньше, чем обводненных.

Физико-механические свойства новинских песков характеризуются показателями, приведенными в табл. 42.

Таблица 42

| Марка     | Средние остатки в %<br>на стандартных ситах |      |      |      |      |                 | Глини-<br>стые<br>частицы<br>в % | Газопрони-<br>цаемость<br>при влаж-<br>ности |     |
|-----------|---------------------------------------------|------|------|------|------|-----------------|----------------------------------|----------------------------------------------|-----|
|           | 20, 30,<br>40                               | 50   | 70   | 100  | 140  | 200<br>и мельче |                                  | 2%                                           | 4%  |
|           |                                             |      |      |      |      |                 |                                  |                                              |     |
| 1К 50/100 | 11,7                                        | 29,1 | 33,8 | 16,9 | 8,5  | 2,6             | 1,0                              | 212                                          | 158 |
| 1К 100/50 | 6,3                                         | 18,9 | 36,3 | 24,4 | 10,8 | 2,4             | 1,0                              | 165                                          | 156 |
| 1К 70,140 | 5,1                                         | 13,9 | 30,6 | 27,8 | 17,7 | 3,9             | 0,7                              | 130                                          | 124 |
| 1К 140/70 | 5,3                                         | 13,3 | 19,6 | 29,8 | 28,4 | 4,5             | 0,9                              | 118                                          | 115 |

Из таблицы видно, что характер перехода одной марки в другую выражается в постепенном изменении величины остатков на смежных ситах. Особенно характерны для этих песков значительный остаток на сите 140 и обуславливаемая этим сравнительно малая величина газопроницаемости.

Химический состав песков характеризуется преобладающими значениями  $\text{SiO}_2$  97,5—98%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,2—0,3%;  $\text{CaO}+\text{MgO}$  0,4%; щелочи не обнаружены. Это позволяет относить их к первому классу кварцевых песков (1К). Огнеупорность песков 1750°.

Легкие минералы представлены кварцем (97,6—98,5%), полевыми шпатами (1,5—2,2%) и слюдой (0,1—0,2%). Среди тяжелых преобладают рудные минералы (65,9—83,1%) и слюда (11,8—21,1%). Содержание легких минералов 99,8—99,88%.

Наиболее перспективным в настоящее время является южный участок, запасы которого по категориям  $A_2+B$  составляют в необводненной части 935,6 тыс. т и в обводненной 1028,5 тыс. т. В их числе среднезернистые пески марок 1К 50/100 и 100/50 составляют соответственно 391,6 и 764,2 тыс. т, а всего 1155,8 тыс. т, т. е. около 60%. Запасы восточного участка северной части отрабатываются, а западный участок занят с. Новинка.

Пески пригодны для всех видов стального и чугунного литья и систематически добываются для заводов Ленинградской, Псковской и Новгородской областей. Частично они используются в Прибалтике и Карело-Финской ССР.

### Низовское месторождение

Месторождение расположено в 5—7 км к северу от ст. Низовская. Оно изучалось в 1931, 1936, 1937, 1938 г. и разрабатывалось до Великой Отечественной войны Красногвардейским (Гатчинским) промкомбинатом для нужд некоторых заводов Ленинграда.

Полезное ископаемое относится к ордежским слоям среднего девона (Курбако, 1938ф; Вейхер и Самылкин, 1945ф). Оно представлено кварце-

выми и слабо глинистыми песками белого, розоватого, сероватого или желтоватого цветов. Мощность песков варьирует от 1,3 до 4,25 м, а в среднем составляет 2,75—3 м. Главную массу полезного ископаемого составляют мелкие пески группы 70/140, но встречаются изредка и среднезернистые пески. Газопроницаемость песков обычно колеблется в пределах 132—191. По содержанию глины пески непостоянны и относятся то к кварцевым (глины 0,26—2%), то к тощим (глины 3—6%).

Изменение качества песков как по зерновому составу, так и по содержанию глины незакономерно. Химический состав характеризуется содержанием  $\text{SiO}_2$  95,56—96,6%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,4—0,6%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,8—2,4%;  $\text{CaO}$  0,40%;  $\text{MgO}$  от следов до 0,43%.

Вскрышей являются четвертичные моренные отложения мощностью от 0,75 до 2,25 м. Подстилающей породой служат пестроцветные среднедевонские глины. Значительная часть залежи обводнена и разработка велась только на повышенных участках ввиду невозможности дренажа.

Подсчитанные валовые запасы составляют 8—10 млн. т, но большая часть их находится ниже уровня грунтовых вод. Данные геолого-разведочных работ позволяют предполагать непосредственную связь Низовского месторождения с Толмачевским.

### Толмачевское месторождение

Месторождение расположено на расстоянии около 2 км к западу от ст. Толмачево и освещено геолого-поисковыми и разведочными работами в 1934, 1937, 1938 и 1939 г.

Полезное ископаемое представлено песками кварцевыми и слабо глинистыми, мелкими и реже среднезернистыми, белого, розового, сероватого и желтого цветов. Слоистость горизонтальная и косая с падением слоев к юго-востоку. В нижней части пески содержат округлые включения плотных глин и железистых стяжений диаметром 20—30 мм. Мощность песков от 14 до 29 м. По возрасту пески отнесены к ордежским слоям нижней красноцветной толщи среднего девона.

По зерновому составу пески обычно относятся к группе 70/140. Среднезернистые пески группы 50/100 встречаются в нижней части залежи. Газопроницаемость варьирует от 65 до 341 в зависимости от зернового состава. Содержание  $\text{SiO}_2$  около 98%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,2%; другие компоненты не определялись.

Вскрышей являются валунные глины и суглинки мощностью 3—12 м. Подстилающая порода — красные, пластичные или слабо песчаные глины. В песках встречены три водоносных горизонта, грунтовые воды содержатся также и во вскрыше.

Площадь залежи около 6 км<sup>2</sup>. Подсчитанные запасы составляют около 36 млн. т, но по ассортименту песков и горно-эксплуатационным условиям не имеют промышленного значения.

### Лужская группа месторождений

Наиболее характерно для этой группы месторождение Луга II, которое расположено на южной окраине г. Луги. Изучалось оно в 1926, 1929, 1932, 1933, 1937 и 1944 г. и представляет собой эрозионный останец среднедевонских пород, прикрытый четвертичными отложениями.

Полезным ископаемым является песок слабо глинистый (тощий), мелкий, слюдистый с редкими маломощными прослоями среднезернистого песка и с ожелезненными линзами глин. Мощность песков от 2—6 до 13 м. Они обычно представлены маркой Т 70/140 с содержанием глины 4—7,4% при газопроницаемости 102—176. Единичные пробы дают повышенный остаток зерен на сите 50 и маркируются Т 50/100, с газопроницаемостью до 300. Содержание  $\text{SiO}_2$  от 90,4 до 98%, преимущественно около 96%;  $\text{CaO} + \text{MgO}$  не более 0,45%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  около 0,2%.

Вокрышные породы представлены четвертичными отложениями (главным образом валунными глинами и гравелитами) и загрязненным слоем среднедевонского глинистого песка с прослоями гравия и ясно выраженной косою слоистостью. Грунтовые воды залегают не ближе 13 м от поверхности.

Запасы песков подсчитаны на площади 26 га по категории  $C_1$  в количестве 1300 тыс.  $\text{м}^3$ . Средняя мощность вскрыши 3 м, а полезного ископаемого 5 м.

Аналогичные пески разрабатывались до Великой Отечественной войны в районе ст. Луга I на юго-западной окраине г. Луги. Кроме того, в 1946 г. детально разведано Турово-Печерское месторождение, расположенное в 4 км к северо-востоку от г. Луги, с запасами в 3,4 млн. т слабо глинистых песков марок Т 70/140 и Т 50/100 (Баранов и Комелькова, 1947ф). Известно также крупное месторождение Липский Мост, содержащее аналогичные, но в основном среднезернистые и менее глинистые пески (Вейхер и Самылкин, 1945ф). Месторождение удалено от г. Луги на 14 км и от ближайшей железнодорожной ст. Толмачево на 10 км к югу. Поэтому практического интереса оно пока не представляет, если не считать возможности вывозки песка водным путем по р. Луге.

### Суйдинское месторождение

Месторождение расположено к югу от ст. Суйда, в районе 54-го км железной дороги (от Ленинграда). Оно изучалось в 1931 и 1934 г. и повторно обследовалось в 1949 г. (Маргулис, 1950ф).

Полезная толща предположительно относится к среднему девону. Она представлена пылевидными, слабо слюдистыми, слегка известковистыми глинистыми песками мощностью 0,5—3,0 м, имеющими яркую окраску, преимущественно красного тона. Эти формовочные пески заполняют неровности поверхности кровли нижележащих тощих мелких пылеватых песков, образуя линзообразные тела. В восточной части месторождения они имеют наибольшее площадное распространение и форму, близкую к типу сплошной пластообразной залежи.

По физико-механическим свойствам преобладают пески марок П 200/270 и Ж 200/270 с содержанием глины соответственно 17,6 и 24,2%. Выработкой, пройденной в заброшенном карьере в 1949 г., вскрыты пески, маркирующиеся ОЖ 200/270 и содержащие  $\text{SiO}_2$  74,26%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  11,38%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3,3%;  $\text{CaO}$  2,3%;  $\text{SO}_3$  0,003%; п. п. п. 4,2%. Небольшое число анализов на  $\text{CO}_2$  показывает, что содержание углекислоты возрастает с увеличением содержания глины и вызывается наличием мергелистого материала.

Пески прослежены на площади до 10 га, которая может быть расширена. Валовые запасы всех песков подсчитаны по категории  $C_1$  в количестве 131 тыс.  $\text{м}^3$  при мощности вскрыши 1,5 м, а песков — от 1 до 1,5 м.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕСКОВ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Песчаные образования в отложениях каменноугольного возраста известны в различных горизонтах. Наиболее интересные из них приурочены главным образом к песчано-глинистой (продуктивной) толще нижнего отдела карбона.

В отложениях продуктивной толщи в районе ст. Неболчи установлено широкое распространение кварцевых мелких песков марок 1К 70/140 и 2К 70/140, среди которых выделены небольшие месторождения среднезернистых песков марок 2К 50/100 и 2К 100/50, залегающих совместно с тощими марок Т 50/100 и Т 100/50. Пески, как правило, хорошо отсортированы, отличаются высоким содержанием кремнезема при малой засоренности вредными примесями. Интересно отметить, что тощие пески по механическому и минералогическому составу мало отличаются от кварцевых, а содержание кремнезема в тощих песках даже больше, чем в кварцевых.

В районе Фальково—Явосьма встречаются пески марки К 70/140, а в районе, тяготеющем к ст. Пикалево, — пески марок Т 100/200 и П 100/200, также с высоким содержанием кремнезема.

Однако, при довольно большом числе известных месторождений формовочных песков нижнего карбона, ни одно из них до сего времени не разрабатывается. Немаловажным обстоятельством, препятствующим использованию этих месторождений, являются неблагоприятные транспортные условия.

### Неболчская группа месторождений

К северу от ст. Неболчи, в бассейне р. Сясь и ее притоков рр. Крапивна, Тала и Шуя, известно несколько участков, сложенных кварцевыми песками нижнего карбона, рассматриваемых как самостоятельные месторождения (Вейхер, 1939ф; Голубева, 1948ф, 1949ф). Таких участков здесь насчитывается три: на р. Крапивна, у с. Мачеха и на возвышенности Марьина Гора (включая район у карьера стекольного завода «Белый бычок»). Участки носят названия, соответствующие этим пунктам. В 1935 г. изучался участок карьера «Белый бычок», в 1938 г. — Марьина Гора и частично Крапивненский, а в 1947 и 1948 г. — Мачехинский и Крапивненский.

### Крапивненское месторождение

Месторождение является самой северной точкой развития неболчских кварцевых песков и удалено от ст. Неболчи на 10—12 км.

Полезным ископаемым являются пески кварцевые, мелкие, с отдельными линзами среднезернистых тощих песков, относящихся к отложениям продуктивной толщи. Вскрышей являются четвертичные полевошпатовые пески, валунно-галечные отложения и моренная глина или суглинок, а подстилающей породой — глина нижней части разреза продуктивной толщи  $S_1$ .

Полезная толща образует пластообразную залежь с волнистой кровлей, сложенную мелкими песками марок 2К 70/140 и 2К 140/70, среди которых в виде отдельных небольших тел содержатся пески марок Т 50/100 и Т 100/50. Кварцевые пески характеризуются средним содержанием  $SiO_2$  96,36%;  $Al_2O_3$  1,13%;  $Fe_2O_3$  0,23%;  $CaO+MgO$  0,83%.

Огнеупорность песков всегда выше 1760°. Пески состоят из зерен кварца (иногда с примазками окислов железа), единичных зерен полевого шпата, слюды и рудных минералов. Крупные зерна кварца хорошо окатаны, мелкие — угловатые.

Запасы разведанного участка Крапивненского месторождения утверждены в ГКЗ по категории В в количестве около 1 млн. т, причем 61,4% составляют пески марок 2К 70/140 и 2К 140/70, а 38,6% — марок Т 50/100 и Т 100/50. Запасы категории С<sub>1</sub> утверждены в количестве 1,2 млн. т.

#### Мачехинское месторождение

Месторождение является ближайшим к ст. Неболчи (расстояние 6 км).

Оно наиболее интересно по ассортименту, так как содержит в основном среднезернистые пески, среди которых встречаются даже отдельные прослои крупных песков. Формовочные пески кварцевые и слабо глинистые, цвет белый или с желтоватым, красноватым и лиловатым оттенками. Мощность их от 12,45 до 20,75 м, в среднем около 16 м.

Вскрыша сложена четвертичными песками и валунным суглинком; мощность этих пород варьирует от 0,85 до 10,35 м. Подстилающей породой являются глинистые слои продуктивной толщи С<sub>1</sub>.

Полезное ископаемое представлено кварцевыми (класс 2К) и тощими (Т) песками группы 50/100 с линзами кварцевых песков группы 40/70 и 70/140. Пески марок Т 50/100 и Т 100/50 мало отличаются от кварцевых, поскольку среднее содержание глины в них 2,2%, содержание кремнезема выше, чем в кварцевых, минералогический состав идентичен, а огнеупорность в тех же пределах. Кроме того, в разрезах они перемежаются и во многих случаях трудно разделимы. Только величина газопроницаемости тощих песков не соответствует норме стандарта на кварцевые.

Концентрация основной фракции в кварцевых песках марок 2К 50/100 и 2К 100/50 в среднем 84,8%, содержание глины 1,6%, газопроницаемость 187. Тощие пески марок Т 50/100 и Т 100/50 отличаются немного меньшей концентрацией основной фракции (79,6%) и имеют газопроницаемость в пределах 136—165. Содержание кремнезема в кварцевых песках в среднем 96,8% (в тощих 97,2%); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,2—0,32%; CaO+MgO 0,84%; щелочи не определялись. Огнеупорность песков 1750—1760°.

Площадь месторождения 9,6 га. Запасы утверждены по категории А<sub>2</sub>+В в количестве 1193 тыс. т и по категории С<sub>1</sub> 729 тыс. т, в том числе кварцевые среднезернистые пески составляют 52—56%, тощие — свыше 30%, а мелкие пески — лишь около 15%. Несмотря на наличие тощих песков и малую величину газопроницаемости, Мачехинское месторождение представляет большую промышленную ценность и уступает только Новинскому.

#### Марьянское месторождение (Марьянское, Неболчское стекольное, Неболчское 2-е)

Месторождение является юго-западной оконечностью Неболчской группы и удалено от станции на 5—6 км. Залежь по форме приближается к очень крупной линзе. Пески мелкие марок 1К 70/140 и 1К 140/70.

Полезное ископаемое относится к продуктивной толще нижнего кар-

бона, мощность залежи достигает 20—22 м при мощности вскрыши от 3—7 до 15—20 м. Песок белый или слабо окрашенный в желтоватый и розоватый оттенки, мелкий (редко среднезернистый), иногда слабо глинистый, часто косослоистый с падением слоев к востоку под углом 2—15°. Содержание глины обычно не превосходит 0,5—1,5%, но в единичных случаях достигает 3,5—4%. Газопроницаемость, как правило, в пределах 150—170, иногда повышается до 200 или падает до 100. Содержание  $\text{SiO}_2$  98,95—99,87%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,2—0,3%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,02—0,1%. Вредные примеси не определялись. Кроме кварцевых зерен, содержится около 2% слюды и единичные зерна полевых шпатов. Пески могут представить большую ценность как стекольные, чем в качестве формовочных.

### **Фальковское месторождение**

Месторождение расположено в окрестностях с. Фальково, на левом берегу р. Паши, в 80 км севернее г. Тихвина. Ближайшая железнодорожная ст. Пикалево удалена от месторождения на 60 км. Изучение месторождения производилось в 1928, 1931—1932 и 1943—1944 г. (Вейхер и Самылкин, 1945ф).

Полезное ископаемое образует одно или, возможно, несколько пластообразных тел в песчано-глинистой продуктивной толще нижнего карбона. Залежь белого кварцевого песка мощностью от 3 до 18 м прослежена на 3 км. По зерновому составу песок мелкий марки 2К 70/140. Содержание  $\text{SiO}_2$  достигает 98,8—99,2%, но бывает и меньше (94,5—96%), содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  варьирует от 0,05 до 1,32%.

### **Пикалевское месторождение**

В районе ст. Пикалево известны выходы кварцевых песков, залегающих непосредственно под четвертичными отложениями на площади около 12 км<sup>2</sup> (Вейхер, 1939ф; Вейхер и Самылкин, 1945ф).

Эти пески, по мнению большинства авторов, можно отнести к отложениям продуктивной толщи  $S_1$ . Они образуют залежь в форме невыдержанного пластообразного тела с мощностью, меняющейся от 0,5 до 3,0 м. Пески очень мелкие, группы 100/200 с концентрацией зерен на ситах 100, 140, 200 до 80%, при максимуме (до 58%) остатка на сите 140. Газопроницаемость около 70, содержание глины от 2,4 до 16,2%. Таким образом, пески могут маркироваться в основном Т 100/200 и П 100/200, реже Т 70/140. Содержание  $\text{SiO}_2$  от 94,68 до 97,84%.

В районе с. Орехово стратиграфическое положение песков иное. Они залегают на известняках, условно относимых к окской свите. Мощность песков от 1,5 до 3 м. По форме это локальные линзы, чередующиеся в разрезе с прослоями песчаных и жирных глин серого и красноватого цветов или с прослоями карбонатных пород. Площадь отдельных песчаных тел не более 1—1,5 га. Концентрация зерен также соответствует группе 100/200, но преобладают остатки на сите 100. Содержание глины варьирует от 0,66 до 1,86%, газопроницаемость около 96. Эти пески относятся к кварцевым типа К 100/200.

### **МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕСКОВ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОЗРАСТА**

Среди четвертичных отложений наибольший интерес (в отношении формовочных песков) представляют камовые образования и так называемая локальная морена, развитая на площади Главного девонского поля.

Второстепенное значение могут иметь озовые образования и отложения древних береговых валов.

Глинистые формовочные пески локальной морены издавна нашли широкое применение в литейных цехах ленинградских заводов, несмотря на присущее им, как моренным образованиям, наличие гравийных зерен в количестве, превышающем норму стандарта. По содержанию глины эти пески относятся к классам жирных и очень жирных, реже — полужирных, а по зерновому составу соответствуют обычно группе 70/140, иногда 100/200 и 200/270.

Для моренных формовочных песков характерно распространение на значительной площади в виде разнообразных по форме и размеру залежей среди неоднородных песчано-глинистых моренных накоплений. В соответствии с условиями образования, эти залежи отличаются близостью к дневной поверхности и небольшой мощностью полезной толщи. Распределение различных качественных разновидностей совершенно беспорядочное как по простиранию, так и в глубину, что обуславливает незакономерную изменчивость продуктивной толщи по содержанию глины, а нередко и по зерновому составу и делает невозможным выделение отдельных слоев или участков, сложенных песками одной марки. Все это крайне затрудняет обеспечение необходимого для литейного производства постоянства технологических свойств добываемых песков. Из внешних особенностей моренных глинистых песков можно отметить отсутствие слоистости и красновато-бурую или коричневую окраску.

Совершенно очевидно образование моренных глинистых песков при участии песчаного материала среднего девона. На это указывает их литологическое родство как по зерновому составу, так и по окраске, а также приуроченность основного района распространения моренных формовочных песков (ст. Суйда — ст. Дивенская) к области широкого развития среднедевонской песчано-глинистой толщи.

Поисковыми работами отмечено значительное количество выходов глинистых песков локальной морены, однако разведаны только три месторождения (Дивенское, Дружносельское и Парушинское).

Камовые образования представлены преимущественно неоднородными гравелистыми песками, которые обычно используются как балластный материал. Однако среди них могут встречаться залежи хорошо отсортированных перемытых песков, пригодных для литейных нужд. Примером этого является открытое после Великой Отечественной войны Струго-Красненское месторождение кварцевых формовочных песков, расположенное в 10 км от давно известных в этом районе залежей балластных песков, также камовых, но крайне неоднородных.

Озы и отложения береговых валов не содержат формовочных песков, соответствующих по качеству нормам стандарта. Однако нестандартные пески некоторых залежей этих типов в разное время частично использовались для нужд литейного производства (например, Малуксинское и Калищенское месторождения). Вследствие этого описание их представляет некоторый интерес и приводится ниже. Из тех же соображений дана краткая характеристика современных морских прибрежных песков Финского залива, частично используемых в настоящее время вместо формовочных на нескольких ленинградских заводах.

#### **Дивенское месторождение**

Месторождение представляет собой ряд небольших участков вблизи ст. Дивенская, Гатчинского района Ленинградской области, где много-

численными геолого-разведочными работами 1929—1930, 1938, 1947 и 1951 гг. (Хахам, 1951ф) были выявлены залежи моренных глинистых формовочных песков.

Первоначально, в 1929—1930 гг., объектом разведочных работ являлись также слабо глинистые (тощие) пески нижележащей среднедевонской толщи, потерявшие впоследствии свое промышленное значение. Поскольку разведанная мощность девонских песков значительно превышала мощность моренных песков, это иногда являлось поводом для ошибочного отнесения всей продуктивной толщи Дивенского месторождения к среднему девону.

Полезным ископаемым являются глинистые формовочные пески преимущественно классов Ж и ОЖ, изредка П, по зерновому составу относящиеся к группе 70/140, иногда 100/200. Эти пески принадлежат к отложениям основной морены последней стадии валдайского оледенения (вюрм) и залегают непосредственно на толще среднедевонских песков под небольшим слоем почвы и суглинков. Мощность продуктивного слоя обычно до 1 м, редко до 2 м, при мощности вскрыши порядка 0,6—0,8 м. Нижняя часть залежи на некоторых участках обводнена.

Пески Дивенского месторождения около 20 лет широко используются для литейного производства, несмотря на то что по качеству они не всегда полностью соответствуют стандарту, вследствие повышенного остатка гравийных зерен, иногда превышающего норму (1%). Содержание глины закономерно изменяется в широких пределах от 12 до 45%, но большей частью превышает 20%.

Химический состав отличается высоким для глинистых песков содержанием кремнезема, в среднем от 79,96% в песках класса ОЖ до 88,90% в полужирных. Соответственно содержание  $Al_2O_3$  варьирует от 9,79 до 5,25%;  $Fe_2O_3$  3,63—1,86%;  $CaO+MgO$  1,20—0,48%; щелочей 2,65—1,91%. По минералогическому составу преобладают зерна кварца (даже в очень жирных песках — 71%), при значительном содержании слюды (до 19%) и полевых шпатов (до 9%).

Некоторые участки Дивенского месторождения выработаны, другие не имеют промышленного значения из-за мелкопнездового залегания полезного ископаемого. Можно отметить лишь три участка в 1,0—1,5 км к юго-западу от ст. Дивенская, где в 1947 г. разведаны запасы глинистых песков в количестве 288 тыс. т (не считая тощих), и два участка в 1—1,5 км к северо-северо-западу от станции, где в настоящее время ведется разработка на основе разведанных в 1951 г. запасов в количестве 231,4 тыс. т.

### Парушинское месторождение

Месторождение расположено северо-западнее Дивенского, в 5 км от железнодорожной ст. Строганово, на юго-западной окраине с. Парушино. Месторождение выявлено в 1949 г. и освещено поисковыми работами (Маргулис, 1950ф).

По условиям образования оно совершенно аналогично Дивенскому месторождению. Полезное ископаемое также принадлежит к локальной морене, и для него характерны те же условия залегания. Залежь имеет небольшую мощность, в среднем 0,9 м, при вскрыше 0,6 м и представлена песками марок ОЖ 70/140 и ОЖ 100/200, редко Ж 70/140, чередующимися в продуктивной толще закономерно. Нередки случаи превышения нормы стандарта по остатку на крупных ситах. Очень жирные пески

содержат  $\text{SiO}_2$  79,32%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  11,48%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3,16%;  $\text{CaO}+\text{MgO}$  1,14%;  $\text{SO}_3$  0,04%; содержание  $\text{SiO}_2$  в жирных песках повышается до 80,93—82,15%. Легкие минералы представлены кварцем (85,7%), полевыми шпатами (12,3%) и слюдой (2%). Из тяжелых минералов характерны слюда, рудные и гранат.

Валовые запасы месторождения на площади 53 га подсчитаны по категории  $C_1$  в количестве 730 тыс. т.

### Дружносельское месторождение

В 3 км к югу от ст. Сиверская, между совхозом Дружноселье и с. Большево, Гатчинского района Ленинградской области, находится Дружносельское месторождение, открытое в 1949 г. и детально разведанное в 1950 г. (Троицкая, 1951ф).

Полезное ископаемое представлено глинистыми песками локальной морены последней стадии валдайского оледенения. Условия залегания совершенно аналогичны Дивенскому и Парушинскому месторождениям. Пески имеют красновато-коричневый цвет и соответствуют в основной массе одной марке Ж 70/140, что является положительной чертой месторождения. Залежь имеет пластообразную форму с преобладающей мощностью 0,6—0,7 м при вскрыше 0,8—0,9 м. На значительной части площади отношение мощности вскрыши и полезного ископаемого более благоприятное и составляет около 1:1. Отрицательным фактором является наличие в продуктивном слое валунов, составляющих в среднем около 2% его объема.

Физико-механические свойства песков характеризуются концентрацией основной фракции в 49,5% при остатке на ситах 6+12+20 в среднем 0,7% и содержанием глины 24%, при прочности на сжатие  $0,8 \text{ кг/см}^2$ . Значительная часть песков содержит остатки на крупных ситах (зерна гравия) в размере, превышающем норму стандарта (до 2,5%). Содержание  $\text{SiO}_2$  варьирует от 74,8 до 83,4%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7,2—8,3%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3,96—4,10%;  $\text{CaO}+\text{MgO}$  1,26—2,84%; щелочей 2,07—2,79%. В минералогическом составе преобладающее значение имеют кварцевые зерна (88,5—89,4%). Из тяжелых минералов главную роль играют рудные и гранат. Огнеупорность песков от 1500 до 1610°. Пески пригодны для чугуна, что подтверждено проведенными технологическими испытаниями.

Запасы песков подсчитаны по категориям  $A_2+B$  на площади 53 га в количестве 803 тыс. т.

Небольшие гнездовые залежи аналогичных по качеству песков широко распространены в районе ст. Сиверская. Некоторые из них до Великой Отечественной войны разрабатывались и были известны под названием Сиверского месторождения.

### Струго-Красненское месторождение

Крупная песчаная залежь в 1,7 км к северо-западу от ст. Струги Красные (Псковская область) является пока единственным месторождением кварцевых формовочных песков, приуроченных к камовым образованиям. Месторождение открыто и разведано конторой Форморазведка в 1946—1948 гг. (Комелькова, 1949ф). Полезное ископаемое залегает непосредственно под почвенным слоем или под загрязненным верхним слоем неоднородного песка, обычно содержащего гравий, гальку и валуны. Мощность вскрыши варьирует от 0,1 до 7,9 м, в среднем составляя 2,2 м.

Полезное ископаемое представлено крупными и среднезернистыми камовыми песками, хорошо отсортированными и отмытыми, иногда включающими линзы и прослойки мелких песков. Общая мощность песков от 3 до 26,9 м, в среднем 14,8 м. В разрезе прослеживаются три зоны: верхняя — содержащая крупные пески, средняя — зона среднезернистых песков и нижняя — аналогичная верхней. Ниже залегают неоднородные пески и глины, являющиеся подстилающими породами. Нижняя зона имеет локальное распространение лишь на небольших участках, а верхняя и средняя выдержаны по всему месторождению, хотя мощность их резко варьирует. Средняя мощность верхней зоны 7,5 м, средней 8,7 м, нижней 7,2 м. Кровля толщи полезного ископаемого волнистая, повторяющая рельеф поверхности; абсолютные отметки ее 109,9—149,7 м; подошва также неровная.

По качеству крупные пески относятся к классам 3К и 4К группы 40/70, а среднезернистые к марке 3К 50/100, редко 3К 100/50. Крупные пески марок 3К 40/70 и 4К 40/70 характеризуются концентрацией основной фракции в среднем 76%, при преобладающем значении газопроницаемости 300—400 и содержании глины от 0,4 до 1%, в среднем 0,9%. Крупные пески марок 3К 70/40 и 4К 70/40 отличаются более высокой концентрацией основной фракции — в среднем 80,6%; газопроницаемость как у предыдущего типа. Разницы в содержании глины тоже почти нет.

Среднезернистые пески еще лучше отсортированы. Сумма остатков на ситах основной фракции 80—90%, в среднем 85,7%, содержание глины 0,2—1%, газопроницаемость преобладает 225—300.

По минералогическому составу в крупных песках содержится в среднем 94% кварца, в среднезернистых 95%. В нижнем горизонте крупных песков кварца немного больше, чем в верхних. Содержание полевых шпатов от 2 до 7%, в отдельных пробах обнаруживается до 1,5% карбонатов. Содержания тяжелых минералов меньше 1%, среди них главную часть составляют рудные минералы (до 50%), меньшее значение имеют гранат, ставролит и роговые обманки. Характерно, что в самых крупных фракциях содержание полевого шпата повышенное.

Крупные пески содержат (в %):  $\text{SiO}_2$  92,93—96,93, преобладает 93,2—94,4;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,91—2,56;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,54—1,59, преобладает около 1,5;  $\text{CaO} + \text{MgO}$  0,73—1,45, преобладает около 0,9; щелочей 0,03—1,64, преимущественно около 1,0. В среднезернистых песках содержание  $\text{SiO}_2$  несколько выше, преимущественно 94,92—95,92%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1,0—2,72%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,53—1,5%;  $\text{CaO} + \text{MgO}$  0,5—1,74%; щелочей 1,01—1,57%. Преобладающими значениями являются для  $\text{CaO} + \text{MgO}$  0,8%; для  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,3—1,4%, для щелочей 1,1%. Огнеупорность крупных песков от 1710 до 1760°, преобладает 1720—1730°, среднезернистых — от 1740 до 1760°.

Технологические испытания и пробная разработка крупных песков показали их пригодность для формовочных и стержневых смесей при всех видах чугунных отливок, включая крупные весом до 10,7 т. Среднезернистые пески для чугунного литья пригодны, а в стальном литье их применение ограничивается мелкими отливками при сухой формовке.

Разведанные запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 8,4 млн. т. Месторождение пока не разрабатывается, но имеет перспективы широкого использования в ближайшие годы.

### Малуксинское месторождение

Залежь гравелистых песков близ ст. Малукса, где разрабатываются два балластных карьера, изучалась в 1934, 1937 и 1939 г.

Полезное ископаемое считается озовым образованием. Песчаная толща представлена беспорядочным чередованием линз песков различного зернового состава, среди которых преобладают неоднородные крупные пески с гравием и галькой кристаллических пород. Мощность песчаной толщи до уровня грунтовых вод в среднем 8 м. Вскрышей является почвенный слой и глинистые пески средней мощностью 2,2 м. В подошве песков залегает морена, а еще ниже отложения среднего девона.

В отдельных линзах встречаются слабо отсортированные пески групп 40/20, 30/50, 40/70, 50/100 и 70/140 с достаточно высокой газопроницаемостью и низким содержанием глинистых частиц (до 1%). В минералогическом составе преобладают легкие минералы, среди которых зерна кварца составляют 62%, карбонаты 22,8%, полевые шпаты 11,6%, слюда 3%, глауконит 1,13%. Среди тяжелых минералов встречаются рудные (40%), гранат (26%), роговая обманка (17%), актинолит (17%).

Для химического состава характерно содержание  $\text{SiO}_2$  86,79%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  9,41%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,87%. Качество песков не соответствует стандарту по содержанию  $\text{SiO}_2$ , малой концентрации основной фракции и повышенным остаткам на крупных ситах. Эти пески до Великой Отечественной войны в небольшом количестве использовались для формовки с применением выборочной добычи и предварительного грохочения.

#### Калищенское месторождение

В 1940--1941 гг. изучались пески древних береговых валов в районе ст. Калише, а также развитые в 1,5--2 км к северу древние дюнные образования (Вейхер и Самылкин, 1945ф).

Дюнные пески залегают непосредственно на нижнекембрийских породах. Дюны занимают большую площадь и имеют высоту до 8 м. Слагающие дюны пески — белого цвета, с характерной пloyчатостью, мелкие и тонкозернистые, но с несколько повышенным содержанием полевых шпатов (до 1—2%). Лабораторные данные об их качестве не сохранились.

Отложения береговых валов древних четвертичных водоемов представлены песками или линзами гравия и гальки. Пески чаще всего крупные, реже совместно с ними встречаются грубозернистые, среднезернистые и даже мелкие пылеватые пески. Грубозернистые пески отличаются концентрацией зерен до 77,5% на ситах 20, 30, 40, газопроницаемостью до 1350 и содержанием глины 0,7%. Крупные пески имеют концентрацию основной фракции 89,5% на ситах 30, 40, 50 при газопроницаемости 950. Остатки на других ситах — в пределах норм стандарта. Среднезернистые пески соответствуют группе 50/100 с содержанием глины 0,1% и газопроницаемостью от 212 до 440.

Различные по качеству разновидности песков залегают в разрезе линзообразно. Мощность отдельных линзообразных тел не более 2,0 м при вскрыше 0,2—0,3 м.

В составе песков кварца 76%, полевых шпатов 19%, слюды 1,5%, рудных минералов 0,5%. В небольшом количестве содержатся рутил, циркон, гранат, турмалин, нефелин и другие минералы. Химический состав не изучен, но уже по минералогическим анализам ясно, что содержание кремнезема ниже норм стандарта.

Месторождение разрабатывалось для строительных нужд и для балласта железнодорожных путей. В небольшом количестве эти пески применялись в 1940 г. в литейных цехах для очистки отливок с помощью пескоструйных аппаратов.

### Морские пески Финского залива

Применяются в значительном количестве на некоторых заводах Ленинграда из-за недостатка доброкачественных крупных кварцевых песков и добываются непосредственно со дна Финского залива землесосными снарядами.

По качеству пески не соответствуют стандарту вследствие неоднородности зернового состава и неудовлетворительного химического состава. Основная масса их зерен концентрируется на ситах 20, 30, 40, 50 и 70, причем во всех случаях основная фракция распределена на 4—5 ситах; содержание глинистых частиц 0,5—0,8%; газопроницаемость от 492 до 780. Содержание  $\text{SiO}_2$  88%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  6%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3,2%;  $\text{CaO} + \text{MgO}$  около 2%.

Морские пески используются вместо формовочных в качестве наполнительных смесей для крупного чугунного литья. Можно указать на применение в литейных цехах других видов нестандартных четвертичных песков; например, в годы Великой Отечественной войны разрабатывались сосновские и полуостровские пески. Это объясняется только недостатком более доброкачественного материала.

### Заключение

Несмотря на многообразие песчаных отложений в составе толщ, слагающих Ленинградскую, Псковскую и Новгородскую области, литейное производство здесь не имеет сырьевой базы формовочных песков. Из годовой потребности примерно в 300 тыс. т формовочных песков заводы получают около 100 тыс. т местных песков из Новинского и Дивенского карьеров. Примерно столько же крупных и среднезернистых кварцевых песков двух высших классов завозится из Московской области (Люберецкий и Луховицкий карьеры Главлитмаша), а остальная потребность покрывается за счет песков нестандартного качества, главным образом морских.

Недостаток доброкачественных крупных кварцевых песков может быть в основном устранен путем разработки Струго-Красненского месторождения, после чего отпадет необходимость в завозе из Московской области песков Луховицкого карьера. Одновременно резко сократится использование нестандартных озовых и морских песков. Потребность в них сохранится только для наполнительных смесей при очень крупном чугунном литье, которое требует кварцевых песков группы 30/50, отсутствующих на Струго-Красненском месторождении.

Более сложной является задача удовлетворения потребности в кварцевых среднезернистых песках первых двух классов. Разведанные запасы этих песков невелики и выявлены только на двух месторождениях (Новинском и Мачехинском). Главным отрицательным фактором, препятствующим широкому использованию песков этих месторождений вместо дальнепривозных люберецких песков, является непостоянство зернового состава продуктивной толщи, обуславливающее малую и резко изменчивую величину газопроницаемости песков. Причиной этого является залегание среднезернистых песков в виде линз и гнезд среди основной массы песков, более мелких по зерновому составу или с повышенным содержанием глины.

Повидимому, вопрос об обеспечении литейного производства высококачественным местным кварцевым формовочным сырьем не может

быть окончательно разрешен без организации обогащения песков некоторых из перечисленных выше месторождений. Для получения среднезернистых песков марок 1К 50/100 и 1К 100/50 наиболее благоприятны месторождения среднего девона, нижнего карбона и, возможно, силура. Крупные пески марок К 30/50 или К 50/30 могут быть получены при обогащении каменных и оловянных песчано-гравийных отложений.

Целесообразно проведение дальнейших геолого-поисковых и разведочных работ на неизученной еще части рассматриваемой территории трех областей, поскольку работы прежних лет сосредоточивались только на узкой полосе, прилегающей к железнодорожной сети. В первую очередь можно рекомендовать для изучения песчано-глинистую толщу нижнего карбона, мало освещенные песчаные нижнесилурийские отложения Кингисеппского района и каменные образования.

---

## V. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

### МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

#### Введение

На рассматриваемой территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей минеральные воды имеют широкое распространение. Они приурочены не только к глубоко залегающим горизонтам палеозоя, но выходят на дневную поверхность и образуют известные минеральные источники в гг. Старой Руссе, Сольцах, Хилово и многих других местах.

Описание этих минеральных источников было дано В. А. Кротовой и Н. И. Толстихиным (1948) в I томе «Геологии СССР» по данным только мелкого бурения. Глубокие опорные скважины на рассматриваемой территории в то время закончены еще не были, поэтому подземные воды глубоких горизонтов палеозоя остались неосвещенными.

В период 1945—1950 гг. в связи с поисками нефти и газа на территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей было пройдено шесть глубоких скважин, которые дошли до кристаллического основания и впервые дали возможность получить характеристику подземных вод глубоких горизонтов палеозоя.

Поэтому, естественно, возникла необходимость освещения этих вод уже на основе фактического материала по бурению глубоких скважин.

На территории указанных трех областей в настоящее время пробурены и опробованы глубокие скважины в следующих пунктах:

|                        | Глубина скважины |
|------------------------|------------------|
| Сиверская . . . . .    | 477 м            |
| Порхон . . . . .       | 858 .            |
| Локно . . . . .        | 545 .            |
| Черская . . . . .      | 864 .            |
| Старая Русса . . . . . | 964 .            |
| Валдай . . . . .       | 1 671 .          |

Наиболее полное опробование подземных вод было проведено в Валдайской скважине. Скважина у ст. Черской опробована не была. В скважине Старой Руссы все водоносные слои от среднего девона до нижнего кембрия включительно были опробованы совместно, что не позволяет использовать ее для характеристики отдельных водоносных горизонтов.

#### Характеристика минеральных вод

Описываемая территория расположена на юго-восточном склоне Балтийского кристаллического щита.

На севере отложения палеозоя ограничиваются выходами кристаллических и метаморфических пород докембрия, на размытой поверхности

которых и залегает рассматриваемая осадочная толща. По мере движения к югу и особенно к юго-востоку происходит постепенное погружение кристаллического основания, сопровождающееся, как это показывает табл. 43, увеличением мощности палеозойских осадков.

Таблица 43

| Пункты                 | Абс. отм. устья скважины в м | Кристаллическое основание |                       |
|------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|                        |                              | глубина залегания в м     | абс. отм. (минус) в м |
| Ленинград . . . . .    | 3,60                         | 200                       | 196                   |
| Сиверская . . . . .    | 80,60                        | 471                       | 391                   |
| Порхов . . . . .       | 50,97                        | 830                       | 779                   |
| Старая Русса . . . . . | 22,83                        | 920                       | 897                   |
| Валдай . . . . .       | 195,72                       | Более 1 671               | Менее 1 475           |

Подземные воды приурочиваются ко всем стратиграфическим комплексам пород и характеризуются большим разнообразием условий циркуляции, химического состава, напора и дебита. В распределении подземных вод по химическому облику намечаются ясно выраженные вертикальная и горизонтальная зональности, обусловленные главным образом глубиной залегания водоносных слоев. Роль структурных особенностей, тектонических трещин, состава пород, условий питания и дренажа подземных вод проявляется при этом особенно отчетливо.

#### ВОДЫ ДОКЕМБРИЯ

Кристаллические и метаморфические породы докембрия характеризуются значительной трещиноватостью и связанной с ней водоносностью. Наиболее водообильной является верхняя разрушенная зона гранитов рапакиви, которая питает эксплуатационные скважины, обеспечивающие водоснабжение г. Выборга.

Породы докембрия водоносны не только в северной части Карельского перешейка, где они выходят на дневную поверхность, но и в более южных районах описываемой территории, где эти породы лежат на большой глубине. Последнее подтверждается тем, что в Минской опорной скважине при бурении в кристаллических породах, залегающих на глубине 585 м, наблюдалось резкое поглощение глинистого раствора. Воды докембрия на описываемой территории не изучены. Залегание на размытой поверхности докембрийского фундамента водоносных нижнекембрийских песков и песчаников дает возможность предполагать непосредственную связь вод докембрийских пород с водами нижнего кембрия, представляющими с ними единый водоносный горизонт. Поэтому по химическому составу воды докембрия будут аналогичны водам покрывающих их песков и песчаников.

#### ВОДЫ КЕМБРИЯ

На описываемой территории отложения кембрия представлены следующими горизонтами: 1) нижнекембрийскими (гдовские слои) песками и песчаниками с прослоями глин общей мощностью от 50 до 100 м, а в г. Валдае более 225 м; 2) ламинаритовыми и синими нижнекембрийскими глинами с прослоями песчаников общей мощностью от 100 до 250 м; 3) эофитоновыми, фукоидными и оболочными песками и песчаниками кембрия и нижнего силура общей мощностью 50—100 м.

Воды нижнекембрийских песчаников (гдовские слои). В районе Ленинграда нижнекембрийские пески и песчаники лежат на глубине около 100 м и включают в себе соленые воды с су-

хим остатком от 2 до 4 г/л. К западу минерализация их постепенно уменьшается, и в г. Таллине воды этих песчаников, залегающих на глубине около 50 м, становятся уже совершенно пресными (сухой остаток 0,3—0,5 г/л) и широко используются для питьевого водоснабжения. В южном и юго-восточном направлениях глубина залегания этого водоносного горизонта увеличивается, а вместе с ней возрастает и минерализация воды.

На Сясьском бумажном комбинате, расположенном на юго-восточном берегу Ладожского озера, минерализация вод нижнекембрийских песчаников увеличивается до 6,7 г/л, а в Сиверской—до 11,6 г/л. В Порховской скважине воды нижнекембрийского горизонта, залегающего на глубине 775 м, дали фонтан минерализованной воды с дебитом 23 л/сек, давлением на манометр в устье скважины 7 ат (абсолютная отметка устья скважины 50,97 м), сухим остатком 49 г/л и температурой 30° (Корженевская и др., 1949ф).

В скважине ст. Локно этот водоносный горизонт залегает на глубине 440 м и также содержит минерализованные воды с сухим остатком 53 г/л. В Валдайской скважине нижнекембрийские песчаники были встречены на глубине 1446 м и дали уже высококонцентрированные хлор-натриевые рассолы с сухим остатком 183 г/л и статическим уровнем на 45,88 м выше уровня моря (абсолютная отметка устья скважины 195,7 м).

Движение воды в песчаниках происходит главным образом по трещинам, тогда как в песках перемещение ее осуществляется по порам. Нижнекембрийские пески и песчаники, заключающие в себе прослой и линзы глин, представляют собой довольно сложный комплекс и образуют этажные трещинно-пластовые и пластовые высоконапорные воды. К югу и юго-востоку, вместе с увеличением глубины залегания этого горизонта, происходит увеличение напора подземных вод.

В Ленинграде вследствие длительной эксплуатации нижнекембрийского водоносного горизонта большим количеством скважин (более 120) создалась обширная депрессионная воронка и уровень воды находится на 5—10 м ниже уровня моря.

В 1942—1943 гг. в период блокады Ленинграда, когда эксплуатация большинства скважин прекратилась, депрессионная воронка исчезла, уровень воды в скважинах поднялся выше дневной поверхности и многие скважины снова начали фонтанировать.

Величина напора вод нижнекембрийского водоносного горизонта в разных точках описываемой территории характеризуется данными, приведенными в табл. 44. Воды указанных в таблице пунктов имеют различную степень минерализации и обладают неодинаковым объемным весом.

В Ленинграде и на Сясьском комбинате эти воды сравнительно слабо минерализованы и объемный вес их близок к единице. В г. Порхове объемный вес их достигает 1,036, а в г. Валдае 1,130. Поэтому при сопоставлении их гидростатических уровней получается искаженная картина, показывающая, что максимальный уровень подземных вод нижнекембрийского горизонта приурочен к району г. Порхова, откуда он резко падает к северу и востоку.

Так как давление столба жидкости зависит от ее объемного веса, для сопоставления гидростатических уровней подземных вод разной концентрации их необходимо привести к уровню пресных вод, имеющих объемный вес, близкий к единице.

Таблица 44

| Местоположение скважин | Глубина залегания в м        |                          | Абс. отм. в м |                          | Объемный вес воды в г/см <sup>3</sup> | Абс. отм. статического уровня, приведенная к уровню пресных вод |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                        | кровли водоносного горизонта | статического уровня воды | устья скважин | статического уровня воды |                                       |                                                                 |
| Ленинград . . . . .    | 158                          | Фонтан                   | 3,60          | Около 5                  | 1,003                                 | 5                                                               |
| Сясьский комбинат      | 191                          |                          | 12,58         | Около 13                 | 1,005                                 | 14                                                              |
| Сиверская . . . . .    | 410                          | 39                       | 80,60         | 41                       | 1,007                                 | 45                                                              |
| Порхов . . . . .       | 775                          | Фонтан                   | 50,97         | 121                      | 1,036                                 | 151                                                             |
| Валдай . . . . .       | 1 446                        | 150                      | 195,72        | 46                       | 1,130                                 | 214                                                             |

Результаты такого пересчета приведены в последней графе табл. 44. Полученные величины дают уже совершенно другую картину распределения гидростатических уровней нижекембрийского горизонта на изучаемой территории.

На основе этих данных построена карта пьезометрического уровня подземных вод нижекембрийских песчаников (рис. 19). Она показывает, что подземные воды нижекембрийского горизонта движутся на северо-запад, к Балтийскому морю, Финскому заливу и Ладожскому озеру, которые дренируют их.

Большой интерес представляют вопросы питания и минерализации подземных вод нижекембрийских песков и песчаников, пока еще не получившие удовлетворительного разрешения.

Многие ученые не допускали возможности проникновения в нижекембрийский водоносный горизонт вод из вышележащих пород к югу от Ленинграда. Так, Струве считал, что источником засоления вод нижекембрийских песчаников являются ювенильные воды. Гроссе основную роль в засолении этих вод отводил процессам выщелачивания солей из кембрийских глин. К такому же выводу пришел и А. А. Иностранцев (1885, 1912), считавший, что область питания артезианских вод нижнего кембрия находится на Карельском перешейке. Н. Ф. Погребов (1936) указывал, что область питания подземных вод нижекембрийского артезианского бассейна надо искать на юге, в районе выходов кембрийских пород — в Минской и Псковской областях, а также по рр. Волхову и Ловати; он допускал возможность связи минерализованных вод нижнего кембрия с водами девонских отложений.

В последнее время была выдвинута теория первичной минерализации подземных вод нижекембрийского артезианского бассейна, которые рассматриваются как погребенные реликтовые воды, метаморфизованные вследствие примешивания пресных вод и выщелачивания пород в зонах интенсивной циркуляции подземных вод (Сазонов, 1946ф; Архангельский, 1947ф; Мейер, 1949ф).

В северной части Карельского перешейка нижекембрийские пески и песчаники выходят на дневную поверхность на абсолютных отметках до 50 м (ст. Кивиниemi). Поэтому они могут питаться не только сверху за счет проникновения атмосферных вод, но также и снизу за счет поступления в песчаники трещинных вод из подстилающих их кристалли-

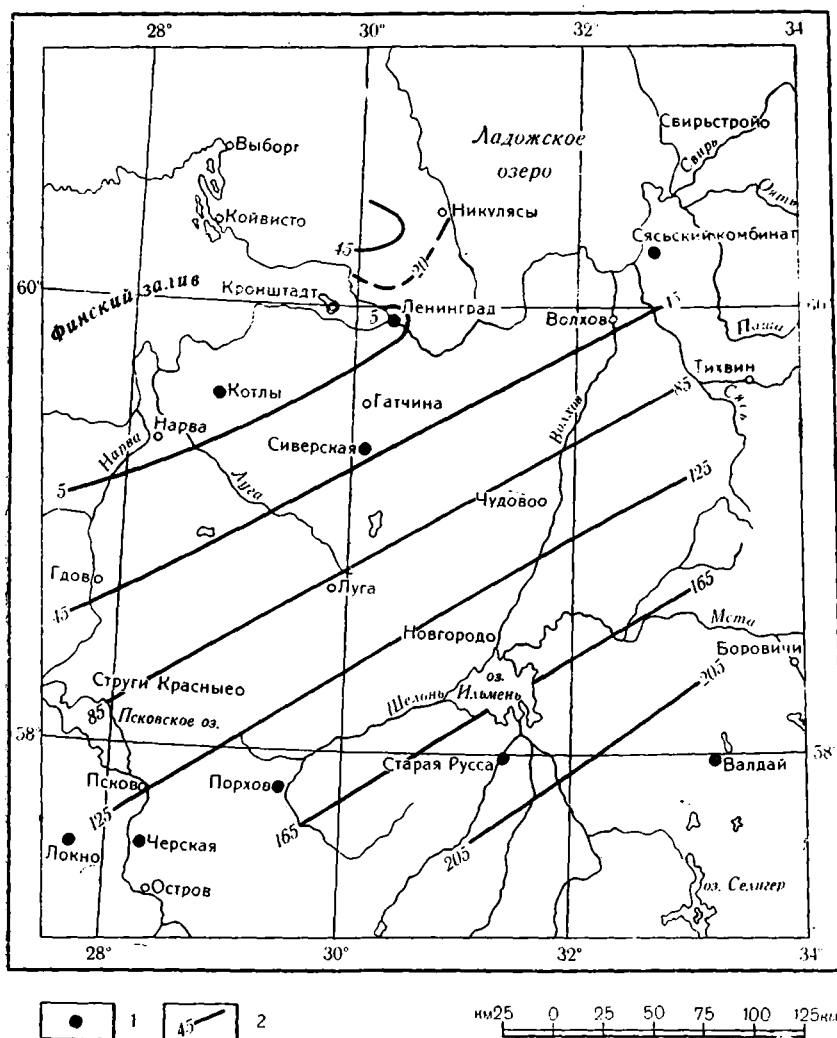


Рис. 19. Карта пьезометрического уровня напорных вод нижнекембрийского горизонта

1—глубокие скважины; 2—пьезогипсы в абсолютных отметках

ческих пород, выходы которых широко развиты в прилегающей части Финляндии.

Питание нижнекембрийского водоносного горизонта происходит с севера. Это довольно резко проявляется и в степени минерализации вод нижнекембрийских песчаников. По мере движения на север, к области питания, лежащей вдоль южной границы выходов кристаллических пород Карельского перешейка, эти воды становятся все менее минерализованными, и в районе ст. Сосново сухой остаток падает в них до 0,170 г/л.

Не менее показательно в этом отношении и поведение пьезометрического уровня этого водоносного горизонта, который, по данным В. В. Сазонова (1946ф), на Карельском перешейке повторяет современный рельеф и поднимается в Кивиниеми до 10,3 м, в Сосово до 51,3 м и в Грузино до 53,0 м над уровнем Балтийского моря.

Таким образом, скважины, пройденные в районе Карельской возвышенности, сложенной четвертичными образованиями, имеют наиболее высокие пьезометрические уровни воды нижнекембрийских песчаников, достигающие 40—50 м абсолютной высоты. По мере понижения современного рельефа к Ладожскому озеру и Финскому заливу уменьшаются и абсолютные отметки пьезометрического уровня воды нижнекембрийского водоносного горизонта (г. Сестрорецк 15 м, Медвежий Стан 5 м, с. Озерки 4 м). Уровень подземных вод четвертичных отложений Карельского перешейка также изменяется соответственно рельефу дневной поверхности.

Эти обстоятельства указывают на то, что хотя водоносный горизонт нижнего кембрия залегает здесь под 50—100-метровой толщей нижнекембрийских глин, но гидравлически он связан с водами четвертичной толщи.

К юго-востоку и к северу от Финского залива отметки пьезометрического уровня вод нижнекембрийского водоносного горизонта довольно резко и закономерно увеличиваются (см. рис. 19). Это обстоятельство является достаточным основанием для утверждения, что Финский залив дренирует этот водоносный горизонт. Если к этому прибавить, что глубина Финского залива и Ладожского озера достигает 100 м, а глубина залегания нижнекембрийского водоносного горизонта в Таллине составляет около 50 м и в Ленинграде около 100 м, то сделанный нами вывод представляется вполне обоснованным, так как при южном падении пород под углом 12—15' вполне обеспечивается выход нижнекембрийских песчаников на дне как залива, так и озера.

Балтийское море имеет глубину более 200 м, прорезает толщу палеозоя вкрест простираения пород и также дренирует этот водоносный горизонт.

Приведенные данные показывают, что нижнекембрийский водоносный горизонт имеет две области питания: одну на севере (Карельский перешеек), а другую на юго-востоке. Карельский перешеек представляет собой местную область питания. Ее влияние не распространяется на территорию, расположенную к югу от Ленинграда, Финского залива и Ладожского озера, в пределах которой подземный поток движется к северу и северо-западу и несет соленые воды. Основная область питания описываемого водоносного горизонта, обеспечивающая непрерывный приток соленых вод к району Ленинграда, располагается к юго-востоку от него, на территории Русской платформы.

Большой интерес представляет также вопрос об источниках минерализации вод нижнекембрийских песчаников.

А. А. Иностранцев (1885) считал, что засоление вод этого горизонта происходит за счет растворения рассеянных включений соли в самих нижнекембрийских породах. Н. Ф. Погребов (1936) и Н. Скупин (1927) связывали минерализацию вод нижнекембрийских песчаников с наличием крупных залежей каменной соли в породах, подстилающих среднедевонские отложения, и с проникновением рассолов по трещинам разлома.

Основной ошибкой этих и других ученых являлось то, что движение подземных вод они принимали по падению слоев с северо-запада на юго-восток, где воды, по их мнению, постепенно обогащались солями и в районе Старой Руссы поднимались на поверхность, образуя известные соляные источники.

В настоящее время в результате проходки на Русской платформе целого ряда глубоких скважин установлено повсеместное распространение высококонцентрированных хлор-натриевых рассолов, которые приурочены к толще пород палеозоя, залегающей на глубине более 500—800 м. Поэтому стало совершенно ясным, что засоление подземных вод нижнекембрийского горизонта связано не с отдельными скоплениями соли, как это считалось ранее. Формирование высококонцентрированных рассолов хлор-натриевого типа обуславливается соответствующей восстановительной геохимической обстановкой, присущей только глубоко залегающим водоносным горизонтам, слабо связанным с дневной поверхностью. Примером последовательного изменения химического состава подземных вод с глубиной может служить Валдайская опорная скважина (рис. 20).

Образовавшиеся на глубине рассолы медленно перемещаются к областям разгрузки, одной из которых является Балтийское море (Гатальский, 1948ф и 1949ф).

В районе Валдая карбоновый уступ, достигающий высоты 200 м, резко обрывается к Ильменско-Волховской впадине, имеющей абсолютные отметки 18—30 м. Это обстоятельство ведет за собой резкое падение в этом направлении уровня подземных вод девона, дренируемых местной речной сетью, что приводит к резкому увеличению разности напоров между глубоко залегающими водами нижнекембрийского горизонта и водами девонских отложений. Поэтому в Старой Руссе воды кембрия испытывают избыточное давление в 10 ат, которое было измерено манометром на устье опорной скважины. Под влиянием этого давления воды кембрия по широко развитым на этой территории тектоническим трещинам северо-восточного простирания поступают в вышележащие горизонты, засоляют их и, поднимаясь на поверхность, образуют соляные источники в Старой Руссе, Сольцах и других местах.

Разгружаясь вдоль Ильменско-Волховской впадины, воды нижнего кембрия далее к северо-западу от нее вовлекаются уже в зону более интенсивного водообмена и постепенно уменьшают свою минерализацию (Гатальский, 1948ф). К западу от впадины Чудского озера, где глубина залегания нижнего кембрия уменьшается до 100—200 м, водоносный горизонт нижнекембрийских песчаников вовлекается в зону интенсивного водообмена и совершенно опресняется (сухой остаток 0,3—0,5 г/л).

Изложенная схема питания, дренажа и минерализации подземных вод нижнекембрийского горизонта подтверждается картами пьезометрического уровня и минерализации этого горизонта (рис. 19 и 21).

Данные химических анализов вод нижнекембрийских песчаников, произведенных в лабораториях ВНИГРИ и ВСЕГЕИ, приведены в табл. 45. Эти данные указывают на резко выраженную закономерность увеличения степени минерализации подземных вод нижнего кембрия по мере его погружения к югу и юго-востоку, что также наглядно представлено на рис. 21.

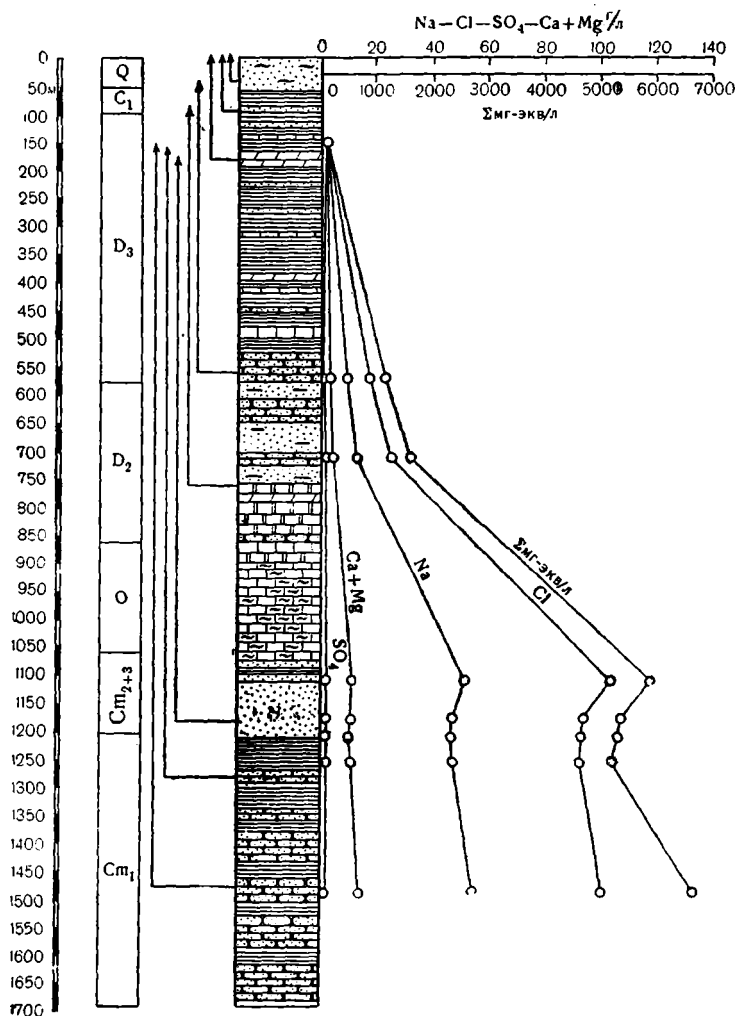


Рис. 20. Гидрогеологический разрез Валдайской скважины

В Старой Руссе воды этого горизонта были опробованы совместно с водами ордовика и среднего девона. Они дали фонтан с расходом 70 л/сек и гидростатическим давлением на манометр в устье скважины 10 ат.

Иод и сероводород в водах нижнекембрийского горизонта отсутствуют. Содержание брома составляет в Сиверской 20, в Порхове 112 и Валдае 480 мг/л. Все известные газопроявления в скважинах связаны с выделением газов, растворенных в воде. Дебит свободно выделяю-

| Местоположение скважин             | Глубина залегания кровли водоносного горизонта в м | Сухой остаток в г/л | Химический состав в мг/л, мг-экв и % мг-экв |                  |                  |                               |                 |                               |         |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------|
|                                    |                                                    |                     | Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>            | Mg <sup>++</sup> | Ca <sup>++</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>''</sup> | Cl <sup>'</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup> | Σ       |
| Ленинград, скв. Геолкома . . . . . | 130                                                | 4,2                 | 1 374                                       | 78               | 144              | 18                            | 2 493           | 152                           | 4 183   |
|                                    |                                                    |                     | 59,38                                       | 6,43             | 7,18             | 0,36                          | 70,30           | 2,33                          | 146     |
|                                    |                                                    |                     | 40,65                                       | 4,40             | 4,95             | 0,30                          | 48,15           | 1,55                          | 100     |
| Сиверская . . . . .                | 410                                                | 11,6                | 3 314                                       | 313              | 759              | 22                            | 7 175           | 73                            | 11 620  |
|                                    |                                                    |                     | 139,76                                      | 26,05            | 37,95            | 0,45                          | 202,11          | 1,20                          | 407     |
|                                    |                                                    |                     | 58,60                                       | 6,37             | 18,66            | 0,20                          | 99,20           | 0,60                          | 100     |
| Порхов . . . . .                   | 775                                                | 49,2                | 14 918                                      | 995              | 2 922            | 694                           | 80 562          | 166                           | 50 173  |
|                                    |                                                    |                     | 648,95                                      | 81,75            | 145,78           | 14,43                         | 861,84          | 2,71                          | 1 756   |
|                                    |                                                    |                     | 74,04                                       | 9,33             | 16,63            | 1,64                          | 98,06           | 0,30                          | 100     |
| Локно . . . . .                    | 490                                                | 53,1                | 16 259                                      | 1 162            | 3 296            | 2 221                         | 32 552          | 97                            | 55 538  |
|                                    |                                                    |                     | 707,28                                      | 95,43            | 164,45           | 46,20                         | 917,96          | 1,58                          | 1 933   |
|                                    |                                                    |                     | 73,14                                       | 9,86             | 17,00            | 4,79                          | 95,05           | 0,16                          | 100     |
| Валдай . . . . .                   | 1 446                                              | 182,8               | 54 680                                      | 3 530            | 10 980           | 330                           | 112 750         | 60                            | 182 400 |
|                                    |                                                    |                     | 2 365,40                                    | 280,16           | 547,81           | 6,86                          | 3 179,54        | 0,97                          | 6 387   |
|                                    |                                                    |                     | 74,07                                       | 8,77             | 17,16            | 0,21                          | 99,58           | 0,03                          | 100     |
| Старая Русса . . . . .             | 358<br>(D <sub>2</sub> + Cm <sub>1</sub> )         | 73,3                | 25 553                                      | 663              | 1 999            | 747                           | 44 304          | 85                            | 73 308  |
|                                    |                                                    |                     | 1 111,00                                    | 54,50            | 99,50            | 15,60                         | 1 248,00        | 1,40                          | 2 530   |
|                                    |                                                    |                     | 87,62                                       | 4,32             | 8,06             | 1,26                          | 98,66           | 0,08                          | 100     |

щихся газов очень мал и не превышает нескольких кубических метров в сутки. Газы азотные с незначительным содержанием метана и повышенным содержанием гелия. Они характеризуются небольшой упругостью, слабо обогащены биогенным азотом и находятся в растворенном состоянии.

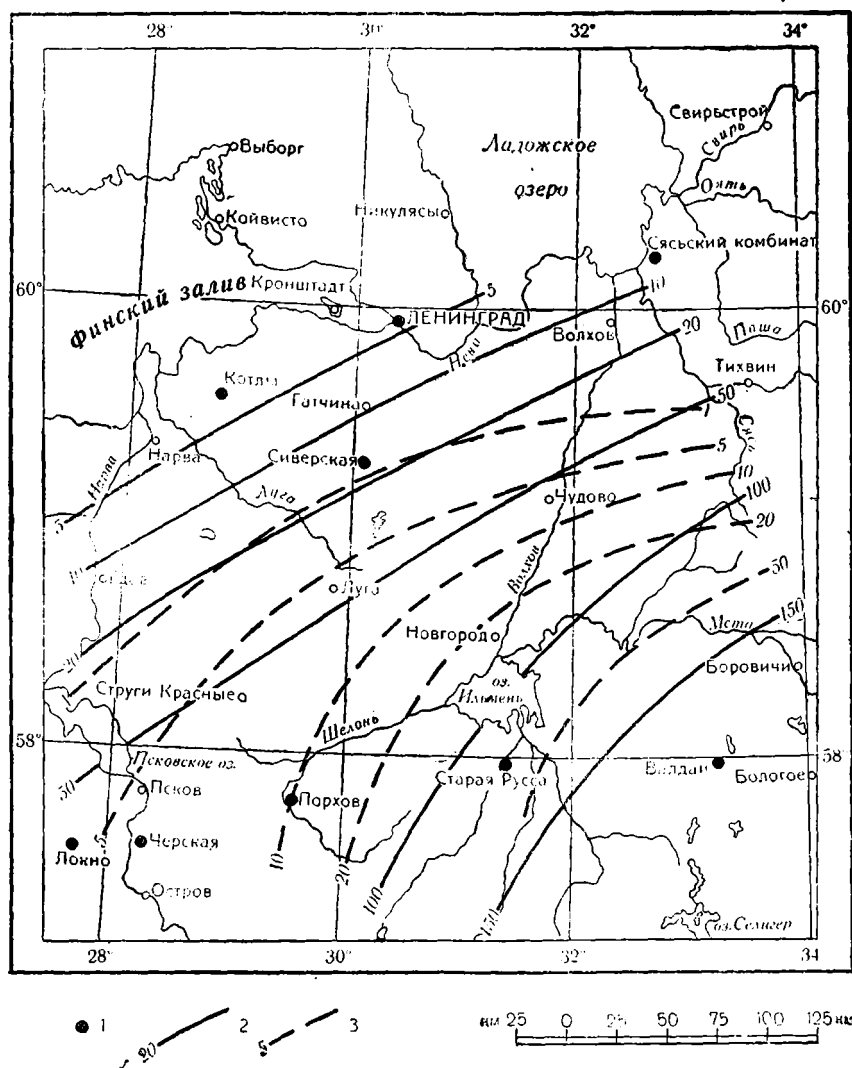


Рис. 21. Карта минерализации подземных вод нижнекембрийских песчаников и нижнесилурийских известняков

1—глубокие скважины. Изолинии минерализации подземных вод в г/л: 2—нижнекембрийских песчаников, 3—нижнесилурийских известняков

Состав растворенного газа нижнекембрийского горизонта (в объемных %) характеризуется данными, приведенными в табл. 46.

Кроме описанного мощного водоносного горизонта, залегающего под ламинаритовыми глинами, на границе ламинаритовых и синих глин нижнего кембрия прослеживается несколько тонких слоев водоносных песча-

ников, получивших название надляминаритового водоносного горизонта. Эти песчаники имеют мощность от 1—2 до 10—15 м и хорошо прослеживаются от г. Лигово до г. Кингисеппа, где они содержат пресные напорные воды и служат источником питьевого водоснабжения многочисленных населенных пунктов южного побережья Финского залива.

Таблица 46

| Местоположение скважин | H <sub>2</sub> S+CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> +редкие газы | Содержание от суммы N <sub>2</sub> +редкие газы |        |
|------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|--------|
|                        |                                  |                 |                             | Ar+Kr+Xe                                        | He+Ne  |
| Ленинград . . . . .    | —                                | —               | 100                         | 1,15                                            | Повыш. |
| Сясьский комбинат . .  | 13,62                            | 8,71            | 77,67                       | 1,263                                           | 0,079  |
| Порхов . . . . .       | 2,81                             | Менее 0,1       | 97,19                       | 1,137                                           | Повыш. |
| Старая Русса . . . . . | 7,00                             | 3,10            | 89,9                        | 1,070                                           |        |
| Валдай . . . . .       | 4,10                             | Менее 0,1       | 95,90                       | 0,944                                           | 0,114  |

Дебит скважин, питающихся этим горизонтом, колеблется от 0,2—0,5 до 1,0 л/сек. Минерализация вод надляминаритового горизонта закономерно возрастает к югу и юго-востоку. Содержание в воде сухого остатка в скважине на ст. Котлы составляет 0,46, на ст. Стрельне 0,94 и на ст. Володарской 1,12 г/л. Водоносный горизонт надляминаритовых песчаников хорошо выдерживается на всей описываемой территории.

В Порховской скважине он был встречен в интервале 646—680 м и дал фонтан соленой воды с дебитом 1 л/сек, сухим остатком 26,6 г/л, температурой 19° и давлением на манометр 2 ат (Корженевская и др., 1949ф). По другим глубоким скважинам данные по опробованию этого горизонта отсутствуют.

Воды средне- и верхнекембрийских песков и песчаников. На нижнекембрийских синих глинах лежит небольшой слой мелкозернистых эофитоновых песков нижнего кембрия, на размытой поверхности которых залегают среднекембрийские фукоидные пески и песчаники, вверху переходящие в оболовые пески верхнего кембрия.

На севере, в глубоких долинах рек, прорезающих высокий абразионный уступ нижнесилурийских известняков (глинт), с этими песками и песчаниками связан целый ряд пресных источников с дебитом до 1—2 л/сек. К югу и юго-востоку средне- и верхнекембрийские пески и песчаники погружаются под покрывающие их нижнесилурийские известняки и вскрываются скважинами. Минерализация их вод в этом направлении также постепенно увеличивается.

В районе Гдовских сланцевых шахт пески и песчаники среднего и верхнего кембрия, залегающие на глубине 100—120 м, достигают мощности 35 м и содержат пресные воды, пригодные для питьевого водоснабжения. В г. Чудово эти пески были встречены на глубине 282 м и дали фонтан горько-соленой воды. На ст. Черской они залегают на глубине 407 м и представлены преимущественно глинами.

В г. Порхове средне- и верхнекембрийские пески и песчаники лежат на глубине 543 м и имеют мощность 52 м. В этой скважине они дали фонтан соленой воды с дебитом около 1 л/сек, минерализацией 14,6 г/л и давлением на манометр 2 ат. В Валдайской скважине этот горизонт залегает на глубине 1072 м, имеет мощность 125 м и включает в себе

высоконапорные хлор-натриевые рассолы с минерализацией 170 г/л и гидростатическим уровнем, установившимся на абсолютной отметке 17 м (Гатальский и др., 1950ф).

В районах глубокого залегания среднего и верхнего кембрия воды их были опробованы только в двух скважинах: в г. Порхове и г. Валдае. Результаты анализа этих вод приводятся в табл. 47.

Таблица 47

| Место-положение скважин | Глубина залегания кровли водоносного слоя в м | Химический состав в мг/л, мг-экв и % мг-экв |                  |                  |                               |                 |                               |         |
|-------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------|
|                         |                                               | Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>             | Mg <sup>++</sup> | Ca <sup>++</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>==</sup> | Cl <sup>-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Σ       |
| Порхов . .              | 543                                           | 4 701                                       | 190              | 575              | 1 332                         | 7 749           | 211                           | 14 652  |
|                         |                                               | 205,42                                      | 15,63            | 28,70            | 27,74                         | 218,55          | 3,46                          | 600     |
|                         |                                               | 82,24                                       | 6,26             | 11,50            | 11,10                         | 87,50           | 1,40                          | 100     |
| Валдай . .              | 1 072                                         | 52 829                                      | 2 863            | 8 980            | 978                           | 104 493         | 67                            | 170 176 |
|                         |                                               | 2 289,08                                    | 235,31           | 448,10           | 20,34                         | 2 946,71        | 1,09                          | 5 947   |
|                         |                                               | 76,98                                       | 7,92             | 15,06            | 0,68                          | 99,10           | 0,04                          | 100     |

Газы из средне- и верхнекембрийских песков и песчаников, опробованные в скважинах в Порхове, Валдае и Чудово, являются азотными, имеют повышенное содержание гелия и характеризуются незначительной упругостью. Газы почти не содержат углеводородов, слабо обогащены биогенным азотом и находятся в растворенном состоянии.

Химический состав газов из средне- и верхнекембрийских песков и песчаников (в объемных %) приведен в табл. 48.

Таблица 48

| Местоположение скважин | N <sub>2</sub> S + CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> + редкие газы | Содержание от суммы N <sub>2</sub> + редкие газы |         |
|------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------------------------|---------|
|                        |                                    |                 |                              | Ar + Kr + Xe                                     | He + Ne |
| Порхов . . . . .       | 0,85                               | Менее 0,1       | 99,15                        | 1,712                                            | Повыш.  |
| Чудово . . . . .       | —                                  | 2,6             | 97,4                         | —                                                | "       |
| Валдай . . . . .       | 5,9                                | Менее 0,1       | 94,10                        | 0,642                                            |         |

В северной части описываемой территории, вдоль выходов средне- и верхнекембрийских песков и песчаников у подножия глинта наблюдается целый ряд источников. Таким образом, здесь расположена область дренажа этого водоносного горизонта.

Пески и песчаники верхнего кембрия покрываются слабо проницаемыми для воды диктионемовыми сланцами, мощность которых колеблется от 1 до 4 м. Эти сланцы являются трещиноватыми и не могут слу-

жить надежным водоупором. Но тем не менее на отдельных участках они могут создавать условия для образования этажных вод.

В районе г. Валдая мощность диктионемовых сланцев возрастает до 8 м. Однако в районе Гдовских сланцевых шахт, в г. Чудово и во многих других местах диктионемовые сланцы отсутствуют. Не были отмечены они и при проходке глубоких скважин в Сиверской, Локно, Порхове и Старой Руссе. Таким образом, водоупорные слои, которые могли бы изолировать воды среднего и верхнего кембрия от вод вышележащих нижнесилурийских известняков, отсутствуют на значительной части описываемой территории. Это обстоятельство, а также близкие гидростатические уровни вод песков среднего и верхнего кембрия и известняков нижнего силура дают возможность говорить о том, что эти воды связаны между собой и представляют единый водоносный горизонт.

Это положение подтвердилось при эксплуатации Гдовских сланцевых шахт, на которых в результате глубокого дренажа вод нижнесилурийских известняков подземными выработками уровень воды верхнекембрийских песков и песчаников, залегающих на 35 м ниже подошвы горных выработок, снизился на 10—14 м (Гатальский, 1948<sub>1,2</sub>ф). Эти данные указывают на прямую связь вод верхнего кембрия и нижнего силура. Поэтому области питания и дренажа этих вод являются общими. Причем как питание, так и разгрузка подземных вод средне- и верхнекембрийских песков и песчаников могут осуществляться через толщу нижнесилурийских известняков.

### ВОДЫ НИЖНЕГО СИЛУРА

Нижний силур представлен трещиноватыми и закарстованными карбонатными породами. Выходы этих пород широко развиты в северной части Ленинградской области, где они слагают силурийское плато. К югу и юго-востоку от него породы уходят под перекрывающие их отложения среднего девона и одновременно с погружением увеличивают свою мощность. По мере погружения нижнего силура напор подземных вод увеличивается и многие скважины фонтанируют.

На силурийском плато и к югу от него из толщ нижнего силура выходят многочисленные пресные источники с дебитом до 100—500 л/сек. Они обеспечивают водоснабжение гг. Ломоносова, Петродворца, Пушкина, Гатчины, Красного Села и других населенных пунктов.

Многочисленные скважины, пройденные в западной части Ленинградской области, также дают обильные пресные воды, широко используемые для питьевого водоснабжения. В местах значительного погружения нижнесилурийских отложений, в районах ст. Лезно, Кириши, гг. Будогощ и Чудово, скважины дали фонтаны минеральной воды с сухим остатком от 2,0 до 6,5 г/л. Дебит фонтанов достигал при этом 14 л/сек при гидростатическом уровне 12 м выше поверхности земли. Еще большую минерализацию эти воды имеют в скважинах гг. Порхова, Старой Руссы и Валдая, что нашло свое отражение на карте минерализации подземных вод (см. рис. 21).

В скважине с. Локно отложения нижнего силура отсутствуют и на породах кембрия непосредственно залегают наровские слои среднего девона. В г. Валдае воды нижнего силура опробованы не были. В г. Старой Руссе они были опробованы совместно с водами среднего девона и кембрия. Химический анализ этих смешанных вод приведен в табл. 46.

В Порховской скважине нижний силур был встречен на глубине 380 м и дал фонтан воды с дебитом около 1 л/сек, минерализацией 10,4 г/л и давлением на манометр 2 ат. Химический состав этой воды приведен в табл. 49.

Используя установленную закономерность увеличения минерализации подземных вод с глубиной и концентрацию их главным образом за счет увеличения хлористого натрия, можно определить приблизительный состав вод нижнего силура и в Валдайской скважине. Здесь воды верхнего кембрия, опробованные на глубине 1092 м, имеют минерализацию 170 г/л. Химический анализ их приведен в табл. 47. Воды наровских

Т а б л и ц а 49

| Компоненты                                | мг/л   | мг-экв. | % мг-экв. |
|-------------------------------------------|--------|---------|-----------|
| Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> . . . . . | 3 490  | 130,96  | 85,40     |
| Mg <sup>++</sup> . . . . .                | 104    | 8,55    | 5,44      |
| Ca <sup>++</sup> . . . . .                | 322    | 16,07   | 9,16      |
| SO <sub>4</sub> <sup>==</sup> . . . . .   | 1 065  | 22,20   | 12,64     |
| Cl <sup>-</sup> . . . . .                 | 5 303  | 149,58  | 85,18     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .   | 232    | 3,80    | 2,18      |
| С у м м а . . . . .                       | 10 400 | 351,16  | 100,0     |

слоев среднего девона, опробованные на глубине 762 м, имеют минерализацию 45 г/л и характеризуются анализом, приведенным в табл. 52.

Можно с уверенностью сказать, что подземные воды нижнего силура, залегающего в г. Валдае в интервале 853—1072 м, будут иметь минерализацию и химический состав, промежуточные между опробованными в этой скважине водами верхнего кембрия и наровских слоев. Общая минерализация вод нижнего силура в г. Валдае будет достигать, очевидно, 100 г/л.

Газы в отложениях нижнего силура имеют незначительную упругость и находятся в растворенном состоянии. Содержание азота достигает в них 99%, но часто наблюдается присутствие метана в количестве до 6%. А. В. Шуфертов (1946ф) полагает, что этот метан или связан с четвертичными отложениями, или образуется за счет органического вещества дикионемовых и кукерских сланцев.

Химический состав газов нижнего силура (в объемных %) характеризуется следующими данными (Шуфертов, 1946ф), приведенными в табл. 50.

Основными путями циркуляции подземных вод в толще нижнего силура являются закарстованные тектонические трещины, карстовые каналы, ходы и полости, которые пересекают ее вплоть до подстилающих песков и песчаников верхнего кембрия. Наиболее резко выражены и закарстованы трещины северо-восточного простирания, которые пере-

Т а б л и ц а 50

| Пункты опробования                   | $H_2S + CO_2$ | $CH_4$    | $N_2$ + редкие газы | Содержание от суммы $N_2$ + редкие газы |         |
|--------------------------------------|---------------|-----------|---------------------|-----------------------------------------|---------|
|                                      |               |           |                     | Ar + Kr + Xe                            | He + Ne |
| г. Сланцы (шахта) .                  | —             | 1,0       | 99,0                | —                                       | 0,06    |
| с. Большие Поля<br>около Сланцев . . | 0,3           | 4,1       | 95,6                | 0,960                                   | 0,068   |
| г. Порхов . . . . .                  | 4,6           | Менее 0,1 | 95,40               | 1,848                                   | Повыш.  |

секают, а во многих местах смещают на 0,2—0,3 м слои известняков и доломитов. Эти трещины непосредственно связывают воды нижнего силура с водами подстилающего их кембрия и покрывающего девона.

Закарстованные трещины дренируют и связывают между собой различные карстовые ходы, которые в свою очередь являются связующим звеном между различными тектоническими трещинами, чем и обуславливаются всеобщая взаимосвязь всех водопрводящих путей в карбонатной толще нижнего силура и мощные притоки воды в подземные выработки сланцевых шахт, достигавшие на шахте им. С. М. Кирова 2000 м<sup>3</sup>/час. Вдоль этих трещин образуются карстовые зоны, прослеженные в подземных выработках Гдовских сланцевых шахт на протяжении 500 м. Мощность таких карстовых зон, частично заполненных песком и глиной с обломками карбонатных пород, достигает 10 м и более. Некоторые из этих трещин выполнены кальцитом и сульфидами и представляют собой жилы мощностью до 13 см (Гатальский, 1948<sub>1,2</sub>ф).

На севере областью питания подземных вод нижнего силура является закарстованное силурийское плато. На остальной части территории питание их осуществляется за счет связи с водами вышележащей толщи девона.

Дренаж подземных вод нижнего силура осуществляется местной речной сетью, особенно рр. Волховом, Лугой и Нарвой. Движение основного потока подземных вод нижнего силура происходит с юго-востока на северо-запад, что подтверждается картой гидронизогипс, построенной для Гдовского сланцевого месторождения.

#### ВОДЫ ДЕВОНА

Девонские отложения представлены сложным комплексом, состоящим из чередования карбонатных, песчаных и глинистых слоев. Они имеют широкое распространение и покрывают большую часть рассматриваемой территории.

Отложения верхнего девона содержат главным образом пресные и слабо минерализованные воды, которые в достаточной мере освещены в I томе «Геологии СССР». Поэтому эти воды, так же как и пресные воды вышележащих каменноугольных и четвертичных отложений, здесь не рассматриваются.

Необходимо отметить, однако, довольно резкое увеличение минерализации вод верхнего девона в юго-восточном направлении, что связано с погружением этих отложений на значительную глубину.

В Валдайской скважине карбонатная толща верхнего девона залегает на глубине 420 м и имеет мощность 147 м. Она была опробована в интервале 555—566 м и дала напорную воду, химический состав (Гатальский и др., 1950ф) которой приведен в табл. 51.

Т а б л и ц а 51

| Компоненты                                 | мг/л   | мг-экв.  | % мг-экв. |
|--------------------------------------------|--------|----------|-----------|
| Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> . . . . . | 9 470  | 410,41   | 74,48     |
| Mg <sup>++</sup> . . . . .                 | 611    | 50,22    | 9,11      |
| Ca <sup>++</sup> . . . . .                 | 1 802  | 89,92    | 16,32     |
| Fe <sup>+++</sup> . . . . .                | 8      | 0,43     | 0,08      |
| SO <sub>4</sub> <sup>''</sup> . . . . .    | 2 058  | 42,81    | 7,77      |
| Cl <sup>'</sup> . . . . .                  | 17 930 | 505,63   | 91,76     |
| J <sup>'</sup> . . . . .                   | Нет    | —        | —         |
| Br <sup>'</sup> . . . . .                  | 66     | 0,83     | 0,15      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup> . . . . .    | 108    | 1,77     | 0,32      |
| Сумма . . .                                | 32 050 | 1 102,08 | 100,0     |

Объемный вес этой воды 1,024, рН 7,26. Статический уровень воды установился на глубине 40 м от устья скважины (абсолютная отметка 155,72 м).

Выходы пород среднего девона широко развиты в Ленинградской и Псковской областях. С ними связано большое количество пресных источников с дебитом до 20 л/сек. В южной и юго-восточной частях описываемой территории отложения среднего девона залегают на значительной глубине и содержат в себе уже минерализованные воды, которые в районе Ильменской впадины по тектоническим трещинам поднимаются на дневную поверхность и образуют известные минеральные источники в Старой Руссе и в Сольцах с общей минерализацией до 10—20 г/л.

В Порховской опорной скважине с глубины 265 м, где залегают отложения среднего девона, фонтанировала минеральная вода. При глубине этой скважины 402 м, когда она на 22 м углубилась в отложения нижнего силура, дебит фонтана достигал 1 л/сек. Минерализация воды при этом составляла 4,2 г/л, а гидростатическое давление ее на манометр у устья скважины достигало 2 ат.

В восточном направлении минерализация вод среднего девона довольно быстро возрастает и в г. Старой Руссе на глубине 110—115 м достигает уже 19—20 г/л.

Еще бо́льшую минерализацию они имеют в Валдайской опорной скважине. Оредежские и лужские слои, залегающие в этой скважине на глубине от 567 до 710 м, опробованы не были. Они, несомненно, содержат высоконапорные минерализованные воды, химическая характери-

стика которых будет занимать промежуточное положение между составом вод вышележащей карбонатной толщи верхнего девона (табл. 51) и составом вод подстилающих их наровских слоев (табл. 52). Последние в Валдайской скважине залегают на глубине от 710 до 853 м и содержат сильно минерализованные высоконапорные трещинно-пластовые воды, опробованные в интервале 740—762 м. Химический состав вод наровских слоев (Гатальский и др., 1950ф) приведен в табл. 52.

Таблица 52

| Компоненты                   | мг/л   | мг-экв. | % мг-экв. |
|------------------------------|--------|---------|-----------|
| Na' + K' . . . . .           | 13 131 | 568,39  | 72,95     |
| Mg'' . . . . .               | 846    | 69,54   | 8,92      |
| Ca'' . . . . .               | 2 823  | 140,84  | 18,07     |
| SO <sub>4</sub> '' . . . . . | 2 413  | 50,19   | 6,44      |
| J' . . . . .                 | Нет    | —       | —         |
| Br' . . . . .                | 118    | 1,46    | 0,19      |
| NH <sub>4</sub> '' . . . . . | 9      | 0,49    | 0,06      |
| Cl' . . . . .                | 25 777 | 726,90  | 93,29     |
| HCO <sub>3</sub> ' . . . . . | 23     | 0,35    | 0,04      |
| Сумма . . . . .              | 45 128 | 1 558,2 | 100,0     |

Приведенные данные показывают, что эти воды являются сильно минерализованными и относятся к хлор-натриевому типу. Гидростатический уровень их установился на глубине 78,60 м от устья скважины (на абсолютной отметке 119,73 м).

Газы отложений среднего девона характеризуются незначительной упругостью и находятся в растворенном состоянии. Содержание азота достигает в них 99%. В некоторых пробах газа наблюдается присутствие метана до 3%, который, возможно, связан с четвертичными отложениями. Химический состав газов среднего девона (в объемных %) приводится в табл. 53.

Таблица 53

| Пункты опробования | H <sub>2</sub> S + CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> + редкие газы | Содержание от суммы N <sub>2</sub> + редкие газы |         |
|--------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------------------------|---------|
|                    |                                    |                 |                              | Ar + Kr + Xe                                     | He + Ne |
| Порхов . . . . .   | 9,5                                | 3,2             | 87,3                         | 2,379                                            | 0,018   |
| Валдай . . . . .   | 7,63                               | Менее 0,1       | 92,37                        | 1,251                                            | 0,092   |

При сопоставлении абсолютных отметок пьезометрического уровня подземных вод среднего девона, полученных в разных точках рассматриваемой территории, видно, что пьезоизогипсы повторяют современный рельеф. Это обстоятельство может быть обусловлено только связью вод, циркулирующих в среднедевонских отложениях, с водами вышележащих водоносных горизонтов четвертичной толщи. Основной областью дренажа этих вод служит при этом впадина Балтийского моря.

### Заключение

Приведенные выше данные показывают, что на рассматриваемой территории, как и вообще на всей Русской платформе, в распределении подземных вод по степени их концентрации и химическому составу намечаются ясно выраженные вертикальная и горизонтальная зональности, обусловленные главным образом глубиной залегания водоносных слоев.

Пресные воды залегают только в верхних слоях палеозоя. Мощность зоны, заключающей в себе пресные воды, колеблется от 100 до 250 м. На больших глубинах залегают уже минеральные воды, которые могут быть использованы для бальнеологических и промышленных целей. С глубиной степень минерализации их закономерно возрастает, и на 500—800 м ниже поверхности земли минеральные воды переходят уже в рассолы, почти целиком состоящие из хлористого натрия.

Таким образом, в распределении подземных вод в недрах наблюдается следующая вертикальная зональность: 1) зона пресных вод, залегающая на глубине от 0 до 100—250 м; 2) зона минеральных вод, лежащая в интервале глубин от 100—250 до 500—800 м; 3) зона хлор-натриевых рассолов, залегающая на глубине более 500—800 м. Указанная зональность позволяет давать прогнозы о глубине залегания и качестве подземных вод, которые могут быть получены в той или иной точке рассматриваемой территории, что имеет большое практическое значение.

Минеральные воды, ценные в бальнеологическом отношении, могут быть получены почти во всех пунктах описываемой территории, лежащих к югу от Финского залива и Ладожского озера. Поэтому лечебные курорты можно строить не только в гг. Старой Руссе, Сольцах и Порхове, но также и в окрестностях Ленинграда, г. Луги, ст. Сиверской, Новгорода, Пскова и во многих других местах.

Более того, в одном и том же пункте южной половины рассматриваемой территории можно получить разнообразные по составу и концентрации минеральные воды путем бурения нескольких скважин разной глубины.

В местах выходов минеральных источников на дневную поверхность вертикальная зональность подземных вод нарушается. Следует учитывать, что почти все эти источники поднимаются по тектоническим трещинам со значительных глубин и несут минеральные воды из других более глубоких зон. Исключение составляют только слабо минерализованные сульфатные и сероводородные воды, которые, протекая по гипсоносным отложениям, быстро насыщаются сульфатами. При выходе на дневную поверхность сульфатные воды частично десульфировуются в результате их взаимодействия с органическими веществами почвенных вод, почв и торфяников, обогащаются сероводородом и образуют минеральные источники типа Хилово.

Хлор-натриевые рассолы глубоких слоев описываемой территории некоторые гидрогеологи (Сазонов, 1946ф; Архангельский, 1947ф; Мейер, 1949ф) относят к погребенным и реликтовым водам древних морских бассейнов. Однако имеется больше данных для того, чтобы считать метаморфизацию подземных вод и образование указанных рассолов необходимым и закономерным природным геохимическим процессом, который развивается одновременно с погружением данного участка земной коры.

Разрушение рассолов хлор-натриевого типа, их опреснение и преобразование в другие рассолы происходят в результате усилившейся циркуляции подземных вод и поступления менее минерализованных вод других типов вследствие подъема данной территории или раскрытия геологических структур тектоническими трещинами. Поэтому указанные рассолы могли образовываться не только за счет морских, но также и за счет пресных инфильтрационных вод при погружении территории. Это преобразование или метаморфизация подземных вод, как правильно отмечает К. В. Филатов (1947), происходит в результате многообразных сложных геохимических процессов, развивающихся в глубоких слоях земной коры в условиях повышенных температур и давления.

Хлор-натриевые рассолы являются конечным продуктом в общем процессе метаморфизации подземных вод. Образование подземных вод других химических типов является промежуточным звеном этого процесса, характеризующим промежуточные этапы их преобразования, свойственные тем геохимическим условиям, в которых эти воды находятся в настоящее время.

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

### Введение

За последние 10 — 15 лет и в особенности после Великой Отечественной войны Ленгеолуправлением и бывшим трестом Ленуглегеология на территории Калининской, Великолукской, Новгородской и Смоленской областей были развернуты поисково-разведочные работы на уголь. Эти работы установили ряд крупных угленосных площадей в Валдайском, Селижаровском, Нелидовском и Дорогобужском районах, которые вместе с уже известными Боровичскими месторождениями входят в состав западного крыла Подмосковного бассейна.

Разведанные угольные месторождения по запасам и по своему географическому положению представляют интерес в качестве местной топливной базы.

Детальные гидрогеологические исследования, произведенные на отдельных месторождениях, а также результаты опытно-эксплуатационных работ в Нелидовском (шахты № 1 — 3) и Селижаровском (шахта № 2) районах выявили значительную обводненность этих месторождений, что в значительной степени лимитирует шахтное строительство и эксплуатацию углей.

Значительная обводненность и сложность гидрогеологических условий большинства месторождений западного крыла Подмосковного бассейна обусловлена наличием в кровле и подошве угольной залежи нескольких мощных водообильных горизонтов с напорными водами, приуроченных к каменноугольным и четвертичным отложениям, что в свою

очередь связано со слабым дренажем этих горизонтов речными артериями. Разработка таких месторождений, когда гидростатический напор на кровлю и почву угольного пласта достигает 5 — 9 ат, еще недостаточно освоена. Ввиду этого вопросы гидрогеологического изучения угленосных районов и разработка способов борьбы с шахтными водами приобретают первостепенное значение.

Северная часть западного крыла Подмосковского бассейна, куда входят Боровичский и Валдайский угленосные районы, в гидрогеологическом отношении изучена неравномерно. Более детально освещена западная часть территории, прилегающая к г. Боровичи, особенно участки эксплуатируемых и разведываемых месторождений угля и огнеупорных глин. К ним относятся Любытинское и Боровичское месторождения огнеупорных глин (Шереховичи, Артем, Комарово, Большевик, Пролетарий, Устье-Брынкино и др.) и угольные месторождения, расположенные в районе Устье-Брынкино, Волгино и Комарово. Остальная площадь района частично освещена гидрогеологическими съемками разных масштабов.

Детальное изучение гидрогеологических условий производилось с 1930 г. на отдельных участках месторождений огнеупорных глин и угля.

В 1932 г. А. А. Синяков (1932ф) проводил специальные гидрогеологические работы на месторождениях Большевик, Шиботово, Устье-Брынкино и Артем, в результате чего им составлена схематическая гидрогеологическая карта масштаба 1 : 25 000. В 1933 г. С. В. Альбовым (1933ф) производились общис гидрогеологические исследования в районе г. Боровичи с постановкой разведочных работ на месторождениях огнеупорных глин Устье-Брынкино, Большевик и Пролетарий. Для некоторых месторождений дан ориентировочный приток воды в выработки.

В 1934 — 1937 гг. М. И. Чельцовым (1935ф) производились гидрогеологические исследования на месторождениях огнеупорных глин Междуречье, Северный Большевик, Устье-Брынкино и Артем с постановкой опытных работ. В 1939 г. С. И. Виткин (1940ф) детально изучил гидрогеологические условия месторождения Пролетарий с постановкой опытных и разведочных работ. Он описал водоносные горизонты нижнего карбона и верхнего девона и произвел расчет притока воды в горные выработки.

В 1939—1940 гг. З. В. Яцкевич и Н. В. Борсук (1940ф) произвели гидрогеологическую съемку Боровичско-Любытинского района в масштабе 1 : 100 000 и 1 : 200 000. В Валдайском районе в 1938 — 1941 гг. в связи с разведочными работами на уголь гидрогеологические исследования проводились Н. И. Кузнецовой (1940ф) на значительной площади, а в 1940 г. Б. Д. Бразовским на участке Городненского месторождения с постановкой съемочных и опытных гидрогеологических работ.

После Великой Отечественной войны детальные гидрогеологические работы продолжались на новых участках угольных месторождений — в районе Устье-Брынкино, Волгино и Комарово, а в Валдайском районе при производстве поисковых и разведочных работ на уголь. Особенно большой объем детальных гидрогеологических работ в этот период проведен в центральной и южной части западного крыла Подмосковского угольного бассейна, за пределами описываемой территории, в связи с развернувшимися детальными разведочными работами на уголь (Нелидовское, Березовское, Селижаровское и Дорогобужское месторождения).

## Гидрогеологические условия месторождений углей западного крыла Подмосковского бассейна

Описываемый район является частью водораздела двух артезианских бассейнов: нижнекаменноугольного на востоке и девонского на западе. Северная часть района дренируется системами рр. Мсты, Пола и Цны, относящихся к бассейну Балтийского моря, а южная — системой р. Волги, принадлежащей к бассейну Каспийского моря. Разная глубина вскрытия этими реками толщи пород, слагающих район, обуславливает различную степень дренирования подземных вод в различных частях района и разную величину напора подземных вод.

Наиболее сложные гидрогеологические условия наблюдаются на месторождениях центральной и южной части западного крыла (Нелидовское, Селижаровское, Дорогобужское). Здесь ввиду значительной глубины залегания продуктивной толщи и отсутствия вблизи месторождений глубоких речных долин, прорезающих коренные породы, воды нижнекаменноугольных отложений обладают более значительным гидростатическим напором (5 — 9 ат) по сравнению с месторождениями северной части района, где напор не превышает 3 ат (Боровичское, Комаровское).

Ряд месторождений характеризуется наличием мощной толщи четвертичных отложений, включающих местами водообильный горизонт, представленный гравийно-галечными или песчаными образованиями. Последние залегают на разных горизонтах нижнекаменноугольных отложений, что создает условия для взаимосвязи тех и других водоносных горизонтов и пополнения запасов подземных вод. К таким месторождениям относятся Березовское, Семиковское, частично Дорогобужское в центральной и южной части западного крыла и Валдайское в северной части района.

Мощность водоносных песков и гравийно-галечниковых отложений здесь достигает 17 — 20 м. Водообильность гравийно-галечных отложений весьма значительна, удельный дебит колеблется от 1 — 1,5 л/сек на Березовском (скважины № 240, 300) до 4 — 4,5 л/сек на Семиковском месторождении (скважины № 5, 14).

Важными факторами, определяющими сложность гидрогеологических условий угольных месторождений, являются следующие.

1. Наличие в кровле угленосной толщи до трех слоев водоносных трещиноватых и закарстованных известняков окской свиты, а на Селижаровском и Валдайском месторождениях также и веневско-серпуховской свиты. Мощность каждого слоя известняка колеблется от 0,8 — 5,0 м (в Нелидовском районе) до 8 — 10 м (в Валдайском). Водообильность их весьма непостоянна и зависит от характера и степени трещиноватости. Удельный дебит отдельных водоносных горизонтов в известняках  $C_1^{ок}$  колеблется в весьма широких пределах — от десятых долей до 2,7 л/сек, обычно 1 — 2,5 л/сек. Величина напора от 10 до 22 м, причем увеличение напора происходит в восточном направлении.

Водообильность известняков в Боровичско-Комаровском районе значительно меньше, удельный дебит их не превышает 0,4 — 0,5 л/сек, обычно 0,1 — 0,2 л/сек. Водоносные слои серпуховских известняков в Селижаровском и Валдайском месторождениях, а также в северо-восточной части Волгинского участка Боровичского месторождения

характеризуются удельным дебитом от 3,1 — 3,7 л/сек на Волгинском участке до 5 — 6 л/сек на Валдайском и Селижаровском месторождениях.

2. Неустойчивость и обводненность кровли и почвы угольного пласта вследствие залегания здесь водоносных песков, обладающих напором до 5 — 7 ат.

3. Залегание в подошве продуктивной толщи мощного (до 40 м) водоносного горизонта лихвинских доломитов с напором до 8 — 9 ат. Лихвинские доломиты отделены от угольных пластов весьма невыдержанными по мощности глинами лихвинской свиты мощностью 8 — 20 м. Исключением в этом отношении являются лишь Боровичское и Комаровское месторождения, где лихвинские доломиты имеют сравнительно небольшую мощность (до 5 м), а заключенные в них воды характеризуются небольшим напором (до 2 ат), незначительным дебитом и отделены от рабочих пластов угля выдержанной толщиной глин.

В соответствии с перечисленными выше факторами указанные месторождения по степени и характеру обводненности можно подразделить на слабо обводненные, средне обводненные и сильно обводненные.

К слабо обводненным можно отнести почти все месторождения Боровичско-Комаровского угленосного района, за исключением северо-восточной части Волгинского месторождения.

Эти месторождения характеризуются сравнительно простыми гидрогеологическими условиями вследствие неглубокого залегания угольного пласта (20 — 35 м) и слабой водообильности боковых пород, представленных линзами надугольных и подугольных песков и маломощными слоями известняков окской свиты. Благодаря значительному дренажу водоносных горизонтов речными долинами величина напора подземных вод здесь не превышает 1,5 — 2,5 ат. Притоки в шахты колеблются в пределах 25 — 75 м<sup>3</sup>/час.

К средне обводненным можно отнести большинство месторождений Нелидовского района (Восточно-Кривonosовское и южная часть Березовского) и Сафоновское в Дорогобужском районе. Эти месторождения характеризуются значительной глубиной залегания угольного пласта (45 — 75 м), высоким напором подземных вод, достигающим 4,0 — 8,0 ат (Восточно-Кривonosовское и центральная часть Сафоновского), а также наличием мощных обводненных песков в кровле угля (Березовское, Сафоновское).

Водоносными породами в кровле и подошве угольного пласта являются: а) лихвинские доломиты, представляющие собой мощный водоносный горизонт с напором 6 — 9 ат; б) пески продуктивной песчано-глинистой толщи мощностью от 2 до 20 м, с напором 5 — 7 ат; в) алексинско-михайловские известняки мощностью от 1 до 7 м, характеризующиеся значительной водообильностью (удельный дебит 0,5 — 2,5 л/сек) и напором в пределах 3,0 — 5,5 ат; г) межморенные, флювиогляциальные и озерно-ледниковые пески невыдержанной мощности. На Сафоновском и Березовском месторождениях известняки окской свиты отсутствуют и четвертичные водоносные пески непосредственно залегают на песках угленосной толщи.

Доломиты лихвинской толщи отделены от угленосной толщи глинами мощностью от 8 до 20 м. Однако наличие среди глин невыдержанных линз водоносных песков, а также глинистых доломитов и известняков не исключает воздействия вод доломитов на горные выработки.

Возможный расчетный приток воды в горные выработки (без учета влияния доломитов) составляет 300 — 800 м<sup>3</sup>/час.

Сильно обводненными являются Селижаровское, восточная и северная части Нелидовского и Валдайское месторождения. Водоносными породами, помимо перечисленных выше, являются также трещиноватые, местами закарстованные водообильные известняки серпуховской свиты. Большое влияние, как показывает опыт проходки Селищенской шахты № 2 в Селижаровском районе, в обводнении горных выработок имеют доломиты лихвинской свиты, о чем свидетельствуют неоднократные проорывы воды из доломитов с дебитом 1000—1200 м<sup>3</sup>/час. Кроме того, в Валдайском районе и частично в Нелидовском (Семиковское месторождение) обводнение горных выработок может происходить за счет вод песчано-галечниковых образований четвертичной толщи, которые местами непосредственно примыкают к угленосной толще.

Возможный расчетный приток воды в горные выработки (без учета влияния вод лихвинских доломитов) может достигать 800 — 1500 м<sup>3</sup>/час.

#### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ВАЛДАЙСКОГО БУРУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В геологическом разрезе данного района водоносными являются: красноцветные пески и песчаники верхнего девона; известняки, песчаники, пески и доломиты нижнего карбона; пески и гравийно-галечниковые прослои в четвертичных отложениях.

Литологический состав четвертичных и нижнекаменноугольных отложений весьма пестрый и невыдержанный как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях; разрез этих отложений в гидрогеологическом отношении представляет собой сложное переслаивание водоносных и водоупорных слоев. По гидрогеологическим особенностям (характеру движения вод, абсолютным отметкам статических уровней, степени водообильности и т. д.) в указанной толще можно выделить пять основных водоносных горизонтов: 1) доломиты лихвинской свиты ( $C_1^l$ ); 2) пески песчано-глинистой продуктивной толщи ( $C_1^{sl+tl+al}$ ); 3) алексинско-михайловские известняки толщи переслаивания ( $C_1^{al_2+m}$ ); 4) известняки серпуховской свиты ( $C_1^{srp}$ ); 5) пески четвертичных отложений (Q).

Эти горизонты на отдельных участках района разделены более или менее выдержанными водоупорами. В некоторых местах водоупоры отсутствуют, и тогда воды отдельных горизонтов соединяются между собой.

Взаимосвязь водоносных горизонтов осуществляется также на участках погребенных доледниковых депрессий, срезающих нередко всю толщу карбона. Такая глубокая (до 90 м) доледниковая депрессия, являющаяся остатком древней эрозионной сети, прослеживается в Валдайском районе от ст. Едрово на запад южнее Валдайского озера и открывается в Приильменскую низину. Более мелкие депрессии встречаются также и в других частях района.

Таким образом, воды четвертичных отложений и толщи нижнего карбона оказываются гидравлически связанными между собой и образуют единый сложный водоносный комплекс, общим водоупором для которого является мощная выдержанная толща верхнедевонских глин.

#### ВОДОНОСНОСТЬ ЛИХВИНСКИХ ДОЛОМИТОВ

Воды данного горизонта приурочены к мощной (до 30—40 м) и выдержанной по простиранию доломитово-известняковой толще, слагающей

нижний комплекс лихвинской свиты. Доломиты иногда, особенно в верхней части, сильно разрушены древними карстовыми процессами, причем трещины часто закольматированы. Кровля данного водоносного горизонта представлена зеленовато-серыми или пестрыми глинами мощностью в среднем от 8 до 20 м, содержащими местами прослой и линзы глинистых доломитов и песков небольшой мощности (верхний комплекс лихвинской свиты).

Имеются участки, где глинистая кровля совершенно смыта и водоносные отложения песчано-глинистой толщи непосредственно соприкасаются с лихвинскими доломитами. Такие участки имеются в ряде мест разведанной части Валдайского месторождения, а также за пределами этого месторождения в районе сс. Ситенки (скв. № 2), Наволок (скв. № 18), Новоселки (скв. № 25) и др. Взаимосвязь этих горизонтов может происходить также через линзы песков в толще лихвинских глин.

Подстилаются лихвинские доломиты мощными и выдержанными по простиранию пестроцветными глинами верхнего девона. Воды, приуроченные к этой толще, обладают значительным напором от 8,5 до 10 ат.

Абсолютные отметки пьезометрического уровня вод лихвинских доломитов на разведанных участках Валдайского месторождения составляют 188,5—190 м. Максимальные абсолютные отметки наблюдаются в юго-западной части района (200 м у ст. Горовостицы) и снижаются в северо-восточном направлении, достигая минимальной величины в районе долины р. Мсты (90—95 м).

Водообильность этой толщи весьма неравномерна, что зависит от характера трещиноватости и главным образом от характера и степени кольматации этих трещин. Произведенное опробование доломитов в пределах разведанных участков месторождения свидетельствуют о весьма значительной их водообильности. Удельный дебит, по данным откачек (скважины № 101, 125), колеблется в пределах от 2,0 до 5 л/сек (Георгиевский и др., 1950ф).

### **ВОДОНОСНОСТЬ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ УГЛЕННОЙ ТОЛЩИ**

Водоносными среди этой толщи являются невыдержанные по простиранию и мощности линзы и прослой мелко- и тонкозернистых песков и алевроитов, залегающих среди песчаных и пластичных глин. Количество и мощность отдельных прослоев весьма различны. Наиболее выдержанными являются пески, залегающие непосредственно в кровле и подошве угольной залежи. Наиболее часто встречающаяся мощность отдельных прослоев песков составляет 2—5 м, но местами надугольные пески достигают 8—9 м и непосредственно подстилают нижеалексинские известняки. Мощность подугольных песков на участках детальной разведки полей № 1—2 Валдайского месторождения местами достигает 10—15 м (скважины № 61, 53, 43) и даже 25 м (скв. № 66). В этих случаях подстилающие их лихвинские глины имеют незначительную мощность или вообще отсутствуют и пески налегают непосредственно на доломиты лихвинской свиты, что создает условия для взаимосвязи водоносных горизонтов песчано-глинистой толщи и доломитов.

На значительной части площади надугольные пески непосредственно контактируют с нижней угольной залежью (скважины № 98, 110, 112 и др.) или отделены глинами небольшой мощности 1—2,5 м (скважины № 110, 114 и др.). По механическому составу пески обычно тонкозернистые, пылеватые, с преобладанием фракций 0,5—0,1 мм и, находясь под

гидростатическим напором 5—7 ат, могут приобретать свойства плывунов, что в значительной степени осложняет горно-технические условия при ведении шахтных выработок.

Водообильность песков весьма незначительна. Величина удельного дебита, по данным опробования их на разведанных участках, не превышает 0,1 л/сек и соответственно коэффициент фильтрации 2—3 м/сутки.

### ВОДОНОСНОСТЬ АЛЕКСИНСКО-МИХАЙЛОВСКОЙ ТОЛЩИ

Водоносными являются главным образом известняки с подчиненными прослоями песков. Известняки большей частью плотные, мелкокристаллические, но встречаются пористые кавернозные и закарстованные разности, правда значительно реже, чем в серпуховско-веневской толще.

Число слоев известняка весьма различно от 2—3 до 5—6; на большей части площади встречаются 3—4 слоя, причем количество их увеличивается в восточном направлении. Мощность отдельных слоев колеблется от 2—4 до 6—8 м.

Абсолютная отметка пьезометрического уровня вод известняков на разведанных участках полей № 1—2 Валдайского месторождения колеблется в пределах 184—191,8 м (скважины № 101, 125), снижаясь в северном направлении до 90 м (Боровичский район) и в восточном до 156—164 м (район гг. Торжок и Вышний Волочек).

Воды, приуроченные к этой толще, напорные. Величина напора возрастает в зависимости от глубины залегания отдельных слоев и на разведанной части Валдайского месторождения колеблется в пределах 36—52 м. Водообильность толщи весьма изменчива и зависит от степени трещиноватости отдельных слоев известняка; в соответствии с этим удельный дебит колеблется в пределах от 0,6—1,2 л/сек (скважины № 101, 125) до 5 л/сек (скв. № 18).

Местами алексинско-михайловские известняки покрываются четвертичными песками (скважины № 92, 34, 61, 59 и др.) или подстилаются надугольными песками песчано-глинистой толщи, что создает условия для взаимосвязи этих водоносных горизонтов и пополнения запасов подземных вод за счет атмосферных осадков.

### ВОДОНОСНОСТЬ СЕРПУХОВСКОЙ СВИТЫ

Эта свита имеет распространение преимущественно в восточной части рассматриваемого района. Водоносными являются мощные известняки, местами доломитизированные и окремненные, трещиноватые, кавернозные и закарстованные. Закарстованность и кавернозность особенно широко развиты в верхней части известняковой толщи. В толще известняков иногда присутствуют незначительные прослои песков и глин.

Суммарная максимальная мощность известняков колеблется в пределах от 12—14,5 м (скважины № 136, 137, 148, расположенные севернее г. Осташкова) до 44,5 м (скважина № 16 у с. Бель), в среднем от 5 до 12 м; мощность возрастает в восточном направлении. В районе Вышнего Волочка и Торжка отмечается полный разрез серпуховской толщи мощностью до 60 м.

Кровлей серпуховской толщи являются четвертичные отложения мощностью до 30 м. Причем в северной части Валдайского района и в других местах четвертичные отложения представлены преимущественно песками (скважины № 7, 10, 11, 22, 34, 61, и др.). Это благоприят-

ствует проникновению атмосферных осадков в толщу известняков. Особенно интенсивно осадки проникают через карстовые воронки, которыми изобилует поверхность известняков. Почвой серпуховских известняков является толща (5—10 м) песков, песчаных и пластичных глин, составляющих кровлю нижележащего алексинско-михайловского водоносного горизонта.

Воды серпуховских известняков пластово-трещинно-карстового типа, частью свободные, частью напорные, причем величина напора местами достигает 20 м (скв. № 125).

Абсолютные отметки пьезометрического уровня колеблются в пределах от 238 м в южной части района (ст. Горовастыцы) до 90—100 м в северной части (долины р. Мсты в районе г. Боровичи). Наиболее высокие отметки (220—238 м) пьезометрического уровня наблюдаются в южной части района к востоку от Полновского плеса оз. Селигер. К северу они снижаются до 193 м южнее ст. Едрово, 190 м у ст. Баталино, 166 м в районе г. Бологое, 150—140 м в Окуловском районе, 117—123 м на Волгинском месторождении Боровичского района и 90—100 м в долине р. Мсты в районе г. Боровичи.

Описываемый горизонт является весьма водообильным. В местах неглубокого залегания известняков из него выходит масса источников, в большинстве случаев нисходящих, но иногда и в виде грифонов. Особенно большое количество источников выходит по р. Валдайке (в районе сс. Горки, Сопки, Плотино и др.), где их зарегистрировано более 80.

Большая часть источников по среднему течению р. Валдайки выходит на абсолютных отметках 180—190 м; дебит их в большинстве случаев находится в пределах 4—10 л/сек, реже до 20 л/сек. Расход источников в дождливое время увеличивается на 20—35%, причем прежний расход устанавливается лишь через 5—6 дней после прекращения дождей (Кузнецова, 1940ф).

Удельный дебит по опробованным скважинам на Валдайском месторождении составляет 4,0—6,0 л/сек (скважины № 125, 134). Дебит фонтанирующей структурной скважины № 13с (в 15 км от г. Торжок), по замерам 1940 г., равнялся 34 л/сек. Коэффициент фильтрации, по данным откачек из скважин на Валдайском месторождении, колеблется в пределах 54—59 м/сутки (скважины № 114, 125).

### ВОДОНОСНОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Четвертичные отложения имеют широкое распространение в пределах описываемого района и сплошным чехлом покрывают коренные породы. Сложный разрез четвертичных образований, представленный чередованием песков и галечников с мощными водоупорными слоями валунной глины, обуславливает наличие в этих отложениях целой серии водоносных горизонтов. Более или менее выдержанными из них являются воды: а) внутриморенных отложений, б) межморенных песков и в) подморенных песков и галечников.

Воды внутриморенных песчаных образований приурочены к линзам и прослоям песка и галечника среди морены. Мощность их весьма непостоянна и обычно изменяется от нескольких сантиметров до 2—3 м, но иногда достигает и 18 м (с. Ситенка). Горизонт внутриморенных вод весьма непостоянен и быстро выклинивается. Глубина его залегания колеблется от 5 до 35 м. Во многих населенных пунктах

тах он эксплуатируется колодцами, дебит которых подвержен сезонным колебаниям.

Межморенные отложения, представленные флювиогляциальными песками и галечниками, являются наиболее выдержанным водоносным горизонтом среди четвертичных отложений и часто содержат напорные воды. Водоносный горизонт вскрыт скважинами в г. Валдае, ст. Едрово, с. Ситенка, с. Уклеино и др. на глубинах от 15 до 50 м; мощность его от 1,5 до 20 м, в среднем 3—5 м.

Статический уровень наблюдается на глубине 3,1—8,8 м от поверхности земли. Дебит этого горизонта весьма изменчив и зависит от гранулометрического состава водовмещающих пород.

Данные откачки вод межморенных песков в скважине на ст. Едрово свидетельствуют о значительной водообильности этих песков (удельный дебит 0,5 л/сек). По химическому составу воды этого горизонта пресные, умеренно жесткие, сухой остаток 172,8 мг/л, жесткость 9,2 немецкого градуса.

Подморенный водоносный горизонт приурочен преимущественно к пониженным частям рельефа коренных пород и залегает на глубинах свыше 40 м. По литологическому составу водоносный горизонт представлен песками и галечниками. Мощность его обычно небольшая (2—3 м), но иногда достигает значительной величины. Например, в скважине с. Овинище Демянского района и в районе разведочных скважин № 20, 34, 53, 61, 92 и др. мощность достигает 18—30 м.

Следует отметить, что в области ледниковых депрессий устанавливается взаимосвязь подморенного водоносного горизонта с водами коренных пород. Такая же связь устанавливается и на других участках месторождения, где мощная толща флювиогляциальных песков (до 25—35 м) залегает непосредственно на алексинских известняках (скважины № 34, 43, 53, 92 и др.) или даже на песчано-глинистой толще.

Воды, приуроченные к подморенному горизонту, напорные. Величина напора достигает 3—3,5 ат, водообильность непостоянна и зависит от физико-механического состава водовмещающих пород. Так, скв. № 141, пройденная на разведанной части месторождения, вскрыла подморенные пески, которые дали фонтанирующую воду с удельным дебитом 2 л/сек.

Как видно из вышеизложенного, по гидрогеологическим условиям, степени и характеру обводненности отдельных участков месторождения описываемый район весьма сходен с Нелидовским и Селижаровским районами и может быть отнесен к типу сильно обводненных.

Местами мощная толща обводненных четвертичных песков налегает на водоносные слои коренных пород вплоть до песчано-глинистой толщи. Это создает условия для взаимосвязи отдельных горизонтов и пополнения запасов подземных вод коренных пород за счет атмосферных осадков.

Большое значение в обводнении горных выработок будут, повидимому, иметь высоконапорные водообильные лихвинские доломиты, так как в местах размыва лихвинских глин они также взаимосвязаны с вышележащими горизонтами песчано-глинистой толщи.

Сказанное свидетельствует о том, что в обводнении горных выработок на значительной части разведанной площади будут принимать участие в большей или меньшей степени все вышеописанные водоносные горизонты. Ведение горных работ при этом возможно лишь при применении специальных методов проходки, обеспечивающих систематический дренаж водоносных горизонтов.

Следует отметить, что более простые гидрогеологические и горно-

технические условия можно ожидать в западной части района, в полосе выхода песчано-глинистой толщи, где отсутствуют карбонатные породы окской и серпуховской свит.

### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БОРОВИЧСКО-КОМАРОВСКОГО УГЛЕННОГО РАЙОНА

Гидрогеологические и горно-технические условия угольных месторождений Боровичско-Комаровского района являются более благоприятными по сравнению с месторождениями центральной и южной части западного крыла Подмосковского бассейна. Исключение составляет лишь северо-восточная часть Волгинского участка месторождения, где вследствие залегания в кровле мощной толщи закарстованных водообильных серпуховских известняков и до 5—6 слоев известняков окской свиты обводненность довольно значительна и отличается от остальных участков месторождения этого района.

В геологическом разрезе рассматриваемого района могут быть выделены следующие водоносные горизонты, приуроченные к разным стратиграфическим комплексам:

- 1) доломиты лихвинской свиты ( $C_1^1$ );
- 2) песчано-глинистая толща ( $C_1^{sl+al+al_1}$ );
- 3) верхняя часть разреза окской свиты, так называемая толща переслаивания ( $C_1^{al_1+m}$ );
- 4) серпуховская толща ( $C_1^{сгг}$ );
- 5) четвертичные отложения (Q).

### ВОДОНОСНОСТЬ ДОЛОМИТОВ ЛИХВИНСКОЙ СВИТЫ

Воды этой свиты имеют распространение в южной части Боровичского района и вскрыты скважинами на ряде месторождений угля и огнеупорных глин (Устье-Брынкино, Пролетарий, Комарово). В основании уступа карбонового плато лихвинский водоносный горизонт залегает непосредственно под четвертичными отложениями на глубине 15 м от поверхности. К югу и востоку от уступа он погружается под толщу отложений нижнего карбона на глубину 35—40 м на месторождении Устье-Брынкино и 47—50 м на месторождении Пролетарий (Виткин, 1940ф).

Поверхность доломитов сильно эродирована и покрывается в западной части (Устье-Брынкино) преимущественно глинами мощностью до 3 м, а в восточной (Пролетарий) — песками мощностью до 10 м, которые подстилаются пестроцветными глинами верхнего девона. Мощность доломитовой толщи не превышает 4,5 м. Абсолютные отметки пьезометрического уровня колеблются в пределах 64—80 м, снижаясь с юго-востока на северо-запад, т. е. по направлению к карбоновому уступу с некоторым отклонением к р. Мсте в районе Устье-Брынкино.

Ввиду отсутствия выдержанных водоупоров в кровле доломитового горизонта несомненна его взаимосвязь на некоторых участках с водами вышележащей песчано-глинистой толщи (участок Пролетарий). Воды доломитов обладают гидростатическим напором 23—38 м. Водообильность доломитов сравнительно невелика: удельный дебит на участках месторождения колеблется от 0,1 до 0,5 л/сек (Виткин, 1940ф).

### ВОДОНОСНОСТЬ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ТОЛЩИ

Этот водоносный горизонт приурочен к отдельным слоям и линзам песков, углей и алевроитов, перемежающихся с различными глинами. Фациальная изменчивость пород этой толщи часто наблюдается на небольших расстояниях, что создает условия для гидравлической связи между отдельными слоями, вследствие чего вся толща в целом может рассматриваться как единый сложный водоносный горизонт.

Количество водоносных слоев весьма непостоянно. Наиболее выдержанными по простиранию являются пески нижней части толщи, приуроченные к кровле и подошве промышленной залежи угля или сахарного комплекса и носящие название надугольных (надсахарных) и подугольных (подсахарных). Мощность песков непостоянная и варьирует в пределах от 0,5 до 10 м (Комарово, Пролетарий, Большевик), наиболее часто встречающаяся мощность 2—3 м. По механическому составу пески тонкозернистые, глинистые с преобладающей фракцией 0,25—0,05 мм.

Воды песков этой толщи находятся под гидростатическим напором до 15—20 м в надугольных песках и до 30—35 м в подугольных, что обуславливает их легкую подвижность, а следовательно, и соответствующие трудности при горно-эксплуатационных работах.

Абсолютные отметки пьезометрического уровня вод колеблются в значительных пределах, что обусловлено дренирующим влиянием действующих шахт, а также уступа карбонового плато (Волгино) или р. Мсты (Устье-Брынкино), в направлении которых падают пьезометрические уровни. Водообильность песков этой толщи обычно незначительная и зависит от мощности, гранулометрического состава и характера распространения отдельных прослоев. Удельный дебит песков, по опробованным скважинам на разных месторождениях, не превышает 0,5—0,1 л/сек; притоки воды из этой толщи при проходке шахт колеблются в пределах 2—3 м<sup>3</sup>/час.

Несколько более водообильны водоносные пески, залегающие непосредственно в кровле нижележащих доломитов лихвинской свиты, что имеет место на участке Пролетарий, где удельный дебит песков подошвы составляет 0,1—0,3 л/сек (Виткин, 1940ф).

### ВОДОНОСНОСТЬ ТОЛЩИ ПЕРЕСЛАИВАНИЯ

Воды этой толщи приурочены к слоям известняков с линзами песков и имеют широкое распространение на месторождениях угля и огнеупорных глин. Количество отдельных слоев известняка непостоянно на всей площади распространения данной толщи и колеблется от 6—8 в восточной повышенной части плато (северо-восточной части Волгинского месторождения) до 2—4 на большинстве эксплуатируемых месторождений, приуроченных к склону уступа карбонового плато. Наиболее выдержанными являются два нижних слоя известняка, причем на некоторых месторождениях вышележащие слои известняков частично уничтожены эрозийными процессами и сохранились в виде отдельных останцов (месторождения Устье-Брынкино, Пролетарий). Мощность отдельных слоев колеблется от 1,0 до 5,0 м.

Подземные воды в верхних слоях обычно безнапорные или слабонапорные, в нижних обладают напором, величина которого увеличивается с глубиной залегания отдельных слоев и колеблется в пределах от 3,5 до 31 м на Волгинском месторождении и от 1,6 до 11,0 м на месторождении Устье-Брынкино. Абсолютные отметки пьезометрического уровня колеб-

лются в пределах 95—170 м (участки Устье-Брынкино, Волгино). Водообильность этой толщи весьма неравномерна и зависит от степени трещиноватости известняков, причем водообильность отдельных слоев известняка обычно возрастает снизу вверх. Так, например, удельный дебит верхних известняков ( $a_6—a_8$ ) в северо-восточной части Волгинского месторождения колеблется в пределах 0,5—3,5 л/сек (скважины № 99, 101), на Устье-Брынкино 0,3—0,7 л/сек (скв. № 140) и уменьшается в нижележащих известняках до 0,1—0,2 л/сек.

Притоки воды из нижних известняков при проходке стволов шахт на Устье-Брынкино и Волгино (шахта № 3—4) колебались в пределах 2—10 м<sup>3</sup>/час. Максимальные притоки наблюдались в нижних известняках: при проходке вентиляционного ствола шахты № 103 на Устье-Брынкино 45 м<sup>3</sup>/час и на участке Пролетарий 70 м<sup>3</sup>/час (Виткин, 1940ф).

### ВОДОНОСНОСТЬ ИЗВЕСТНЯКОВ СЕРПУХОВСКОЙ СВИТЫ

Эти воды имеют распространение лишь в северо-восточной части Волгинского месторождения. В пределах района они имеют широкое развитие на карбонном плато к востоку от глинта. Наиболее глубоко подземные воды залегают в восточной повышенной части плато (10—20 м), а в краевой части, где известняки прикрыты маломощным покровом валунных суглинков или песков, глубина залегания подземных вод не превышает 1—5 м. Вблизи уступа и по склонам речных долин, рассекающих его, подземные воды выходят на поверхность в виде многочисленных родников, имеющих значительный дебит (7—10 л/сек). Отдельные источники, выходящие из карстовых воронок в истоках р. Вельгии, имеют дебит свыше 50 л/сек.

Водообильность известняков этой толщи зависит от степени трещиноватости и закарстованности. Карстопроявление в толще карбонатных пород развито неравномерно и иногда достигает таких размеров, что по карстовым каналам протекают целые подземные реки (р. Керемерка северо-восточнее Волгинского месторождения у хутора Александровка). Максимально вскрытая мощность серпуховских известняков в восточной части Волгинского участка достигает 40 м (скв. № 244). Кровлей являются валунные суглинки, реже пески мощностью 5—10 м, а подошвой — пластичные, реже песчаные глины мощностью до 5 м.

Воды, приуроченные к этой толще, пластово-трещинно-карстового типа, иногда свободные, чаще слабо напорные. Величина напора на Волгинском участке 1—6 м, при пьезометрическом уровне 117—123 м абсолютной высоты. О значительной водообильности известняков этой толщи свидетельствует также произведенное опробование их на Волгинском участке, где, по данным откачек, удельный дебит составляет 3,1—3,7 л/сек (скв. № 4).

### ВОДОНОСНОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Эти воды имеют повсеместное распространение. В пределах месторождения угля и огнеупорных глин рассматриваемой территории наибольшее значение имеет водоносность линз внутриморенных песков и флювиогляциальных песков ледниковых котловин.

Водоносные внутриморенные пески имеют линзообразное залегание, невыдержанную протяженность и непостоянную мощность. Пески представлены чаще крупнозернистыми разностями, но в некоторых случаях, например при проходке шахты № 11 на руднике Артем и шахты № 103

на Устье-Брынкино, встречены мелкозернистые глинистые пески типа пльвунов. Воды внутриморенных песков вскрыты большим количеством колодцев, а также некоторыми шахтами на месторождении Устье-Брынкино (шахты № 101, 103, 106, 107). Дебит колодцев обычно весьма незначительный и не превышает десятых долей литра в секунду. Максимальный приток воды из межморенных песков при проходке шахтных стволов на месторождении Устье-Брынкино не превышает  $10 \text{ м}^3/\text{час}$  (шахта № 101).

Наиболее существенное значение имеют воды флювиогляциальных отложений древних доледниковых депрессий, представленных песчаным гравийно-галечниковым материалом и вскрытые буровыми скважинами на участках Северо-Восточный Артем, Большевик и Пролетарий.

Практика ведения горных работ на руднике Северный Большевик показала, что подземные воды таких депрессий часто имеют основное значение в обводнении горных выработок. Водообильность этих отложений довольно значительна. Так, приток воды при проходке шахты № 11 на руднике Северный Большевик в 1939—1940 гг. колебался от 40 до  $75 \text{ м}^3/\text{час}$  при снижении уровня на 10—12 м. Приток воды при прорыве из песчано-галечниковой депрессии на этом руднике достигал  $200 \text{ м}^3/\text{час}$ , причем практика ведения горно-эксплуатационных работ показывает, что такие прорывы возможны через надсухарные пески, если выработки подходят к депрессии на расстояние до 30—40 м.

Как видно из вышеизложенного, гидрогеологические и горно-технические условия эксплуатации месторождений описываемого района зависят в основном от характера и степени водообильности пород кровли и подошвы угольной залежи. В соответствии с этим выделяются участки: а) где в кровле угольного пласта отсутствует наиболее обводненная толща известняков толщи переслаивания; б) где сохранился полный разрез обводненных известняков, а также участки, расположенные вблизи четвертичных депрессий.

Северо-восточная часть Волгинского месторождения вследствие залегания в кровле мощной обводненной толщи известняков серпуховской и окской свит находится в сложных гидрогеологических и горно-технических условиях и по характеру и типу обводненности может быть отнесена к сильно обводненным месторождениям. Сказанное подтверждается данными фактических притоков воды в горные выработки на действующих шахтах. Так, на участках, где отсутствуют известняки и не сказывается влияние ледниковых депрессий, характеризующихся неглубоким залеганием полезного ископаемого (до 20 м), приток воды весьма незначительный и не превышает 15—20  $\text{м}^3/\text{час}$  (западная часть Комаровского месторождения, северная часть Устье-Брынкино и шахтные поля № 3 и 6 месторождения Артем).

На участках, где развиты водоносные известняки толщи переслаивания, при глубине залегания угольной залежи от 30 до 50 м суммарный приток воды при эксплуатационных работах составляет 60—100  $\text{м}^3/\text{час}$ , а во время прорывов до 140—175  $\text{м}^3/\text{час}$ . К таким участкам относятся юго-восточная часть Комаровского месторождения (шахтные поля № 25—31), восточная часть шахтных полей № 5—8 Волгино и западная часть месторождения Устье-Брынкино. На участках развития ледниковых депрессий, заполненных водообильными гравийно-галечниковыми образованиями, приток воды достигает 150  $\text{м}^3/\text{час}$ , возрастая во время прорывов до 250  $\text{м}^3/\text{час}$  и более (шахта рудника Большевик).

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГДОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

### Введение

Гидрогеология Гдовского месторождения сланцев отличается значительной сложностью. Поэтому уже в 1930 г., в начале проходки ствола опытно-эксплуатационной шахты им. С. М. Кирова, перед Ленинградским геологическим управлением был поставлен вопрос о необходимости детального изучения подземных вод этого месторождения. В 1930—1931 гг. изучение гидрогеологических условий района опытного рудника (шахта им. С. М. Кирова) и других шахтных полей осуществлялось П. А. Шильниковым (1930ф) и В. В. Александровым (1931ф). В 1931—1934 гг. гидрогеологические исследования на широкой площади Гдовского месторождения продолжались М. А. Гатальским (1931ф, 1932<sub>1, 2, 3</sub>ф, 1933ф, 1934<sub>1, 2</sub>ф).

Дальнейшие работы в течение 1934—1936 гг. велись А. В. Лейпус (1934ф, 1935ф), А. А. Сааром (1934ф, 1935ф), В. В. Левыкиным (1934ф, 1935ф, 1936ф), З. В. Вагановой (1936ф) и др. под руководством М. А. Гатальского (1936ф). Работы 1936—1939 гг. заключались главным образом в изучении гидрогеологических условий при проходке стволов шахт и подземных выработок, а также в стационарных наблюдениях на буровых скважинах и проводились В. В. Левыкиным (1937ф, 1940ф).

В период Великой Отечественной войны сланцевые шахты были затоплены и частично разрушены. После восстановления сланцевых шахт № 1 и 2 в 1947—1948 гг. М. А. Гатальским (1948<sub>2</sub>ф) была составлена монографическая сводка гидрогеологических материалов по гдовским сланцам и дано гидрогеологическое районирование сланцевого месторождения.

В 1951 г. в связи с постановлением правительства о широком снабжении Ленинграда газом и строительстве газовых заводов, работающих на горючих сланцах, Ленинградским геологическим управлением снова были возобновлены геолого-разведочные работы на рассматриваемом месторождении. Этими работами на Гдовском месторождении была освещена новая территория, лежащая в западной его части, между рр. Нарвой и Плюссой, которая получила название Междуреченской площади (Мирошникова, 1952ф, 1953<sub>1</sub>ф). Детальной разведке были подвергнуты также шахтные поля № 4 и 5 (Мирошникова, 1953<sub>2</sub>ф), примыкающие с юга к старым шахтным полям № 1 и 3.

В 1953 г. в связи с необходимостью пересчета промышленных запасов сланцев была доразведана площадь старых шахтных полей № 1, 2, 3 и им. С. М. Кирова (Мирошникова, 1953<sub>2</sub>ф). Все гидрогеологические работы на Гдовском сланцевом месторождении, произведенные Ленинградским геологическим управлением в 1951—1953 гг., возглавлялись С. Ф. Мирошниковой.

Материалы всех указанных выше исследований были использованы при составлении настоящей статьи.

### Подземные воды месторождения

Гидрогеологический разрез Гдовского сланцевого месторождения характеризуется наличием целого ряда водоносных горизонтов.

Наиболее глубоко залегающие воды нижнего кембрия отделены от

промышленной пачки сланцев мощной толщей глин и поэтому не могут играть существенной роли в обводнении подземных выработок сланцевых шахт. Все другие водоносные слои, начиная от песков и песчаников среднего и верхнего кембрия и кончая водами четвертичных отложений, разделены между собой только тонкими прослоями глин, не имеющими регионального распространения. Поэтому воды всех этих отложений связаны как между собой, так и с подземными выработками шахт. Они образуют общую депрессионную воронку, которая создавалась в результате длительного шахтного водоотлива, и участвуют в обводнении сланцевых шахт.

### ВОДОНОСНОСТЬ КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В основании кембрия, на глубине 300 — 400 м, залегает мощная толща гдовских песчаников. В районе Гдовского месторождения она не опробована. Исходя из общих закономерностей условий формирования подземных вод можно предполагать, что воды гдовских песчаников обладают большим напором, являются в значительной мере минерализованными и непригодными для питьевого водоснабжения.

Выше по разрезу в кровле ламинаритовых глин нижнего кембрия залегают надляминаритовые водоносные песчаники, отделенные мощной толщей глин как от нижележащих гдовских слоев, так и от вышележащих песков и песчаников среднего и верхнего кембрия.

В районе сланцевых шахт № 1 и 2 эти песчаники были вскрыты пятью буровыми скважинами на глубине от 215 до 255 м и имеют мощность около 40 м. Скважины дали высоконапорные слабо минерализованные воды, пригодные для водоснабжения рабочих поселков.

Пьезометрический уровень этого водоносного горизонта установился на глубине 36 — 38 м от поверхности, что соответствует абсолютной отметке 15—12 м. При понижении уровня воды в эксплуатационных скважинах на 5 м дебит некоторых из них достигал 9 л/сек. Это указывает на значительную водообильность надляминаритовых песчаников в районе сланцевых шахт, что имеет большое значение для обеспечения питьевой водой развertyвающегося шахтного строительства.

Химический состав этих вод (в мг/л) представлен в табл. 54.

Таблица 54

| Компоненты                                               | Скважина № 4.<br>Большие Лучки | Скважина № 5.<br>Большие Лучки |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Cl . . . . .                                             | 238,1                          | 252,9                          |
| SO <sub>4</sub> . . . . .                                | 11,0                           | Следы                          |
| Ca . . . . .                                             | 13,5                           | 13,7                           |
| Mg . . . . .                                             | 3,9                            | 3,4                            |
| Fe . . . . .                                             | 0,16                           | 0,07                           |
| Fe <sup>++</sup> . . . . .                               | 0,09                           | 0,01                           |
| NH <sub>3</sub> . . . . .                                | Нет                            | Нет                            |
| NO <sub>3</sub> . . . . .                                | —                              | —                              |
| NO <sub>2</sub> . . . . .                                | —                              | —                              |
| Al <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 1,3                            | 0,8                            |
| SiO <sub>2</sub> . . . . .                               | 11,7                           | —                              |
| K+Na . . . . .                                           | 216,2                          | 219,4                          |
| HCO <sub>3</sub> . . . . .                               | 213,5                          | 207,4                          |
| Окисляемость . . . . .                                   | 4,2                            | 2,7                            |
| Плотный остаток . . . . .                                | 600,0                          | 599,1                          |
| Прокаленный остаток . . . . .                            | —                              | 477,6                          |

На 70 м выше по разрезу, в основании мощной толщи нижнесилурийских известняков залегают эофитоновые, фукоидные и оболочковые пески и песчаники среднего и верхнего кембрия. Они чаще всего представлены мелкозернистыми разностями, насыщены водой и при бурении скважин ведут себя как типичные пловуны. Глубина залегания этих песков и песчаников колеблется от 45 до 150 м при хорошо выдержанной мощности их в 30 — 35 м.

Описанные пески и песчаники залегают под мощной толщей водоносных известняков нижнего силура и заключают в себе пресные высоконапорные воды, пригодные для питьевого водоснабжения.

Химический состав вод песков и песчаников среднего и верхнего кембрия (в мг/л) приведен в табл. 55.

Т а б л и ц а 56

| Компоненты                           | Скважина № 43 г. |
|--------------------------------------|------------------|
| Ca . . . . .                         | 15,70            |
| Mg . . . . .                         | 10,48            |
| K+Na (по разности) . . . . .         | 99,36            |
| SO <sub>4</sub> . . . . .            | 1,65             |
| Cl . . . . .                         | 95,00            |
| HCO <sub>3</sub> . . . . .           | 198,2            |
| CO <sub>2</sub> . . . . .            | Нет              |
| Сухой остаток . . . . .              | 336,0            |
| Минеральный остаток . . . . .        | 321,0            |
| Окисляемость . . . . .               | 2,88             |
| Жесткость общая в нем. град. . . . . | 4,60             |

На Междуреченской площади абсолютная отметка пьезометрического уровня этих вод 25—32 м. Падение уровня наблюдается при этом с юга на север. На площади полей действующих шахт абсолютная отметка пьезометрического уровня рассматриваемого водоносного горизонта колеблется от 25 до 40 м.

Вследствие мелкозернистости и пловучести песков и песчаников среднего и верхнего кембрия дебит вскрывающих их скважин резко колеблется и в основном определяется конструкцией последних. Наибольшим дебитом обладала фонтанирующая скважина, пробуренная на берегу р. Плюсы у с. Малые Поля, которая при понижении уровня на 8,5 м давала приток 4 л/сек. Другие нефонтанирующие скважины имели значительно меньшие дебиты. При понижении уровня во время откачки на 2—7 м приток в скважины чаще всего составлял от 0,5 до 1,7 л/сек.

Воды описываемого горизонта имеют прямую связь с водами вышележащих нижнесилурийских известняков и участвуют в обводнении подземных выработок сланцевых шахт.

### ВОДОНОСНОСТЬ НИЖНЕСИЛУРИЙСКОЙ КАРБОНАТНОЙ ТОЛЩИ

Толща плотных, в различной степени закарстованных и трещиноватых нижнесилурийских известняков, включающая промышленную пачку, имеет региональное распространение. Вследствие глубокого размыва на севере, мощность ее в различных частях сланцевого месторождения не одинакова и колеблется от 30 до 100 — 125 м. Вся толща нижнесилурийских известняков представляет собой единый водоносный горизонт тре-

щинно-карстового типа, заключающий в себе обильные пресные воды, создающие значительные трудности при проходке стволов сланцевых шахт и эксплуатации Гдовского месторождения.

К мощной и широко распространенной толще этих известняков, заключающих в себе промышленную пачку горючих сланцев, приурочены карстовые явления, развитые почти на всей площади месторождения. По морфологическим признакам карст имеет довольно разнообразный характер. По возрасту часть его относится к древнему додевонскому «мертвому» карсту, а часть — к более поздним последевонским и современным его проявлениям.

Гидрогеологические условия Гдовского месторождения в значительной мере предопределяются характером и степенью развития карста как на дневной поверхности, так и на глубине. Наряду с трещиноватостью карст определяет водообильность известняков, лежащих в кровле и почве промышленной пачки горючих сланцев, и величину притока воды в шахты. Разнообразие карстовых форм и трудность установления закономерностей в распространении карста как на площади, так и по глубине характеризуют всю сложность и специфичность гидрогеологических условий Гдовского сланцевого месторождения.

Однако, несмотря на наличие древнего и современного карста, толща нижнесилурийских известняков слабо закарстована. Глинистые, слоистые, с большим содержанием кремнезема известняки и доломиты с трудом поддаются процессам карстообразования и больших пустот не образуют, что подтверждается незначительной величиной общей их закарстованности, равной 2%. При этом резко выделяется верхняя зона наиболее закарстованных известняков везенбергского яруса с величиной общей закарстованности в 7% и нижняя, менее закарстованная и менее водоносная зона известняков, лежащая в почве сланцев, общая величина закарстованности которой уменьшается до 0,2%.

При наличии открытого и закрытого «мертвого» карста интересным является отношение величины открытой закарстованности пород, которая характеризуется активной скважностью, к величине общей закарстованности. Это отношение следовало бы назвать «коэффициентом активности карста», так как именно эта величина и характеризует степень участия карста в обводнении пород, т. е. степень современной активности карста.

Для района Гдовского месторождения сланцев коэффициент активности карста равен 0,4. Это указывает на то, что только 40% карстовых полостей не заполнены, остальные 60% пустот представляют собой «мертвый» карст, заполненный слабо водопроницаемыми глинисто-песчаными образованиями.

Основными путями циркуляции подземных вод в толще нижнесилурийских известняков являются трещины, карстовые каналы, ходы и полости, которые хотя и имеют наибольшее развитие в верхней части, но пересекают всю толщу вплоть до подстилающих песков и песчаников верхнего кембрия. Тектонические трещины во многих местах пересекают известняки и промышленную пачку сланцев, создавая пути непосредственной связи вод известняков с водами как выше-, так и нижележащих отложений.

Вследствие различной трещиноватости и закарстованности известняков водообильность их весьма непостоянна. Однако скважины, пробуренные в известняках, как правило, дают значительное количество воды.

В местах пониженного рельефа многие из них образуют фонтаны с дебитом до 5 — 7 л/сек. Наибольшей водообильностью отличается верхняя, наиболее трещиноватая и закарстованная толща известняков.

В глубоких долинах рек и ручьев, прорезающих нижнесилурийские известняки, вытекают трещинно-карстовые источники. В течение года дебит их резко колеблется. Весной и осенью дебит некоторых источников достигает десятков и сотен литров в секунду, а зимой и летом падает почти до нуля. Значительная водообильность нижнесилурийских известняков проявляется также при проходке стволов сланцевых шахт. Основной приток из известняков почвы и кровли в подземные выработки происходил в виде периодических прорывов воды с дебитом до 800 — 1000 м<sup>3</sup>/час.

Химический состав вод нижнесилурийских известняков (в мг/л) приведен в табл. 56.

Таблица 56

| Компоненты                          | Скважина № 43г<br>Везенбергские<br>доломиты | Скважина № 42г<br>Кровля промпачки | Скважина № 44г<br>Почва промпачки |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Сухой остаток при 180° . .          | 276,0                                       | 252,0                              | 266,0                             |
| Ca . . . . .                        | 49,98                                       | 22,13                              | 17,85                             |
| Mg . . . . .                        | 3,06                                        | 17,25                              | 14,41                             |
| Na+K (по разности) . . . .          | 59,11                                       | 55,43                              | 64,63                             |
| SO <sub>4</sub> . . . . .           | Нет                                         | Следы                              | 2,47                              |
| Cl . . . . .                        | 4,0                                         | 15,0                               | 17,0                              |
| HCO <sub>3</sub> . . . . .          | 317,2                                       | 274,5                              | 265,3                             |
| Свободная CO <sub>2</sub> . . . . . | 13,2                                        | 17,6                               | 13,2                              |
| Жесткость общая в нем. град.        | 7,68                                        | 7,03                               | 5,81                              |

Общее направление движения подземного потока на территории Гдовского месторождения сланцев обуславливается дренажем подземных вод рр. Нарвой, Плюссой и Лугой. Поток подземных вод движется в северном и северо-западном направлениях к основной области разгрузки — Финскому заливу, что подтверждается картой гидроизогипс (см. рис. 22).

### ВОДОНОСНОСТЬ ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В пределах Гдовского месторождения девонские отложения представлены наровскими мергелями и покрывающими их лужскими песками и песчаниками.

Наровские мергели в средней части Гдовского месторождения отсутствуют. В других частях месторождения мощность их колеблется в широких пределах и достигает 42 м. Они разбиты тектоническими трещинами, обеспечивающими непосредственную связь вод ниже- и вышележащих пород.

Вследствие значительной плотности пород и наличия прослоев глин толща мергелей имеет небольшую водообильность. Поэтому наровские мергели могут представлять собой локальные водоупоры, отделяющие водоносный горизонт лужских песков и четвертичных отложений от основного, повсеместно развитого водоносного горизонта нижнесилурийских известняков.

Средневзвешенный коэффициент фильтрации мергелей по 46 скважинам составляет 3,6 *м/сутки*. Химический состав вод наровских мергелей (в *мг/л*) представлен в табл. 57.

Таблица 57

| Компоненты                           | Скважина № 49г.<br>Междуреченская<br>площадь | Скважина № 50г.<br>Междуреченская<br>площадь |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Ca . . . . .                         | 92,10                                        | 45,12                                        |
| Mg . . . . .                         | 46,95                                        | 26,75                                        |
| K+Na (по разности) . . . . .         | 6,44                                         | 21,16                                        |
| SO <sub>4</sub> . . . . .            | 3,70                                         | 2,26                                         |
| Cl . . . . .                         | 6,00                                         | 47,00                                        |
| HCO <sub>3</sub> . . . . .           | 518,5                                        | 224,0                                        |
| Сухой остаток . . . . .              | 496,00                                       | 294,00                                       |
| Минеральный остаток . . . . .        | 415,00                                       | 264,00                                       |
| Окисляемость . . . . .               | 5,12                                         | 6,4                                          |
| Жесткость общая в нем. град. . . . . | 23,72                                        | 12,48                                        |

Лужские пески и песчаники с линзами и прослоями глин распространены только в южной части Гдовского месторождения, где мощность их составляет 20—30 м. Они содержат напорные пресные воды, обладающие значительным дебитом. Некоторые скважины, пробуренные в местах пониженного рельефа, дали фонтаны с дебитом 3—5 *л/сек*. В долинах рек с лужскими песками и песчаниками связаны выходы большого количества источников с дебитом от 0,5 до 3 *л/сек*.

Средневзвешенный коэффициент фильтрации описанной толщи песков и песчаников по 22 скважинам составляет 7,44 *м/сутки*. Химический состав вод этого горизонта (в *мг/л*) приводится в табл. 58.

Таблица 58

| Компоненты                              | Источник в с. Сижно |
|-----------------------------------------|---------------------|
| Сухой остаток . . . . .                 | 218,0               |
| HCO <sub>3</sub> . . . . .              | 233,0               |
| Cl . . . . .                            | 9,9                 |
| SO <sub>4</sub> . . . . .               | 4,6                 |
| Ca . . . . .                            | 50,1                |
| Mg . . . . .                            | 22,7                |
| K+Na (по разности) . . . . .            | 4,4                 |
| SiO <sub>2</sub> . . . . .              | 4,5                 |
| R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 12,1                |
| Жесткость общая в нем. град. . . . .    | 2,4                 |

### ВОДОНОСНОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Четвертичные отложения представлены внизу слабо водопроницаемыми озерно-ледниковыми и валунными глинами, а сверху водоносными разнородными песками. Такой разрез четвертичных отложений создает благоприятные условия для образования верховодки, которая имеет почти повсеместное распространение. Атмосферные осадки аккумули-

руются в песках, а затем медленно просачиваются в коренные породы; пески, таким образом, являются регулятором питания нижележащих водоносных слоев.

Грунтовые воды песков широко используются для водоснабжения района путем устройства многочисленных шахтных колодцев.

Вследствие неглубокого залегания грунтовых вод (1—5 м) происходит быстрая реакция их на количество выпадающих атмосферных осадков. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод в районе месторождения достигает 3,2 м.

Химический состав грунтовых вод (в мг/л) приведен в табл. 59.

Таблица 59

| Компоненты                              | Колодец<br>в с. Никольщина | Колодец<br>в с. Ищево |
|-----------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Сухой остаток при 180° . . . . .        | 559,0                      | 279,6                 |
| SiO <sub>2</sub> . . . . .              | 4,5                        | 8,8                   |
| R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 3,2                        | 4,8                   |
| Ca . . . . .                            | 104,3                      | 6,5                   |
| Mg . . . . .                            | 13,9                       | 25,3                  |
| K+Na (по разности) . . . . .            | 109,2                      | 6,6                   |
| SO <sub>4</sub> . . . . .               | 7,6                        | 4,9                   |
| Cl . . . . .                            | 88,3                       | 7,8                   |
| HCO <sub>3</sub> . . . . .              | 514,0                      | 315,4                 |
| Жесткость общая в нем. град. . . . .    | 17,6                       | 14,5                  |

### Водообильность сланцевых шахт

Гдовское месторождение горючих сланцев вскрыто четырьмя шахтами: № 1, 2, 3 и им. С. М. Кирова. При разработке сланцев принята камерная система горных работ с оставлением междуканальных целиков и частичной закладкой выработанного пространства пустой породой (бутом).

Шахта им. С. М. Кирова. Проходка шахты начата в 1930 г. В 1932 г. стволы шахты глубиной 68—70 м были пройдены и начаты подготовительные подземные работы. До июня 1941 г. производились эксплуатационные работы. После войны шахта не была восстановлена. Данные о притоках воды в подземные выработки на 1 января каждого года в зависимости от роста площади выработанного пространства приведены в табл. 60.

Таблица 60

|                                                         | Годы |      |      |      |      |      |       |       |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                                         | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940  | 1941  |
| Площадь выработанного пространства, тыс. м <sup>2</sup> | 5,3  | 28   | 95   | 164  | 250  | 341  | 426   | 605   |
| Приток воды в шахту, м <sup>3</sup> /час                | 52   | 75   | 112  | 850  | 920  | 957  | 1 255 | 1 840 |

Характерно, что в течение первых трех лет эксплуатации шахта имела незначительный приток воды. После первого мощного прорыва воды из почвы, происшедшего 14/I 1936 г., приток в шахту увеличился почти в 8 раз. В последующие годы он также увеличивался скачкообразно за счет новых прорывов. Всего за время эксплуатации шахты произошло 14 прорывов воды из почвы и кровли выработок. Следует отметить, что каждый новый прорыв воды уменьшал величину притока воды в местах предшествующих прорывов. Это обстоятельство указывает на миграцию подземных вод в толще известняков по трещинам и карстовым ходам.

В 1941 г. коэффициент водообильности шахты им. С. М. Кирова, который представляет собой отношение суточной производительности шахты в тоннах к величине суточного притока воды в подземные выработки в кубических метрах, достиг исключительно большой величины — 42.

Шахта № 1. Проходка шахты начата в 1934 г. В 1938 г. стволы шахты глубиной 86 и 88 м были закончены и началась проходка подготовительных выработок. К 1/VI 1941 г. площадь выработанного пространства составляла 14 тыс. м<sup>2</sup>, а приток воды 90 м<sup>3</sup>/час. В 1945 г., после откачки, приток в шахту мало изменился и достигал 113 м<sup>3</sup>/час. Этот приток почти без изменения держался в течение 1946 г. и в начале 1947 г. Только в конце 1947 г. приток в шахту резко возрос за счет прорыва воды из почвы и составил около 500 м<sup>3</sup>/час.

Дальнейший рост притока воды в шахту № 1 в зависимости от величины площади выработанного пространства отражен в табл. 61.

Таблица 61

| Годы | Кварталы |     |     |     |
|------|----------|-----|-----|-----|
|      | I        | II  | III | IV  |
| 1947 | —        | —   | 149 | 163 |
|      | —        | —   | 115 | 491 |
| 1948 | 181      | 202 | 230 | 265 |
|      | 471      | 521 | 255 | 335 |
| 1949 | 295      | 331 | 366 | 398 |
|      | 355      | 350 | 354 | 398 |
| 1950 | 422      | 434 | 448 | 468 |
|      | 401      | 417 | 418 | 407 |
| 1951 | 492      | 515 | 542 | 568 |
|      | 385      | 315 | 407 | 400 |
| 1952 | 600      | 641 | 669 | 712 |
|      | 378      | 389 | 427 | 406 |
| 1953 | 787      | 872 | 953 | 982 |
|      | 409      | —   | 398 | 468 |

Примечание. В числителе—площадь выработанного пространства в тыс. м<sup>2</sup>, в знаменателе—приток воды в шахту в м<sup>3</sup>/час.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что на шахте № 1 за время с 1947 по 1953 г. площадь выработанного пространства увеличи-

лась более чем в 6 раз, тогда как приток в горные выработки стабилизировался и в 1953 г., так же как и в конце 1947 г., составлял около  $500 \text{ м}^3/\text{час}$ .

За период эксплуатации шахты № 1 наблюдалось четыре прорыва воды. Наиболее мощный из них произошел в 1947 г. из почвы в забое первого панельного штрека и дал приток около  $500 \text{ м}^3/\text{час}$ . Коэффициент водообильности шахты № 1 составляет 6,5.

Шахта № 2 является самой крупной на Гдовском месторождении. Проходка стволов этой шахты глубиной 83 и 85 м была закончена в декабре 1935 г.

Подготовительные выработки ее встретили три сильно закарстованные тектонические трещины северо-восточного простирания, которые оказались расширенными коррозией до 3 — 11 м и выполненными глиной с обломками доломита. Поэтому эти трещины давали небольшое количество воды — порядка 20 — 25  $\text{м}^3/\text{час}$  каждая. К концу 1937 г. длина северо-западного коренного штрека достигла 665 м, вентиляционного — 750 м, а площадь выработанного пространства — 18,7 тыс.  $\text{м}^2$ .

Вода в подземные выработки поступала главным образом из тектонических трещин северо-восточного простирания, и приток на 1/I 1938 г. составлял  $85 \text{ м}^3/\text{час}$ . Резкое увеличение притока в шахту № 2 произошло 23/V 1938 г. в результате прорыва воды из карстовой щели в забое, расположенной в 25 — 30 м от проходящей здесь тектонической трещины северо-восточного простирания. Общий приток воды в шахту достигал при этом  $200 \text{ м}^3/\text{час}$ . В результате последовавших за этим новых прорывов общий приток воды на 1/I 1940 г. увеличился до  $324 \text{ м}^3/\text{час}$  при площади выработанного пространства 56 тыс.  $\text{м}^2$ .

В 1940 г. и первой половине 1941 г. подземные выработки шахты № 2 вскрыли ряд новых тектонических трещин северо-восточного простирания, давших новые притоки воды. На 1/I 1941 г. при площади выработанного пространства 178 тыс.  $\text{м}^2$  приток воды составлял уже около  $500 \text{ м}^3/\text{час}$ , при этом 50% воды поступало из кровли и 50% из почвы. В 1945 г. после откачки приток в шахту № 2 составлял  $480 \text{ м}^3/\text{час}$ ; этот приток мало изменился и в последующие 1946 и 1947 г.

Дальнейший рост притока воды в шахту № 2 отражен в табл. 62.

Эти данные показывают, что приток воды в подземные выработки, так же как и на шахте № 1, мало зависит от площади выработанного пространства. Увеличение притока происходит главным образом за счет периодических прорывов воды. Таких прорывов величиной около  $200 \text{ м}^3/\text{час}$  в шахте № 2 было два.

Следует отметить, что в течение последних трех лет эксплуатации горными выработками этой шахты был вскрыт целый ряд сильно закарстованных трещин северо-восточного простирания, которые видимого увеличения притоков не дали. В конце 1953 г. коэффициент водообильности шахты № 2 составлял 6, 7.

Шахта № 3 была заложена в 1950 г. и сдана в эксплуатацию в августе 1953 г. Глубина стволов этой шахты 107 и 108 м. При площади выработанного пространства в конце 1953 г. 29 тыс.  $\text{м}^2$  приток воды в эту шахту составлял 120 — 150  $\text{м}^3/\text{час}$ .

Гидрогеологические наблюдения на Гдовских сланцевых шахтах производились непрерывно с 1930 по 1941 г. и были снова возобновлены в 1945 г. на шахтах № 2 и 3.

В подземных выработках всех сланцевых шахт были встречены резко выраженные тектонические трещины двух основных направлений:

Таблица 62

| Годы | Кварталы |     |     |     |
|------|----------|-----|-----|-----|
|      | I        | II  | III | IV  |
| 1949 | 136      | 148 | 162 | 180 |
|      | 420      | 430 | 444 | 460 |
| 1950 | 205      | 235 | 264 | 286 |
|      | 457      | 452 | 448 | 417 |
| 1951 | 315      | 349 | 381 | 400 |
|      | 398      | 373 | 360 | 345 |
| 1952 | 412      | 434 | 476 | 533 |
|      | 345      | 292 | —   | 322 |
| 1953 | 610      | 690 | 778 | 804 |
|      | 339      | —   | —   | 400 |

Примечание. В числителе—площадь выработанного пространства в тыс. м<sup>2</sup> в знаменателе—приток воды в шахту в м<sup>3</sup>/час.

северо-западного и северо-восточного. Наиболее часто встречаются сомкнутые северо-западные трещины с азимутом простираения 300—320°. Значительно реже попадаются закарстованные трещины — жилы северо-восточного простираения с азимутом 45—55°, заполненные зеленой глиной, кварцевым песком и песчаником с сульфидами. Все трещины имеют крутое падение и секут промышленную пачку сланцев под углом 80—85°. Некоторые трещины северо-восточного направления сопровождаются целой серией более мелких трещин и вместе с ними образуют зоны тектонических нарушений с дроблением пород, по которым наблюдается смещение слоев сланцев и известняков на 0,2—0,3 м. Эти трещины иногда сильно разработаны водой и выполнены зеленой глиной и кварцевым песком с обломками доломита и доломитизированного известняка. В некоторых местах вдоль трещин образуются карстовые полости шириной 5—10 м, также выполненные серовато-зеленой глиной с крупными обломками окружающих пород.

Подземные выработки шахты им. С. М. Кирова в течение первых трех лет эксплуатации не пересекли тектонических трещин северо-восточного направления, и приток воды в них колебался в пределах 50—75 м<sup>3</sup>/час при площади выработанного пространства до 28 тыс. м<sup>2</sup>.

В феврале 1936 г. из трещины разлома, образовавшейся в известняках почвы лавы № 20 первой панели, в шахте им. С. М. Кирова произошел первый прорыв воды в количестве 850 м<sup>3</sup>/час.

Второй прорыв воды в количестве 400—450 м<sup>3</sup>/час произошел в сентябре 1936 г. из тектонической трещины северо-восточного простираения в кровле южного крыла шахты. В результате второго прорыва воды из кровли приток воды из места первого прорыва уменьшился до 400 м<sup>3</sup>/час и общий приток в шахту им. С. М. Кирова составлял 800—850 м<sup>3</sup>/час. При этом как при первом прорыве воды из почвы, так и при втором прорыве из кровли наблюдалось резкое падение уровня воды почти во всех наблюдательных скважинах. Радиус депрессионной воронки шахтного водоотлива достигал при этом 3—5 км.

Третий прорыв воды в шахту им. С. М. Кирова в количестве  $273 \text{ м}^3/\text{час}$  произошел из разлома почвы лавы № 7 второй панели в ноябре 1936 г. Одновременно с этим прорывом приток воды в местах двух более ранних прорывов уменьшился. Поэтому общий приток воды в шахту на 1/1 1937 г. составлял  $850 \text{ м}^3/\text{час}$ , как и до третьего прорыва.

Приведенные данные указывают на резко выраженную «миграцию» подземных вод в толще известняков по трещинам и карстовым ходам.

После 3,5-летнего стабильного притока воды около  $900 \text{ м}^3/\text{час}$  в 1940 и 1941 гг. произошли новые мощные прорывы воды. В июле 1940 г. прорыв воды из почвы лавы № 2 на втором участке 7-й панели дал приток  $270 \text{ м}^3/\text{час}$ . В январе 1941 г. в этом же месте произошел новый прорыв в количестве  $1000 \text{ м}^3/\text{час}$ , увеличивший общий приток в шахту им. С. М. Кирова до  $2000 \text{ м}^3/\text{час}$ . Характерно, что вода первого прорыва постепенно перехватывалась последующими прорывами и последний перехватил уже почти весь оставшийся его приток в  $200 \text{ м}^3/\text{час}$ .

В последующие месяцы 1941 г. при площади выработанного пространства около 600 тыс.  $\text{м}^2$  общий приток в шахту составлял около  $1800 \text{ м}^3/\text{час}$ . При таком притоке воды в шахту уровень подземных вод 60-метровой толщи известняков кровли был понижен на 54 м от статического и находился на 15 м выше кровли подземных выработок шахты им. С. М. Кирова. С таким притоком и коэффициентом водообильности 42 шахта была затоплена во время Великой Отечественной войны и в настоящее время еще не восстановлена.

Сланцевые шахты № 1 и 2 также встретили целый ряд тектонических закарстованных трещин и имели несколько прорывов воды, но количество их и величина притока были значительно меньше. Поэтому и общая водообильность этих шахт значительно меньше, чем шахты им. С. М. Кирова.

### Водообильность новых шахтных полей

В 1951—1953 гг. Гдовской геолого-разведочной партией Ленинградского геологического управления были разведаны новые шахтные поля № 4 и 5, примыкающие с юга к полям действующих шахт № 1 и 3, а также Междуреченская площадь. Последняя представляет собой западную часть Гдовского месторождения и расположена к западу от действующих шахт, между рр. Нарвой и Плюссой.

#### Шахтные поля № 4 и 5

Гидрогеологические условия этой площади характеризуются наличием полного разреза нижнесилурийской карбонатной толщи, представляющей собой мощный водоносный горизонт.

Погружение слоев в юго-восточном направлении обуславливает более глубокое залегание промышленной пачки горючих сланцев на шахтном поле № 4 по сравнению с шахтным полем № 5. Глубина залегания сланцев на шахтном поле № 4 в среднем составляет 111 м, а на шахтном поле № 5 — 98 м.

Для этих шахтных полей характерно, так же как и для полей действующих шахт, резкое уменьшение водообильности толщи нижнесилурийских известняков с глубиной. Это обстоятельство связано с тем, что карстообразовательные процессы с глубиной быстро затухают, скорости фильтрации воды уменьшаются и создаются благоприятные условия для выполнения водопроводящих трещин и карстовых ходов рыхлым глини-

стым и песчаным материалом. Так, в скв. № 43г (шахтное поле № 5) коэффициент фильтрации известняков в интервале 27—44 м составляет 100 м/сутки, а в интервале 71—93 м он уменьшается до 0,11 м/сутки.

Если для везенбергских доломитов, залегающих в интервале 17—50 м, средневзвешенный коэффициент фильтрации, полученный по 5 скважинам, составляет 39,72 м/сутки, то для иевских, губковых, итферских и кукерских известняков, вскрытых в интервале 70—120 м, средневзвешенный коэффициент фильтрации по тем же скважинам равен 3,45 м/сутки, т. е. уменьшается в 11 раз.

При этом на шахтных полях № 4 и 5 средневзвешенный коэффициент фильтрации для всей толщи нижнесилурийских известняков, лежащих в кровле промышленной пачки сланцев, составляет 9,35 м/сутки. Нижняя 35-метровая толща известняков, залегающая в почве горючих сланцев, отличается значительно меньшей водообильностью. Средневзвешенный коэффициент фильтрации ее равен 3,95 м/сутки.

Подсчитанный по формуле Дахлера средневзвешенный коэффициент фильтрации для всей карбонатной толщи нижнего силура вдоль плоскости напластования слоев составляет 3,84 м/сутки, а в перпендикулярном направлении 0,24 м/сутки. Таким образом, фильтрационные свойства нижнесилурийских известняков в горизонтальном направлении в 16 раз превышают таковые по вертикали.

Гидростатическое давление вод карбонатной толщи на кровлю сланца в пределах шахтных полей № 4 и 5 достигает 7,5—10 ат.

По условиям обводненности подземных выработок шахтные поля № 4 и 5 будут довольно близки к полям действующих шахт № 1 и 2.

### Междуреченская площадь

Гидрогеологические условия Междуреченской площади в значительной степени определяются наличием рр. Нарвы и Плюссы, отделяющих эту площадь на западе от Эстонского месторождения сланцев и на востоке от шахтных полей № 1—5 Гдовского месторождения. Описываемая площадь протягивается от линии эрозионного размыва промышленной пачки сланцев на севере до широты Чудского озера на юге. Южная граница Междуреченской площади является условной.

Детально разведанная часть этой площади лежит на севере и ограничивается широтой шахты им. С. М. Кирова. В южной части Междуреченской площади проведены только поисковые работы. В пределах всей разведанной площади сланцы имеют промышленную мощность, уменьшающуюся с севера на юг от 1,45 до 1,26 м.

Отличительной чертой разреза детально разведанной части Междуреченской площади, по сравнению с полями существующих сланцевых шахт, является небольшая глубина залегания промышленной пачки, которая на севере составляет 10 м и увеличивается на юге до 67 м. На поисковой площади глубина залегания промышленной пачки горючих сланцев достигает 105 м.

Наровские мергели представляют верхнюю часть геологического разреза и отсутствуют лишь в южной части детально разведанной площади — к югу от везенбергского уступа. Мощность их колеблется в широких пределах, от 2 до 35 м, но чаще всего составляет 12—17 м. Эти мергели являются слабо водопроницаемой породой и исключают возможность поступления большого количества атмосферных вод в подстилающие их нижнесилурийские известняки. Средневзвешенный коэф-

фициент фильтрации их, определенный по восьми скважинам в разных точках площади, составляет 0,85 м/сутки.

По направлению с севера на юг мощность нижнесилурийских известняков, лежащих в кровле сланцев, увеличивается от 0 до 62 м.

Небольшая глубина залегания сланцев и большая мощность их по сравнению с другими шахтными полями выдвигают северную часть Междуреченской площади как первоочередную для закладки новых сланцевых шахт. В пределах описываемой площади, в соответствии с изменением глубины залегания сланцев, гидрогеологические условия изменяются по направлению с севера на юг. С увеличением глубины залегания сланцев фильтрационные свойства 10-метровой толщи известняков, залегающей в кровле промышленной пачки, резко уменьшаются.

Это обстоятельство подтверждается данными по скважинам № 52г, 49г и 50г, расположенным соответственно с севера на юг. Так, в северной части площади коэффициент фильтрации известняков кровли составляет 30—34 м/сутки (скв. № 52г), в центральной части площади он уменьшается до 9 м/сутки (скв. № 49г), а в южной части падает до 7 м/сутки (скв. № 50г).

В северной части Междуреченской площади нижнесилурийские известняки имеют мощность менее 10 м и лежат на глубине 10—40 м между слабо водоносными наровскими мергелями и промышленной пачкой горючих сланцев. Эта маломощная толща известняков кровли залегает на отметках, близких к уровню моря, и находится в зоне интенсивной циркуляции подземных вод, обусловленной повышенной закарстованностью пород.

Высокие фильтрационные свойства известняков кровли позволяют предположить, что в северной части Междуреченской площади эксплуатационные работы будут проводиться при полном дренаже пород кровли. При этих условиях неожиданные прорывы подземных вод в выработки исключаются. Приток воды в подземные выработки сланцевых шахт в этой части месторождения будет составлять около 1000—1500 м<sup>3</sup>/час. По направлению к югу мощность известняков в разрезе Междуреченской площади постепенно возрастает и гидрогеологические условия приближаются к условиям Гдовских сланцевых шахт.

Междуреченская площадь ограничивается рр. Нарвой и Плюссой. Река Плюсса протекает в хорошо разработанной долине, выполненной четвертичными отложениями, и в пределах описываемой площади коренных пород не вскрывает. Река Нарва слабо врезается в наровские мергели, мощность которых под дном реки составляет от 5 до 20 м. Эти обстоятельства создают неблагоприятные условия для проникновения вод этих рек в подземные выработки будущих сланцевых шахт.

## Режим подземных вод в условиях шахтного водоотлива

Как указывалось выше, в районе Гдовского месторождения сланцев весь комплекс отложений среднего девона, нижнего силура, среднего и верхнего кембрия образует единый сложный водоносный горизонт пластово-трещинно-карстовых вод, состоящий из пород разного литологического состава и различных фильтрационных свойств. В ряде случаев существуют более или менее выдержанные водоупоры, образующие этажные воды, которые, однако, не выдерживаются на широкой площади. Поэтому при изучении условий питания и дренажа подземных вод месторождения этот водоносный комплекс надо рассматривать как единый.

Источником питания подземных вод месторождения являются местные атмосферные осадки, количество которых достигает 550—600 мм в год. Колебания уровня подземных вод в описываемом районе подчинены сезонным и годовым влияниям. Наиболее высокое стояние уровня подземных вод в известняках наблюдается в апреле—мае, когда он поднимается на 0,5—1,0 м и некоторые скважины начинают фонтанировать.

Амплитуда годового колебания уровня подземных вод нижнесилурийских известняков по скважинам достигает 1,0—1,5 м. Следует отметить, что в действующих шахтах Гдовского месторождения притоки воды слабо подвержены сезонным колебаниям, чем они существенно и отличаются от шахт Эстонского месторождения.

Построенная на 26/X—13/XI 1953 г. схематическая карта гидроизопьез подземных вод нижнесилурийских известняков Гдовского месторождения (рис. 22) свидетельствует о том, что в результате длительного шахтного водоотлива вокруг шахт № 1 и 2 создалась общая депрессионная воронка, имеющая в наиболее глубокой своей части абсолютные отметки 3,42 м (шахта № 1) и 6,80 м (шахта № 2). При естественном режиме, имевшем место до восстановления шахт в 1944 г., уровни подземных вод в стволах шахт № 1 и 2 находились на абсолютных отметках 35,92 и 35,80 м.

Таким образом, в результате 9-летней эксплуатации шахт снижение уровня подземных вод нижнесилурийских известняков составляет 32 м по шахте № 1 и 29 м по шахте № 2. При этом следует отметить, что образовавшаяся депрессионная воронка своей длинной осью вытянулась в северо-восточном направлении и имеет смещение к востоку. Последнее обстоятельство можно связать с наличием резко выраженных тектонических трещин северо-восточного простираения, по которым и осуществляется основной дренаж толщи нижнесилурийских известняков. Крутая, наиболее глубокая часть депрессионной воронки оконтуривается гидроизогипсой 25 м.

Между р. Плюссой и описанной депрессионной воронкой существует гидрогеологический водораздел, указывающий на непричастность поверхностных вод этой реки к питанию подземных выработок сланцевых шахт № 1 и 2 в настоящее время. Однако поступление воды из р. Плюссы в подземные выработки указанных шахт может произойти в последующее время, особенно в результате интенсивной откачки воды из шахты им. С. М. Кирова, которая в ближайшее время будет восстановлена.

Дренарующее влияние рр. Нарвы и Плюссы, которые прорезают девонские мергели и нижнесилурийские известняки, хорошо отображается на карте гидроизогипс. Междуреченская площадь представляет собой водораздел. В центральной части Междуреченской площади абсолютная отметка уровня подземных вод известняков достигает 29 м. По направлению к рр. Нарве и Плюссе наблюдается снижение абсолютных отметок до 22 м.

## **Гидрогеологические условия разработки горючих сланцев**

При существующих гидрогеологических условиях единственно успешным способом борьбы с водами, поступающими в подземные выработки сланцевых шахт, является откачка их на поверхность. Изоляция

воды прорывов в эксплуатационных выработках может носить лишь временный характер. Опыт подземных работ показал, что вода, закрытая в одном месте, находит себе путь в выработки в других местах и новые прорывы уменьшают приток воды из предыдущих прорывов.

Искусственный дренаж кровли и почвы выработок может предотвратить прорывы или, во всяком случае, резко уменьшить их количество, но этот дренаж будет подводить дополнительную воду в выработки, что поведет к более быстрому росту депрессионной воронки. Поэтому все мероприятия по борьбе с шахтными водами в подземных выработках должны ограничиваться лишь мерами профилактического характера, проводимыми с целью сохранения почвы и кровли выработок.

В качестве таких мер рекомендуется проходка 2—3-метровых дренажных скважин в почве и кровле выработок там, где начинается повышенное давление на крепь. С их помощью будет уменьшаться давление на кровлю и почву выработок.

При поступлении воды из закарстованных тектонических трещин кровли заполняющий их рыхлый глинистый материал обычно быстро вымывается, в результате чего в кровле образуется высокий свод обрушения. Для предотвращения размыва этих трещин необходимо задавать наклонные водоотводящие скважины, пересекающие трещины выше кровли, и отводить по ним воду. Не менее важной профилактической мерой против размыва закарстованных трещин является форсированная проходка выработок и усиленное их крепление.

Особое значение имеет вопрос сохранения кровли выработок. Интересными в этом отношении являются слабо закарстованные слои глинистых известняков кровли с коэффициентом фильтрации  $0,72 \text{ м/сутки}$ , лежащие ниже границы максимальной закарстованности известняковой толщи. Благодаря защитной роли этих слабо водопроницаемых слоев дренаж верхней, наиболее закарстованной водообильной части нижнесилурийских известняков осуществляется довольно медленно. По мере погружения промышленной пачки сланцев к юго-востоку мощность указанных слоев слабо водопроницаемых известняков увеличивается до 30—50 м.

В северо-западной части месторождения, в районе неглубокого залегания сланцев, нижняя граница наиболее закарстованной и водообильной толщи известняков опускается ниже промышленной пачки и кровля выработок не имеет указанных выше слабо закарстованных слоев глинистых известняков.

В районе шахты им. С. М. Кирова мощность слабо водопроницаемой толщи известняков в кровле превышает 20 м, а на шахте № 1 и 2 — 30—40 м. Только защитной ролью этих слабо закарстованных слоев глинистых известняков и можно объяснить то положение, что в результате 9-летней эксплуатации шахты полного осушения пород кровли достигнуто не было и уровень подземных вод в толще известняков кровли был понижен всего на 54 м от статического.

Еще меньший эффект осушения пород кровли наблюдается на шахтах № 1 и 2, имеющих в кровле более мощные слои слабо водопроницаемых глинистых известняков. Уровень воды в породах кровли этих шахт за 9-летний период эксплуатации был снижен всего на 32 м в шахте № 1 и на 29 м в шахте № 2.

Это обстоятельство является весьма важным. Оно показывает, что в шахтах глубиной 60—80 м и более при сохранении кровли можно довольно долго работать с небольшим притоком воды. Поэтому надо стре-



миться как можно дольше сохранять кровлю выработок. Когда сохранить кровлю уже невозможно и уровень подземных вод понизится до подошвы выработок, рационально будет переключиться на систему горных работ с обрушением кровли, так как существенного увеличения притока воды при этом уже не произойдет.

Исключительно важным для разработки сланцев является вопрос связи подземных вод с водами рек.

Шахта им. С. М. Кирова находится всего в 300 м от р. Плюссы, а подземные выработки ее лежат на 45 м ниже уровня этой реки. В период 1936—1941 гг. эта шахта образовала глубокую депрессионную воронку, в которой по нижнесилурийским закарстованным известнякам на протяжении 4 км протекала р. Плюсса. При таком положении вода из р. Плюссы, конечно, могла поступать в подземные выработки этой шахты. Однако резкое увеличение депрессионной воронки вокруг шахты им. С. М. Кирова как за счет первого, так и за счет второго прорывов воды, обладавших дебитом 850 и 1000 м<sup>3</sup>/час, дает основание полагать, что поступление воды из р. Плюссы в подземные выработки происходило не в виде сосредоточенного потока больших масс воды, а в виде нормальной фильтрации через известняковую перемычку.

Расчетная величина этой фильтрации при втором прорыве воды составляла около 276 м<sup>3</sup>/час и обуславливалась хорошим коьматажем тектонических трещин в известняках по долине р. Плюссы. Поэтому большую водообильность шахты им. С. М. Кирова не следует связывать с проникновением в нее большого количества речных вод.

## Гидрогеологическое районирование месторождения

Основными факторами, характеризующими промышленную ценность сланценосных площадей, являются: 1) мощность промышленных слоев сланцев; 2) глубина залегания сланцев, которая определяет и величину гидростатического давления воды на кровлю выработок; 3) гидрогеологические условия месторождения; 4) условия вскрыши сланцев и ведения горно-эксплуатационных работ.

Гидрогеологические условия месторождения в основном зависят от глубины залегания сланцев, так как по мере их погружения мощность водоносных пород увеличивается. На севере граница Гдовского месторождения проходит по контуру размыва промышленной пачки сланцев. Западная граница является условной и проводится по р. Нарве. С востока и юга территория месторождения оконтуривается изолинией мощности сланцев промышленной пачки 1 м. Но в контуре месторождения имеются значительные площади с мощностью сланцев до 1,5 м и больше. Причем мощность их с юго-востока к северо-западу закономерно возрастает, а глубина залегания закономерно уменьшается. Наибольшая мощность промышленных слоев сланцев наблюдается в северо-западной части Междуреченской площади, где они залегают на глубине 10—25 м.

Исходя из приведенных выше данных, вся территория Гдовского сланцевого месторождения разделяется на следующие четыре района (рис. 23).

I. Первый район располагается в северо-западной части месторождения и занимает территорию между рр. Нарвой и Плюссой. Он характеризуется наибольшей мощностью сланцев и наименьшей глубиной их залегания — от 10 до 40 м. При большом объеме работ с обрушением кровли в этом районе будут происходить значительные сезонные

колебания притока воды в шахты. Летом и зимой приток воды в них будет в пределах 1000—1500 м<sup>3</sup>/час. В период весеннего снеготаяния приток может значительно увеличиваться.

Ввиду малой мощности покровных пород сохранить кровлю выработок довольно трудно. Небольшое гидростатическое давление воды на кровлю резко снижает возможность прорывов воды.

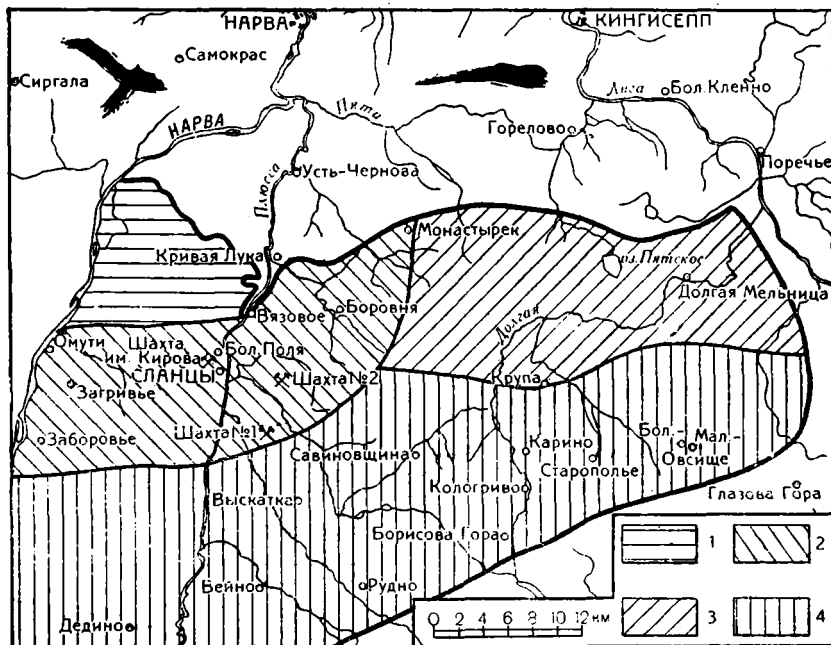


Рис. 23. Карта гидрогеологического районирования Гдовского сланцевого месторождения

1—I район; 2—II район; 3—III район; 4—IV район

II. Второй район располагается к югу и юго-востоку от первого, включая в себя все существующие Гдовские сланцевые шахты. Общая мощность промышленных слоев сланцев во втором районе от 1,3 до 1,5 м, а глубина залегания их от 40 до 90 м. Давление воды на кровлю выработок достигает при этом 4—9 ат. Величина притока воды в отдельные шахты будет зависеть от их глубины, степени дренажа пород кровли и колебаться в широких пределах, от 500 до 2000 м<sup>3</sup>/час.

Вследствие глубокого положения подземных выработок полный дренаж пород кровли затруднен и режим шахтных вод будет характеризоваться значительным постоянством. При расчете притока вод в шахты этого района следует принимать во внимание ряд прорывов воды из кровли и почвы выработок, дебит которых может достигать 1000 м<sup>3</sup>/час.

III. Третий район занимает северо-восточную часть Гдовского месторождения. Гидрогеологическая обстановка, а также условия вскрыши и эксплуатации третьего района сходны с условиями второго района. Однако мощность промышленных слоев сланцев на территории этого района уменьшается до 1,3—1,0 м, что ставит его в худшие технико-экономические условия по сравнению со вторым районом.

IV. Четвертый район занимает всю южную часть Гдовского месторождения. Глубина залегания сланцев в этом районе колеблется в пределах от 90 до 150 м, а гидростатическое давление воды на кровлю выработок составит 9—15 ат.

В этой части месторождения появляется пестроцветная толща среднедевонских песков и песчаников, заключающих в себе прослой плывунов, проходка которых будет создавать дополнительные трудности. Ввиду наличия в кровле мощной толщи известняков и покрывающих их водоносных мергелей, песков и песчаников осуществить полный дренаж пород кровли в этом районе будет невозможно.

Большое гидростатическое давление на кровлю выработок создает условия для более мощных прорывов воды, чем в других районах. Постоянный приток воды в шахты этого района в основном будет зависеть от степени сохранения кровли и характера тектонических трещин северо-восточного направления и колебаться в широких пределах, от 500 до 3000 м<sup>3</sup>/час.

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТИХВИНСКОГО БОКСИТОНОСНОГО РАЙОНА

### Введение

Тихвинский бокситоносный район приурочен к краевой зоне Подмосковского каменноугольного артезианского бассейна и является одним из участков его области питания. Основными геоморфологическими элементами Тихвинского бокситоносного района, в известной мере определяющими степень и характер обводненности отдельных бокситовых месторождений, являются: девонская равнина, карбоновый уступ и карбоновое плато.

Западную часть района занимает девонская равнина с абсолютными отметками поверхности 40—100 м, сложенная верхнедевонскими осадками, залегающими под четвертичными образованиями.

Восточная часть района представляет собой платообразную возвышенность с общим пологом подъемом к востоку. В ее строении принимают участие верхнедевонские, нижнекаменноугольные и четвертичные отложения. Осадки нижнекаменноугольного возраста в пределах плато представлены (снизу вверх) отложениями окской и серпуховской свит и в восточной части района покрываются отложениями среднего карбона. Общая мощность толщи каменноугольных отложений в пределах плато 120—150 м. Отметки поверхности плато достигают 180—200 м абсолютной высоты.

Промежуточное положение занимает узкая полоса условно выделяемого карбонового уступа, представляющего собой дочетвертичный эрозионный срез толщи пород нижнекаменноугольного возраста. В пределах этой полосы, в зависимости от характера и интенсивности эрозии, обусловившей ту или иную крутизну уступа карбонового плато, под четвертичными отложениями отмечаются выходы горизонтов нижнего карбона. На западе выходят более древние горизонты, перекрываемые по мере продвижения на восток более молодыми. Отметки поверхности уступа составляют 140—150 м у его бровки и 40—100 м у его основания.

Рельеф поверхности района осложняется, кроме того, ледниковыми аккумулятивными формами, а также эрозионной деятельностью совре-

менной гидрографической сети. При расчленении уступа карбонового плато долинами рек, ручьев и оврагов образуются останцы и выступы пород карбона.

Отрицательные формы рельефа (долины, ложбины, овраги) являются проводниками поверхностных водотоков, питающихся главным образом подземными водами нижнекаменноугольных отложений. Таким образом, зона так называемого карбонового уступа представляет собой участок дренажа водоносных горизонтов, приуроченных к толщам пород четвертичного, нижнекаменноугольного и верхнедевонского возрастов.

Непосредственное участие в строении бокситовых месторождений принимают осадки верхнедевонского возраста, отложения нижнего карбона (окская и серпуховская свита) и комплекс пород четвертичного возраста. Среди них водоносными горизонтами являются: 1) линзообразно залегающие тонкозернистые глинистые пески и маломощные прослои песчаников в толще отложений верхнего девона; 2) бокситовые породы, пески и известняки тихвинской и алексинско-михайловской свит; 3) известняки и доломиты веневской, тарусской, стешевской и протвинской толщ и 4) песчано-гравийно-галечниковые образования ледникового комплекса четвертичных отложений.

### Описание водоносных горизонтов ВОДОНОСНОСТЬ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Среди песчано-глинистой толщи верхнего девона пески не имеют сплошного распространения и залегают в виде отдельных маломощных линз (менее 2—3 м) протяженностью не более 50—100 м. Девонские пески в значительной мере обогащены глинистыми и пылеватыми частицами. Примесь тонких пылевато-глинистых фракций и наличие значительного количества слюды обуславливают минимальную водопроницающую способность песков.

Благоприятные условия питания этих песков существуют на участках, где породы девона покрыты только четвертичными образованиями. Здесь может иметь место инфильтрация атмосферных вод через четвертичные и девонские отложения. Отметим, что на Батьковском и Малогорском месторождениях бокситов были сделаны откачки воды из девонских песков. После того как вода в скважинах была откачана до кровли песков, поступление ее в скважину прекратилось.

Некоторые данные о водоносности девонских песков и песчаников, залегающих непосредственно под породами четвертичного возраста, приводятся в табл. 63 (Яцкевич, 1940ф).

Таблица 63

| № скважин | Местоположение скважин                | Статический уровень от поверхности в м | Пониженный уровень в м | Дебит откачки в л/сек | Удельный дебит в л/сек |
|-----------|---------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 4         | ст. Чунино, у р. Чунинки              | 1,45                                   | 1,00                   | 0,014                 | 0,014                  |
| 10        | с. Максимова . . . . .                | 2,08                                   | 0,83                   | 0,0032                | 0,004                  |
| 14        | с. Новое . . . . .                    | 2,45                                   | 2,00                   | 0,16                  | 0,08                   |
| 23        | Подсосненское месторождение . . . . . | 1,89                                   | 3,00                   | 0,0016                | 0,005                  |

Приведенные данные характеризуют слабую водообильность песков верхнего девона. Лишь в области девонской равнины можно встретить

более водообильные прослои пород, так как здесь обеспечиваются лучшие условия питания, чем в зоне карбонового уступа и плато в пределах рассматриваемой территории.

### ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ОКСКОЙ СВИТЫ

Как указано выше, среди отложений михайловской, алексинско-михайловской и тихвинской толщ окской свиты водоносными горизонтами являются: 1) тихвинские бокситовые породы; 2) алексинско-михайловские пески, известняки и песчаники (слои  $a_5$  и  $a_4$ ) и 3) михайловские известняки и мергели (слой  $a_6$ ).

1. Водоносный горизонт бокситовых пород. Бокситовые породы приурочены к эрозийным долинам овражно-балочного типа и отделены от верхнедевонских отложений песчаными и пластичными пестроцветными или углистыми глинами различной мощности.

Водоносный горизонт бокситовых пород получает питание за счет инфильтрации подземных вод вышележащих водоносных горизонтов, залегающих непосредственно в кровле бокситов или по контакту с четвертичными отложениями, прикрывающими эти горизонты в зоне карбонового уступа. Кроме того, питание бокситов происходит также и путем инфильтрации атмосферных осадков через толщу четвертичных образований. Во всех случаях количество воды, поступающей в бокситовые породы, незначительно.

Дренаж описываемого водоносного горизонта происходит по долинам рек и ручьев, прорезающих бокситовые породы, при боковой фильтрации через толщу четвертичных пород, а также при просачивании напорных вод рассматриваемого горизонта через толщу четвертичных отложений, залегающих в кровле бокситовых пород.

Наименьшей водообильностью и минимальными фильтрационными свойствами обладают непромышленные бокситовые породы, так называемые сипалиты. Последние, как правило, представлены глиноподобными, редко щебенчатыми текстурными разновидностями бокситовых пород. В связи с отсутствием пористости и весьма слабой трещиноватостью водообильность их характеризуется удельными дебитами, равными  $0,03—0,13$  л/сек, а коэффициенты фильтрации изменяются в пределах  $0,17—2,85$  м/сутки. Мощность водоносного горизонта в бокситовых породах в пределах отдельных месторождений изменяется от 1—2 до 12—15 м.

В зависимости от положения бокситовых залежей по отношению к карбоновому уступу наблюдаются большие или меньшие отметки уровней подземных вод этого водоносного горизонта. Так, на месторождениях, где бокситы залегают в удалении (к востоку) от карбонового уступа под толщей водоносных горизонтов окской и серпуховской свит, отметки уровней воды колеблются в пределах 120—130 м (Малогорское, Подсосенское, Задорское). Там же, где бокситовые породы залегают в узкой полосе карбонового уступа непосредственно под четвертичными отложениями (Чунинское, Плесовское и Максимовское месторождения бокситов, Синенковское месторождение огнеупорных глин), абсолютные отметки уровней рассматриваемого водоносного горизонта снижаются до 98—105 м.

Направление движения подземных вод в бокситовых породах определяется местоположением участков их дренажа. Последними являются русла рек и речек, прорезающих бокситовые породы (Запольское, Ново-

Усадинское, Малявинское I, Пуловское, Чунинское, Плесовское месторождения), или участки искусственного дренажа, как это имеет место на Подсосненском и Губско-Почаевском месторождениях, где происходит разработка бокситов и проводятся дренажные работы.

Характерной особенностью бокситовых пород является непостоянная трещиноватость и пористость, которые определяют в основном степень водообильности отдельных месторождений. Водообильность бокситов, по данным опытных откачек, определяется величинами удельных дебитов 0,2—2,0 л/сек, а водопрopusкная способность — коэффициентами фильтрации 4—300 м/сутки.

Подземные воды бокситов по своему химическому составу могут быть отнесены к слабо минерализованным, слабо жестким, гидрокарбонатно-кальциевым. Жесткость общая колеблется в пределах 19,3—12,0 немецких градусов, сухой остаток изменяется от 509 до 230 мг/л. Содержание  $\text{HCO}_3$  находится в пределах 212—215 мг/л;  $\text{SO}_4$  0,5—17,3 мг/л;  $\text{Cl}$  3—6 мг/л. Содержание катионов составляет:  $\text{Ca}$  50—100 мг/л;  $\text{Mg}$  6,5—28,2 мг/л;  $\text{Na}+\text{K}$  3,7—419 мг/л.

В отличие от подземных вод вышележащих известняков окской и серпуховской свит, содержание гидрокарбонат-иона в бокситовых водах заметно уменьшается, что, повидимому, обусловлено их осаждением при медленной циркуляции по бокситовым породам. Подземные воды бокситов при разработке месторождений используются для технического водоснабжения.

2. Водоносные горизонты алексинско-михайловской толщи. Среди отложений алексинско-михайловской толщи водоносными являются известняки (слой  $a_5$ ), песчаники (слой  $a_4$ ) и тонкозернистые часто глинистые пески.

Наиболее выдержанными, но не имеющими сплошного распространения являются водоносные известняки слоя  $a_5$ . Мощность их колеблется в пределах 0,2—2,5 м, в среднем составляя 1—1,5 м. Этот водоносный горизонт встречен на Малогорском, Батьковском, Подсосненском, Задорском, Малявинском II, Губском, Синенском, Вельгинском месторождениях бокситов (Яцкевич, 1948). Известняки  $a_5$  органогенно-обломочные, неравномерно трещиноватые, местами сильно выщелоченные.

Залегающая обычно среди толщ глин, известняки  $a_5$  иногда контактируют с обводненными песками, залегающими то в их кровле, то в подошве, как это было установлено на Малогорском, Подсосненском и Задорском месторождениях бокситов. Известняки  $a_5$  часто выклиниваются, замещаясь по простираанию вначале пластичными, затем песчаными глинами или песками. Рассматриваемый водоносный горизонт на отдельных участках его развития гидравлически связан с вышележащими известняками  $a_6$  через толщу разделяющих их песков и не имеет самостоятельной области питания и дренажа.

Подземные воды известняков  $a_5$ , за исключением редких случаев, обладают напором до 15—25 м. Абсолютные отметки уровня, как правило, совпадают с отметками уровня вышележащих водоносных горизонтов, несколько превышая отметки уровней нижележащих горизонтов. По степени водообильности известняки  $a_5$  являются наименее водоносными из всех толщ известняков серпуховской и окской свит. Величины удельных дебитов, по данным опытных откачек из скважин, изменяются от 0,004 до 0,760 л/сек. Соответственно изменяются и коэффициенты фильтрации в пределах 0,6—49,6 м/сутки.

Подземные воды окских известняков по химическому составу относятся к слабо минерализованным с колебанием сухого остатка в пределах 180—390 мг/л. Общая жесткость составляет 12—16 немецких градусов. Воды окских известняков могут быть отнесены к типу карбонатно-кальциевых со сравнительно небольшим содержанием сульфатов, хлоридов и щелочей.

Подземные воды окских известняков и песчаников сравнительно редко используются населением для целей водоснабжения, так как источников, питаемых этими водоносными горизонтами, очень мало. При разработке отдельных месторождений бокситов (Синенское, Пуповское, Запольское) воды окских известняков могут быть использованы для технического и питьевого водоснабжения.

Водоносные пески окской свиты, связанные с прибрежно-дельтовой фацией, относятся к тонкозернистым разновидностям с содержанием фракций размером 0,25—0,05 мм до 60—80%. Пылеватых фракций размером 0,05—0,005 мм в песках содержится не более 15—25% и глинистых частиц не более 5%. Мощность этих песков изменяется в значительных размерах и достигает на отдельных участках 50—60 м.

Песчаные породы, залегающие между известняками  $a_6$ ,  $a_5$  и  $a_4$ , имеют незначительную мощность (3—6 м), как правило, пылеваты, глинисты. Пески прибрежно-дельтовой толщи встречены на Батьковском, Могатинском, Подсосненском, Веселецком, Синенском, Задорском, Ново-Усадинском, Малявинском I, Малявинском II, Вельгинском, Красно-ручейском, Дороховском, Каменноручейском и Пуповском месторождениях бокситов (Фролов и Саар, 1940ф).

Рельеф подошвы песков весьма непостоянен. В одних случаях, например на Подсосненском, Вельгинском и Малявинском II месторождениях бокситов, пески мощностью до 3—6 м залегают пластообразно согласно напластованию выше- и нижележащих пород; на других участках района в результате абразии наступавшего окского моря подошва песков срезает ряд нижележащих стратиграфических горизонтов. В этом случае пески в зависимости от глубины размыва залегают то непосредственно на отложениях верхнего девона, то на подбокситовых глинах или непосредственно в кровле бокситовых пород.

Пески алексинско-михайловской толщи часто залегают непосредственно под четвертичными отложениями (Ново-Усадинское, Новое, Малявинское, Дороховское и другие месторождения). Гидродинамические условия этого водоносного горизонта весьма непостоянны. На отдельных участках района толща песков полностью дренирована (Ново-Усадинское месторождение бокситов); на других участках в них обнаруживаются свободные воды (Каменноручейское, Новое, Пуповское, Малявинское I месторождения). Свободные воды в толще песков наблюдаются главным образом в зоне их широкого развития, вдали от границ серпуховских и окских известняков.

В пределах карбонового плато, где пески залегают под толщами водоносных горизонтов известняков окской и серпуховской свит, подземные воды песков всегда обладают значительным напором, достигающим 10—15 м. Отметки свободных и напорных вод в песках окской свиты изменяются в пределах от 116 до 140 м. Водообильность и водопропускная способность песков крайне непостоянна и зависит от степени содержания глинистых и пылеватых частиц. Величина удельных дебитов для обогащенных глиной песков колеблется в пределах от 0,004 до 0,07 л/сек, а коэффициент фильтрации изменяется от 0,13 до 3,90 м/сутки.

Обводненные пески окской свиты при вскрытии их горными выработками приобретают свойства плывунов. При наличии гидродинамического давления потока подземных вод, направленного в выработку, развиваются явления механической суффозии, что в свою очередь приводит к оползням и просадкам дневной поверхности.

При карьерной разработке некоторых бокситовых месторождений Тихвинского района наличие описываемых песков осложняет нормальный ход вскрышных работ. Поэтому для месторождений, в пределах которых развиты толщи водоносных песков окской свиты, совершенно обязательным является предварительное их осушение как при открытом, так и при подземном способах разработки.

Подземные воды песков окской свиты благодаря слабой водоотдаче водосодержащей породы не играют сколько-нибудь существенной роли в водоснабжении населенных пунктов. По этой причине воды песков вряд ли могут быть рекомендованы как источники водоснабжения при разработке отдельных бокситовых месторождений.

Химический состав подземных вод окских песков позволяет отнести их к гидрокарбонатно-кальциевому типу с пониженным содержанием гидрокарбонатов. По данным 15 проб, среднее содержание отдельных компонентов (в мг/л) составляет: сухого остатка 308; минерального остатка 298;  $\text{HCO}_3$  337,0;  $\text{SO}_4$  7,0; Cl 7,0; Ca 58,0; Mg 17,0; K+Na 21,0; общая жесткость 12 немецких градусов.

Глинистые породы алексинско-михайловской толщи представлены песчаными и пластичными разновидностями.

3. **Водоносный горизонт михайловских известняков.** Известняки и мергели (слой  $a_6$ ) этой части разреза имеют почти повсеместное распространение в пределах карбонового плато и встречаются на Батьковском, Малогорском, Синенском, Подсосненском, Малявинском I, Задорском, Малявинском II, Вельгинском и Пуповском месторождениях бокситов. От водоносных известняков веневской толщи, а также от подстилающих известняков слоя  $a_5$  верхнемихайловские известняки и мергели отделены большей частью пластичными или песчаными глинами, реже тонкими глинистыми песками. На некоторых участках района, например в пределах восточной линзы Батьковского месторождения, веневские и михайловские известняки разделены толщей тонкозернистых песков. Наиболее часто встречающаяся мощность известняков и мергелей слоя  $a_6$  составляет 2—3 м. Отметки подошвы известняков  $a_6$  изменяются в значительных пределах, от 117 до 130 м.

Известняки  $a_6$  не имеют значительной по площади самостоятельной области питания, так как залегают обычно среди глинистых пород нижнего карбона. Питание их происходит главным образом на участках контакта с выше- или нижележащими водоносными горизонтами веневской или алексинско-михайловской толщи. Подземные воды этого водоносного горизонта в большинстве участков являются напорными, причем величина напора достигает 10—30 м. Отметки уровней рассматриваемого горизонта изменяются в пределах от 135 до 145 м.

Органогенные и органогенно-обломочные, часто выщелоченные известняки обладают значительной трещиноватостью и пористостью. Мергели более плотные, слабо трещиноватые. Наибольшей водоносностью обладают известняки. Удельные дебиты верхнемихайловского горизонта, по данным откачек, изменяются в пределах от 0,002 до 1,2 л/сек, а коэффициенты фильтрации от 46 до 0,09 м/сутки, что связано с неравно-

мерной трещиноватостью известняков. Коэффициенты фильтрации мергелей не превышают обычно 3—5 м/сутки.

### ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ СЕРПУХОВСКОЙ СВИТЫ

Наиболее водообильными горизонтами района являются известняки и доломиты веневской толщи и серпуховской свиты нижнего карбона. Последняя разделяется на три толщи (снизу вверх): тарусскую, стешевскую и протвинскую. Каждая из них представлена горизонтом известняков и доломитов с подстилающими их песчано-глинистыми породами.

Известняки и доломиты веневской толщи являются постоянным водоносным горизонтом на многих бокситовых месторождениях (Малогорском, Задорском, Вельгинском, Малявинском II, Могатинском, Радынском, Дубнягском, Мозолевском, Ярцевском и частично Подсосненском, Малявинском I и Синенском). Отметки подошвы веневских известняков колеблются в значительных пределах даже на сравнительно небольших участках. Так, на Новом участке Пикалевского месторождения известняков отметки подошвы веневской толщи изменяются в пределах 120—132 м на площади 2 км<sup>2</sup>. Наиболее часто встречающаяся мощность веневских известняков составляет 6—9 м, уменьшаясь в приглинтовой полосе до 2—4 м. Питание веневских известняков, как и всех водоносных горизонтов серпуховской свиты, происходит через карстовые воронки и путем инфильтрации атмосферных вод через толщу четвертичных отложений, а также за счет подземных вод вышележащих водоносных горизонтов карбона.

В полосе развития веневских известняков на поверхности много карстовых воронок. Карстовые пустоты в толще этих известняков устанавливаются по провалам бурового снаряда при колонковом бурении.

Водообильность и фильтрационные свойства веневских известняков весьма высоки, но непостоянны. По данным 25 опытных откачек, проведенных на 12 бокситовых месторождениях, удельный дебит рассматриваемого водоносного горизонта изменяется от 0,4 до 20,0 л/сек, чаще 3—5 л/сек. Коэффициенты фильтрации изменяются в пределах от 6 до 500 м/сутки.

К долинам рр. Рядани, Пярдомли и Воложбы, урез воды которых имеет значительно меньшие отметки, чем отметки подошвы веневских известняков, приурочены основные участки дренажа этого водоносного горизонта. Дренаж осуществляется выходом подземных вод в виде источников и по древнему эрозионному срезу веневских известняков под покровом четвертичных отложений.

Схема пьезоизогипс, составленная для водоразделов рр. Рядани, Пярдомли и Воложбы (рис. 24), показывает общее уменьшение отметок уровней подземных вод от центральных частей водоразделов к их периферийным участкам. Максимальные отметки уровня, равные 150—154 м, наблюдаются в восточной части рассматриваемой территории и в центральных частях водораздельных пространств; на участках, прилегающих к долинам рек, отметки уровня веневского водоносного горизонта уменьшаются до 140—138 м.

Эта общая тенденция увеличения отметок пьезометрических уровней с запада на восток установлена для 3—6-километровой зоны распространения веневского водоносного горизонта.

В пределах наиболее детально изученной территории района, в долинах рр. Рядани, Пярдомли и Воложбы, а также в зоне карбонового

уступа отмечено более 500 источников, питаемых водами веневского водоносного горизонта. Из них до 70 источников имеют дебиты свыше 10—12 л/сек. Суммарный дебит источников, расположенных по левому берегу р. Рядани, обоим берегам р. Пярдомли и правобережью р. Воложбы, составляет около 950 л/сек. Это количество подземных вод, по замеру в меженьный период 1950 г., стекает с площади 350 км<sup>2</sup>.

Часть подземного потока направляется скрытым путем по контакту с четвертичными отложениями. Ориентировочный расход потока на 1 км составляет 1,6 л/сек. Тогда при общей протяженности границы выклинивания веневских известняков на водоразделе рр. Рядань, Пярдомля и Воложба, равной до 60 км, расход подземного потока составит  $1,6 \times 60 = 96$  л/сек. Суммарный расход потока составляет  $Q = Q_{\text{ист.}} + Q_{\text{потока}} = 950 + 96 = 1046$  л/сек. Таким образом, модуль подземного стока для площади 350 км<sup>2</sup> составит 3,0 л/сек. Эта ориентировочная величина в известной мере завышена, так как водосборная площадь, вероятно, больше принятой.

Известняки веневской толщи к востоку от бровки карбонового уступа, в полосе от 0,3 до 2,0 км, залегают непосредственно под четвертичными отложениями. Далее на восток в кровле веневских известняков появляются песчано-глинистые, а затем карбонатные породы тарусской толщи, которые в свою очередь перекрываются последовательно песчано-глинистыми и карбонатными образованиями стешевской, а затем протвинской толщи серпуховской свиты.

Водоносные горизонты в указанных толщах серпуховской свиты получают основное питание за счет поступления атмосферных и поверхностных вод через карстовые воронки, озера и закарстованные русла рек. Каждый из указанных водоносных горизонтов в пределах площади, где он залегает непосредственно под четвертичными образованиями, имеет особую самостоятельную область питания и дренажа. Так, на площади развития протвинского водоносного горизонта мощностью 10—25 м отмечен ряд периодически пересыхающих карстовых озер (Нудомля, Спасское, Логи). Кроме того, происходит обводнение этих известняков водами рр. Рагуши, Сухой и Пярдомли.

Данные о водообильности протвинских известняков пока отсутствуют. Однако значительная трещиноватость их, устанавливаемая по керну и большое количество карстовых воронок, расположенных в полосе развития этого горизонта, позволяют предполагать значительную его водообильность. Сопоставляя отметки уровней протвинского водоносного горизонта, изменяющиеся в пределах 173—152 м, можно видеть, что максимальные величины отметок приурочены к восточным частям рассматриваемой территории.

Водоносные известняки и доломиты стешевской и тарусской толщ отделены друг от друга, от вышележащей протвинской и нижележащей веневской толщ песчано-глинистыми породами мощностью до 2—5 м. Мощность каждого из этих горизонтов известняков и доломитов составляет в среднем 7—8 м. Питание известняков тарусской и стешевской толщ на участках, где они залегают под четвертичными отложениями, происходит путем проникновения атмосферных вод через карстовые воронки, а также за счет инфильтрации осадков через покров четвертичных образований.

Движение подземных вод тарусского и стешевского водоносных горизонтов с востока на запад (в пределах рассматриваемой территории) подтверждается уменьшением отметок уровня подземных вод этих гори-

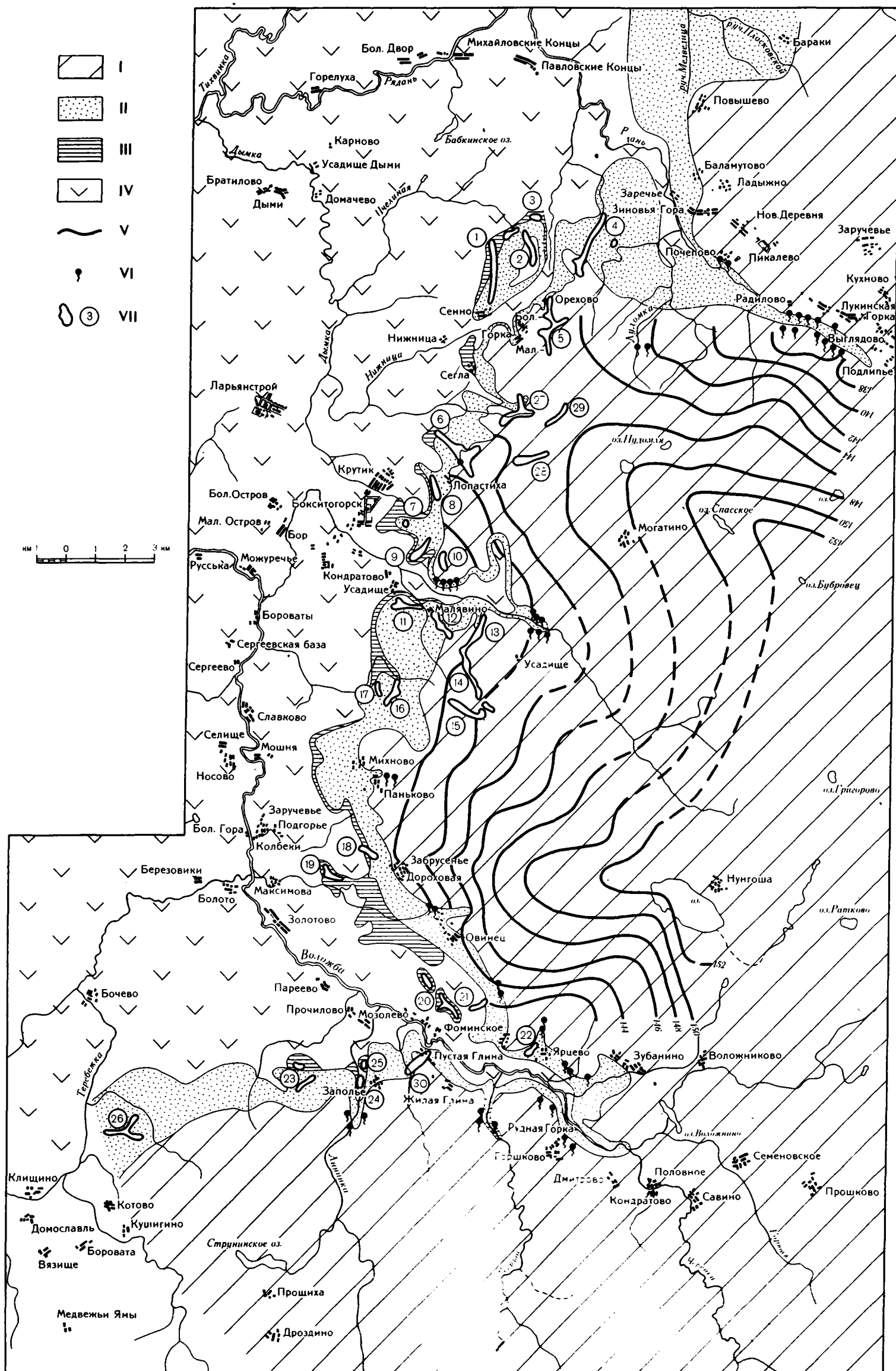


Рис. 24. Схематическая гидрогеологическая карта центральной части Тихвинского бокситового района

I—водоносные горизонты известняков и доломитов серпучинской свиты; II—водоносные горизонты известняков в местной базальтовой свите; III—водоносные горизонты бокситовых пород базальтовой свиты; IV—водоносные горизонты известняков и доломитов в местной базальтовой свите; V—гидрокарстовые горизонты известняков серпучинской свиты; VI—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; VII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; VIII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; IX—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; X—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XI—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XIII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XIV—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XV—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XVI—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XVII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XVIII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XIX—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XX—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXI—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXIII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXIV—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXV—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXVI—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXVII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXVIII—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXIX—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты; XXX—водоносные горизонты известняков серпучинской свиты.

зонтов от 160—158 м на востоке до 150—145 м у западной их границы. Несмотря на это вдоль западной границы обоих водоносных горизонтов отсутствуют какие-либо выходы подземных вод на дневную поверхность в виде источников, мочажин и заболоченных участков.

Таким образом, можно полагать, что подземные воды перечисленных надвеневских водоносных горизонтов по древнему эрозионному срезу их, прикрытому четвертичными образованиями, поступают в толщу веневских известняков, являющихся коллектором подземных вод всех вышележащих водоносных горизонтов серпуховской свиты.

Водообильность известняков стешевской и тарусской толщ установлена откачками, проведенными как из скважин, так и из разведочного шурфа. Данные откачек показывают непостоянную, но в общем весьма высокую водообильность рассматриваемых водоносных горизонтов. Так, удельные дебиты изменяются от 1,0 до 40,0 л/сек, а коэффициенты фильтрации достигают 25—350 м/сутки. Подземные воды стешевской и тарусской толщ на участках их выклинивания имеют свободный характер, приобретая напор по мере удаления от границы карбонowego уступа и долин рек, дренирующих все водоносные горизонты серпуховской свиты.

Водоносные горизонты стешевской и тарусской толщ развиты на Вельгинском, Малявинском II, Радынском, Могатинском, Малогорском, Дубнягском и Колпинском месторождениях бокситов (Дугина и Корнильева, 1949ф). Крепкие и мягкие известняки серпуховской свиты являются достаточно устойчивыми при открытой разработке их карьерами и проходке вертикальных выработок. Мучнистые разновидности известняков устойчивы в сухом или слабо влажном состоянии. При полном водонасыщении и при нарушении своего естественного сложения мучнисто-рыхлые известняки быстро размокают и превращаются в разжиженную и текучую массу.

Подземные воды веневского водоносного горизонта в настоящее время широко используются для питьевого и бытового водоснабжения. Так, например, ключ Череховецкий, расположенный в районе Подсосненского месторождения бокситов, каптирован и воды его подаются по трубопроводу в г. Бокситогорск. Многочисленные источники, выходящие по склону карбонowego уступа в районе сс. Батьково, Селище, Михново, Дороховая, Овинец и Заполье, используются населением в течение круглого года для водоснабжения. В некоторых селениях воды веневских известняков вскрыты колодцами, например в сс. Малая Горка, Орехово, Дороховая и др.

При разработке бокситовых месторождений, в пределах территории которых развиты водоносные горизонты серпуховской свиты, водоснабжение рудников может быть основано на использовании этих подземных вод.

По химическому составу подземные воды серпуховских водоносных горизонтов относятся к категории слабо минерализованных гидрокарбонатно-кальциевых. Содержание сухого остатка изменяется от 180 до 329 мг/л. Среди катионов преобладают Са и Mg.

Средний химический состав (в мг/л), по данным 18 анализов, следующий: сухой остаток 262; минеральный остаток 252;  $\text{HCO}_3$  260;  $\text{S}_4$  10; Cl 8; Са 64; Mg 13; K+Na 10; жесткость общая 12, постоянная 1, устранимая 11 немецких градусов.

Для подземных вод веневского водоносного горизонта на отдельных участках района характерно резкое изменение общей минерализации в течение сезонов года. Так, в районе с. Пикалево по левому берегу

р. Рядань на участке с большим количеством водопоглощающих карстовых воронок величина сухого остатка, по данным анализов воды источников, изменяется в течение года от 50 до 350 мг/л. По сравнению с водами других водоносных горизонтов воды серпуховских известняков, как связанные с атмосферным питанием, характеризуются наименьшей общей минерализацией.

### **ВОДОНОСНОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

Подземные или грунтовые воды в толще четвертичных отложений приурочены к песчано-гравийно-галечниковым флювиогляциальным межморенным образованиям, имеющим локальное развитие в пределах разведанных месторождений.

Водообильность гравийно-галечниковых образований, вскрытых в районе Чунинского и Плесовского бокситовых месторождений, определяется величиной удельных дебитов 0,03—1,80 л/сек и коэффициентов фильтрации 0,5—50 м/сутки. Большое различие указанных величин связано с неравномерным обогащением песчано-гравийно-галечниковых образований глинистым материалом. Водоносность песчаных моренных суглинков характеризуется удельными дебитами 0,003—0,008 л/сек и коэффициентами фильтрации 0,05—0,5 м/сутки. Водопроницаемость морены составляет 0,21—1,91 м/сутки. Значительные колебания фильтрационных свойств морены обусловлены в основном степенью обогащения ее песчаным и гравийно-галечниковым материалом.

Древнеаллювиальные образования, приуроченные к глубоким долинам рр. Воложбы, Рядани и Пярдомли, предельно глинистыми и иловатыми отложениями с линзами песков. Последние, как правило, содержат слабо напорные воды. Величины удельных дебитов, по данным откачек, составляют 0,01—0,22 л/сек.

### **Возможные условия разработки бокситовых месторождений**

При определении условий разработки бокситовых месторождений основное значение будут иметь:

а) степень и характер водоносности пород, обусловленные в значительной степени геологическим строением месторождения и его литологией;

б) физико-механические свойства горных пород, определяющие степень их устойчивости при горно-эксплуатационных работах;

в) влияние атмосферных вод, поверхностных водотоков и водоемов на обводнение горно-эксплуатационных выработок.

Влияние поверхностного стока, как показала практика разработок месторождения в Тихвинском районе, в максимальной степени будет сказываться в весеннее время, в период снеготаяния. При этом наибольшее обводнение разработок наблюдается на месторождениях, территория которых расположена у оснований склонов карбонового плато в ложбинах и котловинах. К месторождениям этой группы относятся Максимовское, Дороховское, Каменноручейское, Красноручейское (южная часть), Батыковское (южная линза), Губское (Соколова и Саар, 1951ф). Ожидаемый приток поверхностных вод на площади указанных месторождений с учетом водосборной площади, мощности снегового покрова и периода снеготаяния, равного 15 суткам, может достигать 150—350 м³/час.

Для месторождений, площадь которых имеет равнинный характер, ограничена ложбинами и оврагами или представляет собой водораздел со склонами, обращенными от центра к периферическим участкам залежей, характерны значительно меньшие притоки воды. В связи с минимальной водосборной площадью таких месторождений, зачастую ограничиваемой площадью залежей, приток поверхностных вод в период весеннего снеготаяния будет составлять лишь 30—70 м<sup>3</sup>/час. К месторождениям этого типа относятся Задорское, Вельгинское, Малявинское II, Головинское, Пуповское, Запольское, Подсосненское, Губско-Почаевское (юго-восточная залежь), Малявинское I и др.

Учитывая значительный приток поверхностных вод в карьеры будущих разработок, особенно для первой группы месторождений, необходимо предусмотреть мероприятия по ограждению разработок системой водоотводных канав.

### **Возможные притоки подземных вод и устойчивость пород при разработке бокситовых месторождений**

Месторождения Тихвинского бокситоносного района в этом отношении могут быть разделены на несколько групп и типов.

К первой группе относятся месторождения, расположенные у основания карбонового уступа; в разрезе их принимают участие отложения верхнего девона, тихвинской толщи окской свиты и четвертичного возраста. Основным водоносным горизонтом являются сами бокситовые породы. К этой группе относятся Чунинское и Максимовское месторождения, где под валунными глинами мощностью 2—15 м залегают бокситовые породы с заключенным в их толще рудным телом бокситов, а также Плесовское, Пуповское (северное гнездо), Подсосненское (западный участок) и Головинское.

Для месторождений этой группы характерна малая водообильность, определяемая притоками подземных вод 35—50 м<sup>3</sup>/час.

Преобладание глинистых пород в кровле бокситов является признаком ее устойчивости при разработке карьера. Опыт разработки бокситовых месторождений этого типа показал, что борта карьеров, сложенные непромышленными бокситовыми породами (аллитами и сиаллитами) и валунными глинами, при глубинах карьеров до 15—20 м допускают угол откоса 60—90°.

На месторождениях второй группы — среднеобводненных, расположенных в зоне карбонового уступа, — породы кровли бокситов сложены осадками алексинско-михайловской и михайловской толщ окской свиты. Глубина залегания бокситовых залежей на этих месторождениях возрастает, достигая 25—40 м. Среди пород кровли развиты водоносные пески большей или меньшей мощности, а также до трех горизонтов водоносных известняков (слои а<sub>4</sub>, а<sub>5</sub> и а<sub>6</sub>).

При наличии в разрезе рассматриваемых месторождений, кроме водоносного горизонта бокситов, мощных толщ песков с повышенной водообильностью (удельные дебиты до 0,5—1,0 л/сек и коэффициенты фильтрации 12—20 м/сутки), а также водоносных алексинско-михайловских и михайловских известняков суммарные притоки, по проведенным расчетам, могут достигать 100—200 м<sup>3</sup>/час. К числу месторождений со средней водообильностью могут быть отнесены Батьковское (восточная линза), Дороховское (восточная часть), Новое, Каменноручейское, Губ-

ское, Веселецкое, Синенское, Пуповское (южное гнездо), Малявинское I (западная часть) и др.

Наличие среди пород вскрыши водоносных песков значительно понижает степень устойчивости бортов карьера при разработке месторождений. Благодаря оплыванию водоносных песков в выработку при проведении вскрышных работ и развитию явлений суффозии возможно образование оползней бортов карьера. Наблюдения на разрабатываемых Дороховском и Подсосненском месторождениях показали, что при наличии даже маломощных (0,3—0,6 м) прослоев водоносных песков, вскрываемых в бортах карьера, неизбежно происходит сползание всей вышележащей толщи пород.

Третья группа включает наиболее обводненные бокситовые месторождения, расположенные на площади карбонового плато и характеризующиеся наличием в кровле рудных тел мощных отложений окской и серпуховской свит. Суммарная мощность надбокситовых пород достигает 50—80 м, причем разрезы пород месторождений заключают различной мощности толщи водоносных песков и до трех-восьми горизонтов водоносных известняков, не считая водоносного горизонта в бокситовых породах. К месторождениям этой группы относятся Радынское, Малогорское, Селищенское, Могатинское, Колпинское, Дубнягское, Задорское и Подсосненское (восточная часть).

Ориентировочные расчеты показывают, что притоки подземных вод, учитывая полное развитие горно-эксплуатационных работ, могут превышать 250—500 м<sup>3</sup>/час. На некоторых участках месторождений непосредственно в кровле бокситов залегают водоносные пески (Задорское, Малявинское I), достигающие мощности 10—15 м. В таких случаях оползневые явления должны достигать своего максимального развития; под непосредственной угрозой оползания может находиться вся толща вскрышных пород.

В настоящее время в Тихвинском бокситоносном районе разработка месторождений проводится лишь открытым способом (Дороховское, Чунинское, Максимовское, Подсосненское). Тем не менее для глубоко залегающих (60—80 м) месторождений, расположенных на площади карбонового плато, не исключено применение подземного способа разработки.

По аналогии с месторождениями углей и огнеупорных глин Подмосковского бассейна возможные горно-технические и гидрогеологические условия при эксплуатации можно охарактеризовать следующим образом.

1. Притоки подземных вод в шахтах на месторождениях, расположенных в пределах развития водоносных горизонтов в известняках серпуховской свиты, могут превышать 250—300 м<sup>3</sup>/час.

2. Проходка шахт по обводненным пескам серпуховской и окской свит требует предварительного их осушения или применения специальных методов проходки. Эти мероприятия совершенно необходимы на тех участках, где в кровле обводненных песков залегают непосредственно водоносные известняки. В этих случаях необходимо проводить осушение и самих известняков.

3. При проведении горно-эксплуатационных работ на месторождениях, где кровля бокситовых пород сложена водоносными песками, без предварительного осушения последних можно ожидать прорыв водоносных песков в кровле выработок.

4. При наличии водоносных песков и известняков среди глин в непосредственной близости к кровле бокситовых пород управление кровлей весьма усложняется. При обрушении кровли и сдвигении горных пород

в той или иной степени может происходить разрыв сплошности водоупоров, проникновение воды надрудных водоносных горизонтов в горные выработки, заиливание их песками и размокшими глинами, размокание почвы выработок и уменьшение ее несущей способности.

Учитывая достаточно сложные условия разработки Тихвинских бокситовых месторождений и дальнейшее направление поисково-разведочных работ в районе, можно наметить следующие основные задачи, подлежащие разрешению в ближайшее время.

Для уточнения данных о возможных водопритоках при разработке отдельных месторождений необходимо поставить более широкое площадное исследование водоносных горизонтов серпуховской свиты. Обязательно проведение предварительного осушения надрудных песков и вместе с ними бокситов.

Необходимо разрешить вопрос о возможном характере влияния подземных вод среднего карбона на водоносные горизонты пород нижне-каменноугольного возраста.

Для изучения опыта разработки бокситовых месторождений в части определения степени и характера обводнения рудников, поведения горных пород и эффективности проводимых мероприятий по дренажу водоносных и закреплению неустойчивых пород необходимо проводить гидрогеологические наблюдения на разрабатываемых месторождениях. Материалы таких наблюдений должны послужить основой для составления прогнозов о возможных горно-технических условиях вновь разведываемых месторождений.

---

## ЛИТЕРАТУРА

### 1. Опубликованная

Архангельский А. Д. К вопросу о происхождении некоторых осадочных кремневых пород СССР. Сб. Акад. В. И. Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности, ч. 2. Изд. АН СССР, 1936.

Асаткин Б. П. и Котлуков В. А. Геологическая карта СССР м-б 1:1 000 000. Объяснительная записка к листу О—36. Изд. Ком. по делам геол., 1941.

Атлас северо-западной части Русской платформы (материалы по геологии и нефтеносности за 1945—1948 гг.). Под ред. П. К. Иванчука, Е. М. Люткевича и Г. Я. Мейер. Изд. ВНИГРИ, 1951.

Бархатова В. П. К геологии бассейнов юго-восточного побережья Онежского озера и верховьев р. Онеги. Тр. Сев. геол. упр., вып. 9, 1941.

Безбородов М. А. Ломоносов и его работы по химии и технологии силикатов. Изд. АН СССР, 1948.

Вейхер А. А. Глинистые пески (формовочные). Геология СССР, т. I. Госгеолиздат, 1948.

Виколова М. Ф. с участием Шустеровой М. С. Вещественный состав и литология залежей огнеупорных глин нижнего карбона Боровичско-Любытинского района. Литологич. сб., вып. I. Госгеолиздат, 1940.

Вишняков С. Г. Геологические результаты глубокого бурения в Тихвинском бокситоносном районе. Изв. ЛГГГТ, № 4—5, 1934.

Вишняков С. Г. Предварительные результаты литологического исследования в Тихвинском бокситоносном районе. Изв. ЛГГГТ, № 2—3, 1935.

Вишняков С. Г. Литологический очерк Тихвинского бокситоносного района. Тр. ЛГТ, вып. 21, 1940.

Вишняков С. Г. Бокситы. Геология СССР, т. I. Госгеолиздат, 1948.

Гончаров В. В. К минералогии и генезису сухаря. Изв. АН СССР, 1937.

Иностранцев А. А. Изменяемость концентрации и состава минеральных ключей. Тр. бальнеол. отд. Русск. о-ва охраны народн. здр., т. I (Приложение), 1885.

Иностранцев А. А. Угол падения нижнесилурийских и кембрийских слоев окрестностей Петербурга. Тр. СПб о-ва естествоисп., т. 35, вып. 5, 1912.

Копелиович А. В. Древнейшие отложения осадочного покрова Подмосковья. Тр. ВНИИГАЗ, вып. геол. и геохим. нефти и газа, 1953.

Корженевская А. С. Угленосность Осташковского и Селижаровского районов Калининской области. Тр. Лен. геол. упр., вып. 22, 1941.

Корженевская А. С. и Дымский Г. А. Глины огнеупорные. Геология СССР, т. I. Госгеолиздат, 1948.

Котлуков В. А. Геология угольных месторождений западного крыла Подмосковного бассейна. Тр. XVII сес. Международн. геол. конгр., т. I, 1937.

Котлуков В. А. Сводный геологический разрез палеозоя и кайнозоя (Ленинградская область и прилегающие районы). Изд. ВНИГРИ, 1945.

Котлуков В. А. Каменноугольные отложения. Геология СССР, т. I. Госгеолиздат, 1948.

Кротова В. А. и Толстихин Н. И. Минеральные воды. Геология СССР, т. I. Госгеолиздат, 1948.

Кудрявцев Н. А. О тектонике и возможной нефтеносности Русской платформы (Прибалтийской впадины). Сб. Геология и нефтеносность Русской платформы и Эмбы, 1946.

Левыкин В. В. Горючие сланцы Прибалтики. Ленгостоптехиздат, 1947.

Люткевич Е. М. К вопросу о развитии древнейших палеозойских отложений на Русской платформе. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1952.

Митгарц Б. Б. и Толстихина М. М. Основные этапы развития в палеозое докембрийского фундамента западной части Русской платформы. Мат. по геол. Европ. части СССР. 1952.

Некрасов Б. А. Эофитоновый, ижорский (фукоидный) и оболочный песчаники Ленинградской области. БМОИП, отд. геол., т. 16(2), 1938.

Орлов А. Н., Беляков Б. П. и др. Облицовка зданий естественным камнем. Справочник архитектора. 1952.

Оценка месторождения при поисках и разведках. Формовочные пески, вып. 3. Госгеолиздат, 1949.

Погребов Н. Ф. Условия питания и минерализации артезианских вод нижнекембрийских отложений района Ленинграда. Мат. ВСЕГЕИ, общ. сер., сб. 1, 1936.

Решения всесоюзного совещания по выработке унифицированной схемы стратиграфии девонских и додевонских отложений Русской платформы и западного склона Урала. Госгостехиздат, 1951.

Решения всесоюзного совещания по выработке унифицированной схемы стратиграфии каменноугольных отложений Русской платформы и западного склона Урала. Госгостехиздат, 1951.

Ростовцев Н. Н. К методике поисков газа и нефти в платформенных областях. Разв. недр, № 2, 1950.

Рухин Л. Б. Стратиграфия и литология кембрийской песчаной толщи Ленинградской области и Прибалтики. Бюлл. ЛГУ, № 9, 1946.

Сенюков В. М. и др. Нефтегазоносность палеозойских отложений северо-западных областей СССР. Госгостехиздат, 1947.

Скупин Н. Соленые источники и перспективы нахождения месторождений соли. Журн. Калый, 1927.

Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. ОНТИ, 1936.

Соколов Б. С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1952.

Стамм С. М. Пути освоения проектных мощностей Гдовских сланцевых шахт. Журн. Уголь, № 10, 1940.

Стратиграфия и фауна ордовика и силура запада Русской платформы (сборник статей). Тр. ВНИГРИ, нов. сер., вып. 78, 1953.

Тимофеев В. М. Каменные строительные материалы Прионежья. Изд. Ак. наук, 1927.

Требования промышленности к качеству минерального сырья. Стекольное сырье, вып. 28. Госгеолиздат, 1947.

Фарафонтьев П. Г. Пески кварцевые (стекольные). Геология СССР, т. I. Госгеолиздат, 1948.

Филатов К. В. К вопросу генезиса подземных гравитационных вод депрессий. Мат. позн. геол. строения СССР. БМОИП, нов. сер., вып. 8(12), 1947.

Форш Н. Н. К методике структурного анализа платформенных тектонических структур. Тр. ВНИГРИ, 1953.

Шатский Н. С. О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1952.

Шатский Н. С. О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1952.

Швецов М. С. и Сарычева Т. Г. Сопоставление нижнекаменноугольных слоев Тульской и Рязанской губ. и некоторые соображения о различной геологической истории обеих областей. БМОИП, отд. геол., 1927.

Швецов М. С. Общая геологическая карта Европейской части СССР, лист 58. Тр. ВГРО, вып. 83, 1932.

Швецов М. С. История Московского каменноугольного бассейна в динантскую эпоху. Тр. МГРИ, т. 12, 1938.

Шильников П. А. и Александров В. В. Гидрогеологические исследования в Гдовском районе горячего сланца в 1930—1931 гг. Изв. ВГРО, т. 2, вып. 82, 1931.

Юнг В. Н. Об использовании побочных продуктов цементного производства. Журн. Цемент, № 4, 1949.

Яцкевич З. В. Подземные воды каменноугольных отложений. Геология СССР, т. I. Госгеолиздат, 1948.

## 2. Фондовая

Агеев А. Н. Отчет о результатах поисково-разведочных работ на кварцевые пески для Ленинградского стекольного завода. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1947.

Агеев А. Н. Отчет о результатах разведки Захожского месторождения кварцевых стекольных песков. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1948.

- Алборов К. А. Отчет о работе Тосненско-Гдовской геолого-опробовательской партии. Фонды СЗГУ, 1934.
- Александров В. В. Отчет о гидрогеологических исследованиях в районе гдовских сланцевых рудников. Фонды СЗГУ, 1931.
- Александрова Е. П., Белоусова В. Т. и др. Сводный отчет по материалам бурения Валдайской опорной скважины. Фонды ВНИГРИ, 1950.
- Алексеев Ф. А. Тектоника и перспективы нефтеносности северо-запада Русской платформы. Фонды ВНИГРИ, 1947.
- Алихова Т. Н., Викулова М. Ф. и др. Обработка материалов опорных скважин, пройденных у ст. Сиверская (Ленинградская обл.) и у ст. Выхма (Эстонская ССР). Фонды ВНИГРИ, 1948.
- Альбов С. В. Гидрогеологические условия окрестностей г. Боровичи. Фонды СЗГУ, 1933.
- Апсит Э. В. и Николаева Г. Н. Отчет о предварительных и детальном геолого-разведочных работах на Сланцевском месторождении известняков. Фонды СЗГУ, 1949.
- Архангельский Б. Н. Химизм и динамика подземных вод западной части Главного девонского поля в оценке перспектив соленосности и нефтеносности палеозоя. Фонды ВНИГРИ, 1947.
- Асаткин Б. П. Отчет о результатах поисково-опробовательских работ на кварцевые пески в окрестностях Мишиной Горы Гдовского района. Фонды Форморазведки, 1934.
- Асаткин Б. П. и др. Гдовское месторождение горючих сланцев. Фонды СЗГУ, 1938.
- Баланин Б. В. Отчет о геолого-разведочных работах на известняки в районе г. Пскова. Фонды СЗГУ, 1946<sub>1</sub>.
- Баланин Б. В. Отчет о дополнительных геолого-разведочных работах на известняки в районе Алексеевского (Венмарского) сланцевого рудника. Фонды СЗГУ, 1946<sub>2</sub>.
- Баланин Б. В. Отчет о разведочных работах на Парицком месторождении доломитов в Гатчинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1949.
- Баранов И. А. и Комелькова В. О. Отчет о детальной разведке Турово-Печорского месторождения формовочных песков. Фонды Форморазведки, 1947.
- Баранов П. Т. Сводный отчет по разведке на Новинском месторождении. Фонды Форморазведки, 1938.
- Беленький С. Я. Отчет по Карельской геолого-поисковой партии на строительный камень. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1941.
- Белорусов В. В. Объяснительная записка к пересчету запасов бокситов, муллитового сырья Максимовского месторождения по состоянию работ на 1 января 1947 г. Фонды СЗГУ, 1947.
- Беляков Н. С. Отчет о разведке Яскинского месторождения гранитов. Фонды СЗГУ, 1941.
- Бердник Ф. Н. Отчет о детальной разведке Порховского месторождения известняков и Федковского месторождения глин. Фонды СЗГУ, 1948.
- Бронницкий М. Ф. Камень в архитектуре С.-Петербурга XVIII и XIX веков. Гос. инспекция охраны памятников Ленинграда. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1948.
- Быков А. С. Объяснительная записка к пересчету запасов бокситов на восточной части Подсосненского месторождения в Тихвинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1945<sub>1</sub>.
- Быков А. С. Объяснительная записка к пересчету запасов бокситов Чунинского месторождения в Тихвинском районе. Фонды СЗГУ, 1945<sub>2</sub>.
- Быков А. С. и Сорокина А. Я. Объяснительная записка к пересчету запасов бокситов Подсосненского месторождения Тихвинского района. Фонды СЗГУ, 1945.
- Быков А. С. и Сорокина А. Я. Объяснительная записка к пересчету запасов на месторождении Новое (восточная линза Красноручейского месторождения). Фонды СЗГУ, 1946.
- Быков А. С. и Владимиров П. Е. Геологический отчет о детальной разведке Каменноручейского месторождения бокситов в Тихвинском районе. Фонды СЗГУ, 1949.
- Ваганова З. В. Результаты гидрогеологических наблюдений при проходке наблюдательных скважин на поле Опытного рудника. Фонды СЗГУ, 1936.
- Вейхер А. А. Формовочные пески Ленинградской области. Фонды Форморазведки, 1939.
- Вейхер А. А. и Самылкин Д. Г. Справочник по месторождениям формовочных песков и литейных глин Ленинградской области. Фонды Форморазведки, 1945.

- Вейхер А. А. и Голубева Т. Л. Отчет о детальной разведке Батьковского месторождения огнеупорных глин и сналлитов 1941—1945 гг. Фонды СЗГУ, 1946.
- Виткин С. И. Отчет по гидрогеологическим исследованиям участка Пролетарий Боровичского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1940.
- ч. 2. Фонды СЗГУ, 1936.
- Вишняков С. Г. Литологический очерк Тихвинского бокситоносного района.
- Вишняков С. Г., Семевская О. Н. Отчет по дополнительным геолого-разведочным работам на 2-м участке Пикалевского месторождения. Фонды СЗГУ, 1945.
- Вишняков С. Г. Металлогения и бокситоносность северо-западного крыла Подмосковного бассейна. Фонды СЗГУ, 1951.
- Вознесенский А. А. Отчет об экспертно-рекогносцировочном обследовании месторождений декоративного камня Карельского перешейка и Приладожья. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1949.
- Вознесенский А. А. Новые данные о некоторых месторождениях облицовочного камня Карельского перешейка и Приладожья. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1951.
- Галиновский О. С. Отчет о работе Сясьской геолого-разведочной партии. Фонды СЗГУ, 1933.
- Гатальский М. А. Условия водоносности Гдовского сланцевого месторождения. Фонды СЗГУ, 1931.
- Гатальский М. А. Гидрогеологические условия Гдовского сланцевого месторождения Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1932<sub>1</sub>.
- Гатальский М. А. Заключение по водоносности IV-го шахтного поля. Фонды СЗГУ, 1932<sub>2</sub>.
- Гатальский М. А. Результаты гидрогеологических исследований, произведенных ЛГРТ в районе силурийского плато и Гдовского сланцевого месторождения Ленинградской области 1931—1932 гг. Фонды СЗГУ, 1932<sub>3</sub>.
- Гатальский М. А. Гидрогеологическая характеристика гдовских сланцевых рудников. Фонды СЗГУ, 1933.
- Гатальский М. А. Гидрогеологические условия нижнесилурийского артезианского бассейна Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1934<sub>1</sub>.
- Гатальский М. А. Окончательное заключение по водоносности гдовских сланцевых рудников. Фонды СЗГУ, 1934<sub>2</sub>.
- Гатальский М. А. Результаты гидрогеологических разведок на Гдовском месторождении сланцев, произведенных в 1930—1936 гг. Фонды СЗГУ, 1936.
- Гатальский М. А. Гидрогеологические условия сланцевых рудников № 1 и 2. Фонды СЗГУ, 1937.
- Гатальский М. А. Геологическое строение и гидрогеологические условия Прибалтийского сланцевого бассейна в связи с освоением горючих сланцев. Фонды ВНИГРИ, 1948<sub>1</sub>.
- Гатальский М. А. Гидрогеология и карст Прибалтийского сланцевого бассейна и роль их при разработке горючих сланцев. Фонды СЗГУ, 1948<sub>2</sub>.
- Гатальский М. А. Гидрогеологические условия северо-западной части Русской платформы в связи с поисками нефти. Фонды ВНИГРИ, 1949.
- Гатальский М. А., Люткевич Е. М., Черпанов Н. Н. Сводный отчет по материалам бурения Валдайской опорной скважины. Фонды ВНИГРИ, 1950.
- Геологический отчет за 1951 г. Ленинградской конторы разведочного бурения треста Союзнефтегазразведка. Фонды СЗГУ.
- Геологический отчет за 1952 г. Ленинградской конторы разведочного бурения треста Союзнефтегазразведка. Фонды СЗГУ.
- Георгиевский Н. П., Варушин А. А. и Турович В. А. Геологический отчет о поисковой, предварительной и детальной разведках, произведенных в Валдайском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1950.
- Гладышева И. Н. Отчет о поисковых работах на бокситы по Повышевскому участку северной части Тихвинского бокситоносного района. Фонды СЗГУ, 1950<sub>1</sub>.
- Гладышева И. Н. Отчет о поисковых работах по Саруйскому участку северной части Тихвинского бокситоносного района. Фонды СЗГУ, 1950<sub>2</sub>.
- Голубева Т. Л. Отчет о работе Неболчской поисковой партии по поискам и разведке формовочных песков в районе ст. Неболчи, Октябрьской ж. д. Фонды СЗГУ, 1948.
- Голубева Т. Л. Отчет о разведочных работах на Мачехинском и Крапивненском месторождениях кварцевых формовочных песков Дрегельского района Новгородской области. Фонды СЗГУ, 1949.

Гораин И. Б. Отчет о разведочных работах на Волосовском и Изварском месторождениях доломитов в Волосовском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1949.

Григорьев А. Г. Отчет о гидрогеологических наблюдениях в районе Гдовского опытного рудника. Фонды СЗГУ, 1933.

Громова Е. И. Краткий отчет о разведке гранита горы № 3 месторождения Карлаhti. Фонды СЗГУ, 1941.

Губайдуллина М. З. Отчет о детальной разведке 1-го участка Пикалевского месторождения в 1946—1947 гг. Фонды СЗГУ, 1947.

Губайдуллина М. З. и Саар А. А. Отчет о детальной разведке восточной линзы Батьковского месторождения. Фонды СЗГУ, 1949.

Губайдуллина М. З. и Корнильева В. Ф. Отчет о детальной разведке Батьковского месторождения огнеупорных глин в Тихвинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1950.

Гурвич П. А. Отчет Большедворской геолого-разведочной партии. Фонды СЗГУ, 1931.

Дугина Л. Ф. Отчет по детальной разведке абразивного сырья бокситов Плесовского месторождения Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1946.

Дугина Л. Ф. Отчет о дополнительной разведке абразивного сырья бокситов Ново-Усадинского и Малявинского месторождений Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1947.

Дугина Л. Ф. и Корнильева В. Ф. Геологический отчет о детальной разведке Малогорского месторождения бокситов в Тихвинском районе Ленинградской области 1948—1949 гг. Фонды СЗГУ, 1949.

Едовин И. Н. и Френкель О. С. Отчет о детальных геолого-разведочных работах на Карлаhtiнском месторождении облицовочного гранита. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1951.

Жуков М. Ф. Отчет о рекогносцировочно-поисковых работах на формовочные пески в Псковской области и республиках Прибалтики. Фонды Форморазведки, 1947.

Жуков М. Ф. Отчет о поисковой разведке Печорского и Струго-Красненского месторождений формовочных песков. Фонды Форморазведки, 1948.

Зобин В. Н. Отчет о поисковых работах на строительные материалы (гравий, гранит) в районе Тамисус. Фонды Геолстромтреста, 1950.

Зуммер М. Х. Сводная гидрогеологическая карта СССР. Врезка к листу О—36—Б для территории бокситовых месторождений Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1949.

Кальнин А. А. Отчет Воложинской геолого-разведочной партии о детальных разведочных работах на бокситы Плесовского, Чунинского, Максимовского и Дороховского месторождений Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1939.

Ковригин Ф. Г. Отчет о детальных геолого-разведочных работах на Ново-Усадинском и Малявинском месторождениях бокситов. Фонды СЗГУ, 1940.

Комагорская М. М. и Чванова Н. Е. Отчет о геолого-поисково-разведочных работах на 2-м Малявинском и Вельгинском месторождениях бокситов Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1950.

Комелькова В. И. Отчет о детальной разведке Струго-Красненского месторождения формовочных песков. Фонды Форморазведки, 1949.

Константинова Л. И. и Виткин С. И. Геологическое строение и подсчет запасов Волгинского месторождения (ш. п. № 5—8). Фонды СЗГУ, 1948.

Константинова Л. И. и Лебедева А. П. Геологическое строение и подсчет запасов угля на Волгинском месторождении (ш. п. № 9—10). Фонды СЗГУ, 1949.

Константинова Л. И. Записка по промышленной оценке Боровичского угленосного района. Фонды СЗГУ, 1950.

Константинова Л. И. Отчет о поисковых работах вдоль линии железной дороги Боровичи—Угловка. Фонды СЗГУ, 1950.

Корженевская А. С., Котлуков В. А. и др. Сводный отчет по Порховской опорной скважине. Фонды ВСЕГЕИ, 1949.

Корженевская А. С. и Кривцов А. И. Сводный геологический отчет по Вильнюсской опорной скважине. Фонды ВСЕГЕИ, 1950.

Котлуков В. А. Геологическое строение и угленосность западного крыла Подмосковского бассейна. Фонды СЗГУ, 1946.

Котлуков В. А. Отчет по работам Котловского отряда Псковской экспедиции. Фонды СЗГУ, 1947.

Котлуков В. А. и Митгарц Б. Б. Комплексная структурная карта листа 0—35 (Рига—Таллин), м-б 1:1 000 000. Фонды ВСЕГЕИ, 1949.

Котлуков В. А. Краткий отчет по теме «Стратиграфия, фации и перспективы нефтегазоносности северо-запада Русской платформы за 1949 г.». Фонды ВСЕГЕИ, 1949.

Котлуков В. А. Основные черты геологического строения и характера угленосности западного крыла Подмосковского бассейна и общее направление поисковых и научно-исследовательских работ на 1950—1952 гг. Фонды ВСЕГЕИ, 1949.

Котлуков В. А., Митгарц Б. Б. и Пейсик М. М. Некоторые новые данные о составе и условиях залегания палеозойских отложений северо-запада Русской платформы. Фонды ВСЕГЕИ, 1951.

Котлуков В. А. Карта прогнозов углей западного крыла Подмосковского бассейна м-ба 1:500 000 с объяснительной запиской. Фонды ВСЕГЕИ, 1952.

Кофман В. С. Годовой отчет по Южно-Онежской партии. Фонды СЗГУ, 1951.

Крылов В. А. Отчет о детальных геолого-разведочных работах на Путиловском месторождении строительных известняков в Мгинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1950.

Крылов В. А. Отчет о детальных геолого-разведочных работах на Выбутском месторождении строительных известняков Псковского района. Фонды СЗГУ, 1952.

Кудрявцев Н. А. Геологические результаты бурения опорной скважины в г. Старая Русса. Фонды ВНИГРИ, 1948.

Кузнецова Н. И. Гидрогеологический очерк Верхне-Волжского района (Осташковская партия). Фонды СЗГУ, 1940.

Курбако Е. П. Материалы по рекогносцировочному обследованию формочных песков в Тосненском районе. Фонды Форморазведки, 1937.

Курбако Е. П. Отчет о поисковых и разведочных работах в Оредежском районе. Фонды Форморазведки, 1938.

Лебедев В. В. Отчет о поисковых работах на уголь в Валдайском районе в 1947—1948 гг. Фонды СЗГУ, 1949.

Лебедев С. В. Краткий отчет о геолого-разведочных работах на месторождении огнеупорных пластичных глин Охотля Восточная. Фонды СЗГУ, 1951.

Левыкин В. В. Годовой отчет Гдовской рудничной гидронаблюдательной партии № 160 за 1934 г. Фонды СЗГУ, 1934.

Левыкин В. В. Годовой отчет Гдовской шахтной гидрогеологической (наблюдательной) партии № 103 за 1935 г. Фонды СЗГУ, 1935.

Левыкин В. В. Годовой отчет Гдовской шахтной гидрогеологической (наблюдательной) партии № 103 за 1936 г. Фонды СЗГУ, 1936.

Левыкин В. В. Годовой отчет Гдовской шахтной гидрогеологической партии № 103 за 1937 г. Фонды СЗГУ, 1937.

Левыкин В. В. Отчет по теме № 218 «Шахтные воды Гдовского месторождения сланцев, Боровичско-Любытинского месторождения огнеупорных глин северо-западного крыла Подмосковского бассейна». Фонды СЗГУ, 1940.

Левыкин В. В. Гидрогеологическая характеристика Гдовского месторождения горючих сланцев и условия его эксплуатации. Фонды СЗГУ, 1941.

Лейпус А. В. Гидрогеологическая характеристика Попково-Горского участка и условия проходки капитального рудника № 3. Фонды СЗГУ, 1934.

Лейпус А. В. Отчет о гидрогеологической разведке на участке капитального строительства сланцевого рудника № 5 им. С. М. Кирова. Фонды СЗГУ, 1935.

Леонов Б. Д. Геологический отчет о поисковой и предварительной разведке на бурый уголь в районе Шереховичи—Комарово в 1948—1950 гг. Фонды СЗГУ, 1951.

Леонов Б. Д. Геологический отчет о поисковых работах на бурые угли в 1950 г. (Валдай-Селигерский участок). Фонды СЗГУ, 1952.

Литвиненко Б. С. Объяснительная записка к пересчету запасов Максимовского месторождения бокситов. Фонды СЗГУ, 1946.

Литвиненко Б. С. Объяснительная записка к подсчету запасов бокситов Подосенского месторождения (западная часть открытых работ) Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1946.

Лобанов И. Н. Отчет о работах по шахтной геологии на шахтах Гдовского месторождения горючих сланцев за 1938—1939 гг. Фонды СЗГУ, 1939.

Люткевич Е. М. Тектоника и перспективы нефтеносности палеозойских отложений северо-запада и севера Русской платформы. Фонды ВНИГРИ, 1950.

Макашев С. Д. Технический отчет о техническом исследовании сырья Пикалевского месторождения (участок № 2). Фонды Гипроцемента, 1935.

Малыгина Г. А. и Соломатина Л. Н. Отчет о геолого-разведочных работах на огнеупорные глины в Любытинском районе Новгородской области. Фонды СЗГУ, 1949.

Маргулис И. А. Отчет о поисково-разведочных работах на глинистые формовочные пески в Ленинградской области. Фонды Форморазведки, 1950.

Марков М. Е. Краткая записка по истории разведки и освоения бурых углей Боровичского угленосного района. Фонды СЗГУ, 1952.

Маркова А. Д. Сводка сведений по месторождениям строительного камня и песчано-гравийным, расположенным на территории западной и северо-западной части СССР (по состоянию на 1/1 1952 г.). Фонды СЗГУ, 1953.

Мейер Г. Я. Гидрогеологические условия северо-западной части Русской платформы в связи с поисками нефти и газа. Фонды ВНИГРИ, 1949.

Меламед Н. С. Геологическое строение Локновского поднятия по данным структурно-картировочного бурения. Фонды Ленбурнефтегеологии, 1948.

Меламед Н. С. Стратиграфия, тектоника и нефтеносность Локновского поднятия по данным глубокого крелизного и роторного бурения. Фонды Ленбурнефтегеологии, 1949.

Мельвилль А. А. Отчет о разведке участка Шенниковского месторождения известняков Островского района Псковской области. Фонды СЗГУ, 1951.

Мирошникова С. Ф. и Георгиевский Н. П. Геологический отчет о поисковых работах и детальной разведке Междуреченской площади. Фонды СЗГУ, 1952.

Мирошникова С. Ф. и Сизова В. С. Геологический отчет и подсчет запасов по детальной разведке западного участка и поисковой разведке южной части Междуреченской площади Гдовского месторождения горючих сланцев. Фонды СЗГУ, 1953<sub>1</sub>.

Мирошникова С. Ф. и Сизова В. С. Геологический отчет по детальной разведке шахтных полей № 1, 2, 3 и полю шахты имени С. М. Кирова и поискам в северо-восточной части Гдовского месторождения горючих сланцев. Фонды СЗГУ, 1953<sub>2</sub>.

Мирошникова С. Ф. и Сизова В. С. Геологический отчет по детальной разведке шахтных полей № 4 и 5 Гдовского месторождения горючих сланцев. Фонды СЗГУ, 1953<sub>3</sub>.

Митгарц Б. Б., Пейсик М. И. и Трошихин Б. М. Стратиграфия, фации и нефтегазоносность палеозоя северо-запада Русской платформы. Фонды ВСЕГЕИ, 1951.

Митгарц Б. Б. Кембрийские отложения северо-запада Русской платформы. Фонды ВСЕГЕИ, 1952.

Митгарц Б. Б. и Котлуков В. А. К познанию структуры и геотектонического развития северо-западной части Русской платформы. Фонды ВСЕГЕИ, 1952.

Мошкова П. В. Отчет о поисково-разведочных работах в северной части Тихвинского бокситового района за 1945—1948 гг. Фонды СЗГУ, 1948.

Мошкова П. В. и Дмитриева Н. И. Отчет о геолого-разведочных работах на Синенковском месторождении огнеупорных сланцев в Тихвинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1950.

Мошкова П. В. и Селиванова В. А. Отчет о геолого-разведочных работах на Повышевском месторождении огнеупорных глин в Тихвинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1950.

Мулява Н. А. Отчет о детальных разведочных работах на Войбокальском месторождении строительных известняков в Мгинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1949.

Мурзаева Т. С. и Троицкая Н. И. Отчет о детальной разведке Южного участка Новинского месторождения кварцевых формовочных песков. Фонды Форморазведки, 1949.

Оганезова А. С. Отчет по детальной разведке Задорского месторождения бокситов Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1948.

Периодическая (квартальная и годовая) отчетность Тихвинской экспедиции за 1949 г. Фонды СЗГУ.

Периодическая (квартальная и годовая) отчетность Тихвинской экспедиции за 1950 г. Фонды СЗГУ.

Периодическая (квартальная и годовая) геологическая отчетность Тихвинской экспедиции за 1951 г. Фонды СЗГУ.

Петров Л. С. Геология и проблема нефтеносности палеозоя южной части северной Прибалтики и северной части Белоруссии, т. I и II. Фонды ВНИГРИ, 1948.

Петров Л. С. Геологическое строение и перспективы нефтеносности Советской Прибалтики и части БССР. Фонды ВНИГРИ, 1952.

Петрова Е. А., Александрова А. Н., Саар А. А., Лапкии Е. Ф. Отчет о результатах работы по составлению комплекса сводных карт и геологической съемки м-ба 1:50 000 центральной части Тихвинского бокситоносного района. Фонды СЗГУ, 1950.

Петрова Е. А., Соколова Л. Ф., Саар А. А. Отчет по детальным разведочным работам на Явосемском месторождении бокситов. Фонды СЗГУ, 1951.

Пешехонов В. И. Отчет по обследованию кварцевых песков при ст. Кингисеп. Фонды Форморазведки, 1932<sub>1</sub>.

Пешехонов В. И. Отчет по обследованию месторождений кварцевых песков при ст. Колчаново, Мурманской ж. д. Фонды Форморазведки, 1932<sub>2</sub>.

Пешехонов В. И. Отчет о разведке кварцевого песка при ст. Войбокала, Мурманской ж. д. Фонды Форморазведки, 1933.

Погребов И. Ф., Синягин Г. П. и Асаткин Б. П. Рекомендательные мероприятия по борьбе с шахтными водами на Гдовских сланцевых рудниках. Фонды СЗГУ, 1931.

Потулова Н. В. Отчет о результатах поисков стекольных песков в районе ст. Саблино Ленинградской области. Фонды Ленгеолнудтреста, 1949.

Припечко Л. П. Отчет о детальных геолого-разведочных работах, проведенных на участках № 1 и 2 Кикеринского месторождения доломитов Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1949.

Романовский И. А., Альбов С. В. и Галдова М. М. Отчет о гидрогеологических исследованиях в районе Гдовских сланцевых рудников НИС Ленинградского горного института. Фонды ЛГИ, 1941.

Саар А. А. Результаты гидрогеологических наблюдений на разведочных скважинах Заплюского участка Гдовского сланцевого месторождения. Фонды СЗГУ, 1931.

Саар А. А. Результаты гидрогеологических наблюдений на Гостицком участке. Фонды СЗГУ, 1934.

Саар А. А. Результаты проходки контрольных гидрогеологических скважин на Опытном руднике имени С. М. Кирова Гдовского месторождения. Фонды СЗГУ, 1935.

Сазонов В. В. Артезианские воды Карельского перешейка. Фонды СЗГУ, 1946<sub>1</sub>.

Сапронова Н. И. и Теннер Д. Д. Отчет о поисково-опробовательских работах на известняки — заменители мела для Ленинградского мелового завода. Фонды СЗГУ, 1948.

Сармин А. П. и Суворова М. Г. Отчет по теме № 708. Качественное изучение силлитов как огнеупорного сырья Синенковского месторождения Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1949.

Селиванова В. А. Сводная гидрогеологическая карта, лист О—36—Б. Пояснительная записка. Фонды СЗГУ, 1946.

Семенова В. И. Объяснительная записка к пересчету запасов бокситов Батьковского месторождения (южная линза) Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1946<sub>1</sub>.

Семенова В. И. Объяснительная записка к пересчету запасов бокситов Дороховского месторождения. Фонды СЗГУ, 1946<sub>2</sub>.

Синявская Н. А. Проект поисковых работ на стекольные пески в полосе глин Ленинградской области. Фонды Ленгеолнудтреста, 1951.

Синяков А. А. Гидрогеологические исследования участков месторождений огнеупорных глин Красного Керамика в районе г. Боровичи и с. Любытино. Фонды СЗГУ, 1932.

Слесаревич В. Лабораторные исследования и качественная оценка огнеупорных глин Повышевского месторождения по материалам разведки Ленгеолуправления 1950—1951 года. Фонды СЗГУ, 1952.

Соколова Л. Ф. и Саар А. А. Отчет по детальным разведочным работам на Губском месторождении бокситов. Фонды СЗГУ, 1951.

Соколова Л. Ф., Сыромятников И. А. Отчет по детальным разведочным работам на Синенском месторождении бокситов. Фонды СЗГУ, 1951.

Сорокина А. Я. Объяснительная записка к пересчету запасов бокситов Красноурчейского месторождения по состоянию на 1/1 1945 г. Фонды СЗГУ, 1945<sub>1</sub>.

Сорокина А. Я. Объяснительная записка к пересчету запасов юго-восточного гнезда Губско-Почаевского месторождения. Фонды СЗГУ, 1945<sub>2</sub>.

Сорокина А. Я. Объяснительная записка по пересчету запасов Головинского, Запольского и Пуповского месторождений. Фонды СЗГУ, 1946.

Стулов С. Н. Отчет о поисковых и разведочных работах, проведенных на Таицком месторождении строительных известняков в Красногвардейском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1948.

Теннер Д. Д. и Дымский Г. А. Отчет экспертно-ревизионной партии на флюсовые известняки (по 1-му этапу). Фонды СЗГУ, 1949.

Технический отчет за 1951 г. Технологические испытания сырья Угловского месторождения. Фонды Гипроцемента.

Тронцкая Н. И. Отчет о детальной разведке Дружносельского месторождения глинистых формовочных песков. Фонды Форморазведки, 1951.

Успенский В. А., Горская А. И., Мельцанская Г. Н. К вопросу о природе включения твердых битумов в нижнепалеозойских отложениях Ленинградской области и Эстонии. Фонды ВНИГРИ, 1946.

Федосеев А. Д. и Буссен А. З. Отчет по теме 762-49 «Лабораторные исследования и качественная оценка огнеупорных глин и силлитов Батьковского месторождения по материалам разведки 1949 г.». Фонды СЗГУ, 1949.

Фролов М. В. и Саар А. А. Отчет о результатах гидрогеологических исследований, произведенных в 1939—1940 гг. по восточной части Подсосненского месторождения бокситов Тихвинского района Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1940.

Хавин Е. И. и Саар А. А. Отчет о детальной разведке и поисково-разведочных работах на Пикалевском месторождении известняков. Фонды СЗГУ, 1950.

Харевич А. А. и Линкевич М. М. Объяснительная записка по работам в Красногвардейском районе, ст. Дудергоф. Фонды Форморазведки, 1934.

Хаустов М. В. Отчет об эксплуатационной разведке Восточного участка Новинского месторождения кварцевых формовочных песков. Фонды Форморазведки, 1940.

Хахам А. С. Отчет о геолого-разведочных работах на Дивенском месторождении формовочных песков. Фонды Форморазведки, 1951.

Цехомский А. М. Поисковые признаки обогатимости стекольных песков. Фонды Ленгеолнерудтреста, 1951.

Чельцов М. И. Отчет о работах гидрогеологической партии Института ВОДГЕО по изучению гидрогеологических условий на руднике Междуречья. Фонды Боровичкерамкомбината, 1935.

Шаманин В. В. Отчет о геолого-разведочных работах кварцевых формовочных песков в Оредежском районе Ленинградской области. Новинское месторождение. Фонды Форморазведки, 1935.

Шаманин Л. Е. и Соколова Т. Н. О поисковых работах 1949—1951 гг. на флюсовые известняки и огнеупорные глины в Дрегельском районе Новгородской области и Тихвинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1951.

Шаманин Л. Е., Соколова Т. Н. и Корнильева В. Ф. Отчет о детальной разведке Повышевского месторождения огнеупорных глин в Тихвинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1952.

Шильников П. А. Гидрогеологическая характеристика Гдовского месторождения горючего сланца. Фонды СЗГУ, 1930.

Шкилев А. Ф. Отчет о детальной разведке месторождения гранита Антреа. Фонды СЗГУ, 1947.

Шустова И. Н. Отчет о детальной разведке Карлахтинского месторождения каменноугольных материалов. Фонды СЗГУ, 1950.

Шуфертов А. В. Газоносность палеозойских и четвертичных отложений в западной части Ленинградской области и в смежных с ней районах Прибалтики. Фонды ВНИГРИ, 1946.

Элькин О. Н., Голубева В. И. и др. Отчет о результатах геологической съемки м-ба 1:200 000 северной части Тихвинского бокситоносного района. Фонды СЗГУ, 1950.

Яржемская Е. К. и Стронский Н. Н. Отчет о результатах разведочных работ на Угловском месторождении известняков. Фонды СЗГУ, 1949.

Яцкевич Д. В. Отчет о гидрогеологических исследованиях в центральной и южной части Тихвинского бокситоносного района. Фонды СЗГУ, 1940.

Яцкевич З. В. и Борсук Н. В. Отчет по гидрогеологическим исследованиям, произведенным в Боровичско-Любытинском районе Ленинградской области. Фонды СЗГУ, 1940.

## УКАЗАТЕЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ

- Андома р. — 51, 72  
 Анисимово с. — 52, 70  
 Антоновское с. — 178  
 Антреа г., ст. — 105
- Бабаево ст. — 127  
 Бабаново с. — 189  
 Бабино ст., с. — 50, 120  
 Балтийская ж. д. — 123, 128, 132, 133, 135  
 Балтийское море — 114, 208, 210, 211, 222, 225  
 Баталино ст. — 230  
 Батьково с. — 261  
 Безымянный рч. — 175  
 Белая р. — 157  
 Белое оз. — 67  
 Белорусская ССР — 26  
 Бель с. — 229  
 Бокситогорск г., ст. — 150, 261  
 Бологое г. ст. — 42, 230  
 Большая Дымовья с. — 39  
 Большая Ижора с. — 16  
 Большие Парицы с. — 134  
 Большие Поля с. — 219  
 Большово с. — 200  
 Большой Двор ст. — 150, 154, 157  
 Боровичи г. — 40, 41, 44, 224, 230  
 Боровичский р-н — 41, 52, 62, 74, 161, 228, 229  
 Будогощь г., ст. — 217
- Важинка р. — 108  
 Валдай г., ст. — 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 42, 47, 48, 205, 206, 207, 208, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219, 221, 231.  
 Валдайка р. — 230  
 Валдайский р-н — 39, 42, 74, 223, 225, 227, 229  
 Валдайское оз. — 227  
 Веймарн ст. — 123, 133  
 Великая р. — 139, 140  
 Великолукская обл. — 92, 116, 223  
 Вельгия р. — 234  
 Велье оз. — 44  
 Вильнюс г. — 11, 32  
 Вильнюсский р-н — 49  
 Винницкий р-н — 51  
 Вознесенский р-н — 91, 111  
 Вознесенье с. — 109, 110, 111
- Войбокалка р. — 178, 189  
 Войбокало ст. — 120, 178, 189  
 Войтоловка р. — 176  
 Войтлово с. — 179  
 Волга р. — 225  
 Волгино с. — 224  
 Вологда г., ст. — 11, 14, 20, 23, 26, 28, 150, 154  
 Вологодская обл. — 23, 128  
 Вологодский р-н — 14  
 Володарская ст. — 215  
 Воложба р. — 69, 259, 260, 262  
 Волосов ст., с. — 123, 135  
 Волхов г., ст. — 91, 92  
 Волхов р. — 120, 177, 190, 208, 219  
 Волховский р-н — 174, 177, 178  
 Волховстрой ст. — 190  
 Вруда ст. — 123, 128  
 Вуокса р. — 98, 99, 104, 106  
 Выборг г. — 32, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 112, 206  
 Выборгский р-н — 90, 100  
 Вытегра р. — 51, 73  
 Выхма с. — 11  
 Вышний Волочек г. — 229
- Гаврилово ст., с. — 98, 99, 102  
 Гатчина г., ст. — 123, 134, 217  
 Гатчинский р-н — 198, 200  
 Гдов г. — 123  
 Гдовский р-н — 171, 187  
 Гиморецкий кряж — 110  
 Гимрека с. — 110, 112  
 Горка с. — 189, 230  
 Горовастницы ст. — 228, 230  
 Грузино ст., с. — 210
- Демянский р-н — 52, 231  
 Дивенская ст. — 198, 199  
 Дорогобужский р-н — 223, 226  
 Дороховая с. — 261
- Едрово ст. — 42, 227, 230, 231  
 Елизаветино ст. — 123, 128
- Жуково с. — 68
- Заключение р. — 177  
 Замошье р. — 39  
 Заполье с. — 261

Захожье с. — 175, 176, 179, 187

Зубцово с. — 20, 26, 27, 28

Ивовец о. — 109

Ижора р. — 116

Изборск г., ст. — 124

Илова гора — 41

Инкиля ст. — 107

Кавансаари ст. — 101

Калининская обл. — 92, 223

Калище ст. — 178, 202

Калуга г. — 20

Каменногорск ст. — 99, 100, 104, 106, 112

Капша р. — 51

Карело-Финская ССР — 90, 91, 93, 94, 192

Карельский перешеек — 9, 10, 30, 33, 90, 91, 92, 93, 94, 98, 104, 112, 206, 208, 210

Каталахти зал. — 104

Кемери г. — 26

Керемерка р. — 234

Кивиниеми ст. — 10, 208, 210

Кикерино ст. — 123, 136

Кингисепп г. — 14, 50, 116, 123, 133, 163, 178, 188, 215

Кингисеппский р-н — 174, 204

Кириши ст., с. — 92, 217

Кировская ж. д. — 71, 179

Кихталка (Пихтолка) рч. — 187

Коваш р. — 178

Ковжа р. — 73

Ковжинское оз. — 67

Кольский п-ов — 126

Комарово с. — 224

Копорский зал. — 178

Костылева гора — 41

Котлы с., ст. — 133, 215

Крапивна р. — 195

Красногвардейский р-н — 132

Красное Село г. — 217

Красносельский р-н — 164

Красный Бор с. — 177

Кремянка р. — 191

Крестецкий р-н — 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28

Крестцы г., ст. — 11, 14, 20, 22, 32, 42, 48

Крутой рч. — 132

Кузнечная (Карлахти) ст. — 94, 95, 96, 97, 98

Кунда г. — 122

Курковицы с. — 136

Кушаверы ст. — 126

Лава р. — 22, 178

Ладожка р. — 177, 190

Ладожское оз. — 30, 50, 90, 91, 93, 94, 97, 104, 105, 112, 164, 207, 208, 210, 222

Лайха-Ярви оз. — 104

Латвийская ССР — 12, 16, 92

Лезно ст. — 217

Ленинград г. — 9, 13, 14, 16, 30, 41, 42, 45, 46, 50, 92, 93, 94, 96, 99, 100, 102, 104, 105, 108, 110, 112, 126, 128, 131, 133, 134, 150, 154, 174, 192, 194, 203, 206, 207, 208, 210, 213, 215, 222, 236

Ленинградская обл. — 12, 13, 16, 20, 23, 27,

30, 32, 33, 34, 45, 48, 49, 50, 90, 91, 92, 94, 98, 108, 110, 111, 112, 113, 116, 122, 123, 144, 150, 154, 157, 162, 163, 164, 165, 171, 185, 186, 191, 192, 198, 200, 203, 205, 206, 217, 220

Лесогорск — 99, 104, 106, 112

Лесогорский р-н — 90

Лигово г. — 215

Липовка (Ханнила) ст. — 102

Литовская ССР — 12, 92

Ловать р. — 208

Логи оз. — 260

Локно ст., с. — 33, 48, 205, 207, 213, 217

Ломоносов г. — 217

Луга г., ст. — 134, 193, 194, 222

Луга р. — 178, 188, 219, 240

Лужский р-н — 163

Львово с. — 71

Любытино с., ст. — 79

Любытинский р-н — 161

Максатиха ст., с. — 29

Максимова с. — 254

Малая Горка с. — 261

Малукса ст. — 203

Малые Поля с. — 238

Марининская система — 111, 112

Марьяна Гора возв. — 195

Матсикула с. — 32

Мачеха с. — 195

Мга ст., с. — 126, 164

Мгинский р-н — 174, 178

Минск г. — 12

Минская обл. — 208

Михново с. — 261

Молосковицы ст. — 123

Москва г. — 92, 94, 96, 106, 112, 126

Московская обл. — 203

Мста р. — 39, 51, 225, 228, 230, 232, 233

Мягозеро — 52, 68, 72, 73

Наволоч с. — 42, 228

Назия р. — 190

Назия ст. — 164, 178

Нарва г. — 134

Нарва р. — 123, 219, 236, 240, 246, 247, 248, 249, 251

Неболчи ст. — 68, 127, 195, 196

Нева р. — 99

Нелидовский р-н — 223, 225, 226, 227, 231

Низовская ст. — 192

Никулинское оз. — 79

Новая с. — 190

Новгород г. — 126, 222

Новгородская обл. — 9, 10, 16, 23, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 42, 48, 49, 50, 91, 92, 112, 115, 142, 144, 161, 162, 163, 185, 186, 192, 203, 205, 223

Новинка ст. — 191

Новое с. — 254

Новоселки с. — 228

Нудомля оз. — 260

Нуоры ст. — 102

Овинец с. — 261

Овинище с. — 231

- Овсищи с. — 139  
 Озерки с. — 210  
 Октябрьская ж. д. — 42, 124, 126, 128, 136  
 Окуловский р-н — 126, 142, 230  
 Онега р. — 64, 68  
 Онежское оз. — 91, 107, 108, 111, 112  
 Опочка г. — 141  
 Ораниенбаумский р-н — 174, 178  
 Оредежский р-н — 191  
 Орехово с. — 261  
 Орша г. — 20  
 Осташков г. — 229  
 Остров г. — 140, 141  
 Оять р. — 51, 72  
  
 Павлово (Колтуши) с. — 30  
 Павловск г. — 164  
 Пальцево (Тали) ст. — 101  
 Парны с. — 99  
 Парушино с. — 199  
 Паша р. — 51, 52, 67, 68, 71, 72, 73, 197  
 Пельгала с. — 189  
 Перкон-Лампи оз. — 94  
 Пестово г., ст. — 11, 13, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 127  
 Пестовский р-н — 30  
 Петродворец (Петергоф) г. — 217  
 Петрозаводск г. — 107  
 Пикалево ст., с. — 143, 154, 157, 195, 197, 262  
 Пиллово ст., с. — 187  
 Пихтолка (Кихталка) рч. — 187  
 Плотшино с. — 230  
 Плюсса р. — 117, 236, 238, 240, 246, 247, 248, 249, 251  
 Плявиняс г. — 11, 26  
 Подборье с. — 39  
 Подпорожье с. — 10  
 Покровское с. — 39  
 Пола р. — 225  
 Поповка р. — 116  
 Поповка ст., с. — 50, 128, 164, 168, 187  
 Порхов г. — 10, 13, 16, 17, 18, 19, 22, 26, 27, 46, 47, 48, 140, 205, 206, 207, 208, 212, 213, 215, 217, 219, 221, 222  
 Порховский р-н — 140  
 Прибалтика — 13, 16, 20, 22, 26, 29, 34, 192  
 Прикаша рч. — 67, 70  
 Приладжье — 93, 94, 98  
 Приморск (Койвисто) г. — 90, 102  
 Приозерск (Кексгольм) г. — 90, 93, 94, 98, 112  
 Приозерский р-н — 90, 94, 96  
 Прионежье — 90, 91, 108, 110, 112  
 Пруды ст. — 106  
 Псков г. — 32, 113, 124, 139, 140, 141, 222  
 Псковская обл. — 9, 10, 13, 16, 20, 23, 30, 32, 33, 34, 48, 49, 50, 91, 92, 112, 114, 140, 185, 186, 192, 200, 203, 205, 208, 220  
 Путилово с. — 50, 132  
 Путиловский р-н — 164  
 Пушкин г. — 9, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 50, 217  
 Пярдомля р. — 259, 260, 262  
  
 Радкино с. — 11, 16  
 Ржавый рч. — 178  
 Ровское с. — 109  
 Ропша с., ст. — 164  
 Рудная Горка с. — 52  
 Рыбинск г. — 126  
 Рядань р. — 127, 157, 259, 262  
  
 Саблинка р. — 168, 175  
 Саблино с. — 168, 170, 174, 179  
 Сайрала ст. — 106  
 Самуйликова с. — 187  
 Саря р. — 178, 189  
 Свирь р. — 10, 91, 108, 109, 110, 111, 112  
 Святуха р. — 108  
 Северная ж. д. — 52, 60, 68, 79, 150, 154, 157  
 Селигер оз. — 42, 230  
 Селижаровский р-н — 61, 223, 227, 231  
 Селище с., ст. — 42, 261  
 Сестрорецк г. — 210  
 Сиверская ст., с. — 9, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 26, 27, 50, 200, 205, 206, 207, 212, 213, 216, 222  
 Синенка р. — 150  
 Ситенка с. — 228, 230, 231  
 Сланцевский р-н — 138  
 Сланцы г., ст. — 117, 123, 138, 219  
 Смоленская обл. — 223  
 Советск г. — 32  
 Соловьы ст. — 140  
 Солыцы г., курорт — 48, 205, 211, 220, 222  
 Сопка с. — 230  
 Сортавала г. — 93, 94, 96, 99, 100, 101, 104, 106, 107, 112  
 Сосново (Раута) ст. — 210  
 Спасское оз. — 260  
 Старая Ладога с. — 177  
 Старая Русса г., курорт — 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 32, 47, 48, 205, 206, 211, 212, 213, 215, 217, 220, 222  
 Старорусский р-н — 14  
 Степановка с. — 177  
 Стрельна ст. — 215  
 Строганово ст. — 199  
 Струги Красные ст. — 200  
 Струнова с. — 178  
 Суйда ст. — 194, 198  
 Сухая р. — 260  
 Сясь р. — 91, 195  
 Сясьстрой с. — 50  
  
 Таицкий р-н — 132  
 Тайволахти зал. — 97  
 Тайцы с., ст. — 132  
 Тала р. — 195  
 Таллин г. — 12, 207, 210  
 Тамми-Суо ст. — 100  
 Теребежа р. — 68, 69, 70  
 Тешевка р. — 189  
 Тихвин г., ст. — 126, 127, 197  
 Тихвинский р-н — 74, 117, 126, 145, 150, 154, 157, 161, 257, 262  
 Толмачево ст. — 193, 194  
 Торжок г. — 229

- Тосна р. — 116, 168, 170, 171, 174, 175, 177, 179, 184, 190  
Тосненский р-н — 174, 177  
Травково ст. — 40, 41  
Угловка ст. — 40, 42, 126, 142  
Угловский р-н — 115  
Удомля ст. — 29  
Уклейно с. — 231  
Ульяновский Завод ст. — 187  
Устье-Брынкино с. — 224, 232  
Устье-Рудица с. — 163  
Фальково с. — 195, 197  
Финляндия — 90, 94, 98, 211  
Финский зал. — 30, 50, 90, 91, 98, 99, 100, 112, 164, 203, 208, 210, 215, 222, 240  
Хилово г. — 205  
Хитола ст. — 94  
Цна р. — 225  
Чагода г. — 70  
Чагодыша р. — 52  
Чернышево с. — 177  
Черская ст. — 10, 13, 16, 17, 18, 19, 22, 26, 27, 48, 205, 215  
Чудово г., ст. — 47, 123, 215, 217  
Чудское оз. — 211, 247  
Чунинка р. — 254  
Чунино ст. — 254  
Шелонь р. — 140  
Шениховский с. — 141  
Шереховичи с. — 145  
Шугозеро с. — 79, 145  
Шуя р. — 195  
Щелейки с. — 110, 111  
Эстонская ССР — 12, 14, 16, 32, 91, 92, 123, 164  
Явосьма с. — 195
-

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Алексеевское м-ние — 113, 133  
Алексинская свита (слои) — 30, 40, 61, 114  
Алексинско-михайловская толща (толща переслаивания) — 42, 53, 62, 63, 68, 69, 72, 73, 75, 77, 146, 150, 151, 158, 227, 229, 235, 254, 256, 257, 258, 263  
Антреа (Каменногорское) м-ние — 104  
Артем рудн. — 161, 224, 234  
Астрешинское м-ние — 162  
  
Бабановское м-ние — 174, 189  
Балтийский отдел (комплекс) — 11  
Балтийский шит — 10, 30, 32, 33, 34, 35, 50, 64, 73, 205  
Балтийско-Ладожский глинт — 19, 162, 163  
Барятинское поднятие — 20  
Батьковская долина — 52, 146, 150, 151  
Батьковское м-ние — 52, 59, 80, 90, 146, 149, 150, 161, 254, 256, 257, 258, 262, 264  
Башкирские слои — 30  
Белорусско-Литовский выступ — 30, 32, 34  
Березовское м-ние — 224, 225, 226  
Бокситовая толща — 53, 54, 145, 146, 150, 155, 156, 157, 161  
Большевик м-ние — 161, 224, 233, 235  
Большедворское м-ние — 145, 157, 158, 159, 160, 161  
Боровичский угленосный р-н — 39, 41, 44, 45, 48, 224, 225, 226, 232  
Боровичское м-ние — 223, 224, 225, 226  
Бургские слои — 29, 93, 114, 124, 129  
  
Валдайская св. — 11, 13, 16, 22, 23, 29, 47, 49, 205, 207, 211, 218, 220, 221  
Валдайский комплекс — 13  
Валдайский разрез — 11  
Валдайский угленосный р-н — 14, 42, 44, 48, 224, 227  
Валдайское м-ние — 225, 226, 227, 228, 229, 230  
Везенбергские слои (ярус) — 25, 92, 117, 123, 129, 138, 239  
Великоручейское м-ние — 71, 80  
Вельгинское м-ние — 84, 256, 257, 258, 259, 261, 263  
Веневские слои (толща) — 30, 40, 43, 117, 129, 225, 254, 258, 259, 260, 261  
Вентский отдел — 11  
Верейская свита (слои) — 30  
Веселое м-ние — 82, 257, 264  
Вильнюсский разрез — 13, 18  
  
Вознесенское м-ние — 108, 109  
Войбокальское м-ние — 113, 120, 122, 131, 174, 178, 189  
Волгинское м-ние — 39, 41, 225, 226, 232, 233, 234, 235  
Вологодская св. — 32  
Вологодский разрез — 22  
Волосовское м-ние — 113, 135  
Выборгское м-ние — 99, 102  
Выбутское м-ние — 113, 124, 140  
Войтоловское м-ние — 166, 168, 174, 176  
  
Гавриловское м-ние — 90, 102  
Гдовские слои (толща) — 12, 13, 14, 16, 20, 46, 206, 237  
Гдовское м-ние — 217, 219, 236, 237, 239, 240, 241, 244, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 253  
Гертовское м-ние — 128  
Гимореевское м-ние — 108, 110, 111  
Главное девонское поле — 26, 28, 29, 33, 93, 197  
Глауконитовые слои (толща) — 22, 23, 92, 113, 116, 128, 129  
Гнилуховская структура — 33  
Головинское м-ние — 86, 263  
Городненское м-ние — 42, 43, 224  
Губковые слои — 25, 115, 122  
Губское м-ние — 82, 262, 264  
Губско-Почаевская долина — 52  
Губско-Почаевское м-ние — 52, 79, 82, 256, 263  
  
Девонская долина (депрессия) — 55  
Девонская равнина — 253, 255  
Деревское м-ние — 71, 80  
Дивенское м-ние — 185, 198, 199, 200, 203  
Диктионемовые слои — 11, 12  
Дорогобужское м-ние — 224, 225  
Дороховское I и II м-ния — 84, 90, 257, 262, 264  
Дружносельское м-ние — 198, 200  
Дубнянское м-ние — 82, 88, 259, 261, 264  
Дубровочка м-ние — 162  
Жихаревское м-ние — 122  
Задорское м-ние — 255, 256, 257, 258, 259, 263, 264  
Западное крыло Подмосковского бассейна — 29, 43, 223, 224, 225, 232  
Запольская долина — 52, 53

Запольское м-ние — 52, 69, 86, 256, 257, 263  
 Захожское м-ние — 164, 166, 168, 172, 173,  
 174, 175, 176, 179, 180, 187, 188, 190  
 Зубцовская скв. — 23, 27

Ивовецкое м-ние — 108, 109  
 Иевские слои (ярус) — 23, 25, 122  
 Ижорский горизонт (слои) — 162, 165, 167,  
 168, 171, 173, 175, 177, 178, 179, 180, 181,  
 182, 184, 185  
 Ижорский отдел (слои) — 11  
 Ильменские слои — 48, 114  
 Ильменско-Волховская впадина — 211, 220  
 Инкиля м-ние — 107  
 Итферские слои — 24, 25, 122  
 Ихантала м-ние — 99, 101

Кавансаари м-ние — 99, 101  
 Калаампи м-ние — 104, 106  
 Калищенское м-ние — 174, 178, 198, 202  
 Каменногогорское (Антреа) м-ние — 104  
 Каменноручейская долина — 53  
 Каменноручейское м-ние — 63, 68, 69, 70,  
 86, 257, 262, 264  
 Карбоновое плато — 114, 115, 233, 234, 253,  
 255, 257, 262, 264  
 Карбоновый уступ — 88, 233, 253, 255, 260,  
 261, 263  
 Карлахти (Карлахтинское) м-ние — 94, 95,  
 97  
 Каширский горизонт — 93  
 Кегельские слои — 25, 92, 123, 129, 135  
 Керстовское м-ние — 122  
 Кикеринское м-ние — 113, 136  
 Кингисеппское м-ние — 174, 178  
 Ключенское м-ние — 86  
 Колбаска м-ние — 161  
 Колпинское м-ние — 261, 264  
 Колчановское м-ние — 168, 172, 174, 179,  
 190  
 Комаровское м-ние — 39, 41, 161, 224, 225,  
 226, 232, 233  
 Коношская скв. — 32  
 Корчужинское м-ние — 86  
 Котеевское м-ние — 128  
 Котловская структура — 33  
 Котовское м-ние — 69, 86  
 Крапивненское м-ние — 195, 196  
 Красноручейская долина — 53  
 Красноручейское м-ние — 79, 84, 257, 262  
 Красный Холм м-ние (курорт) — 99, 101  
 Кремницкое м-ние — 73, 79, 86  
 Крестецкий разрез — 21  
 Крестецко-Вологодский прогиб — 34  
 Кривоносовское м-ние — 226  
 Кукерские слои (ярус) — 24, 25, 47, 117,  
 122, 123, 133  
 Куновское м-ние — 71, 80  
 Кюрлевское м-ние — 127

Лайхярвинское м-ние — 100, 104  
 Лесные кварталы м-ние — 166, 172, 174,  
 176, 179  
 Лесогорское м-ние — 106  
 Ликтольмские слои — 23  
 Липский Мост м-ние — 194

Лихвинская свита — 42, 52, 60, 226, 227,  
 228, 232, 233  
 Локновское поднятие (структура) — 10, 11,  
 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 26, 29, 32, 33, 34  
 Лужские слои — 11, 27, 28, 48, 162, 191  
 Львовское м-ние — 86  
 Любытинское м-ние — 224  
 Ляминаритовые глины (свита) — 12, 16, 20,  
 32, 34, 46, 48

Максимовское м-ние — 79, 84, 88, 90, 255,  
 262, 263, 264  
 Малогорская долина — 52, 53, 88  
 Малогорское м-ние — 52, 82, 88, 126, 127,  
 254, 255, 256, 258, 259, 261, 264  
 Малуксинское м-ние — 198, 201  
 Малявинская долина — 52  
 Малявинское I и II м-ния — 52, 82, 84,  
 256, 257, 258, 259, 261, 263, 264  
 Марьиногорское м-ние — 196  
 Мачехинское м-ние — 196, 203  
 Междуречинская площ. — 236, 238, 241, 246,  
 247, 248, 249, 251  
 Междуречье I и II м-ния — 162, 224  
 Минская скв. — 206  
 Минский разрез — 11  
 Михайловские слои — 30, 40, 114, 258, 263  
 Михайловское м-ние — 99, 102  
 Мишиногорское м-ние — 187  
 Мишкинское м-ние — 174, 177, 179  
 Могатинское м-ние — 82, 88, 257, 259, 261,  
 264  
 Мозолевское м-ние — 84, 259  
 Московская впадина (синеклиза) — 31, 33,  
 34, 35  
 Московский разрез — 11  
 Моховые Дачи м-ние — 179  
 Мягозерское м-ние — 57, 72  
 Мячковский горизонт — 93

Надбиловский горизонт (слои) — 29  
 Надбокситовая толща — 53, 59, 60, 69, 145,  
 146, 147, 150, 151, 155, 156, 157, 158, 161  
 Надляминаритовый горизонт — 17, 18, 46  
 Надсмотинско-ловатский горизонт (слои) —  
 29  
 Надснежский горизонт (слои) — 29  
 Надчимаевский горизонт (слои) — 29  
 Наровские слои, (толща) — 26, 27, 28, 34,  
 47, 48, 129, 221  
 Неболчское м-ние — 144, 145, 162, 195  
 Невельская скв. — 23  
 Нелидовское м-ние — 224, 225, 227  
 Нижнеалексинский горизонт (слои) — 30,  
 43  
 Низовское м-ние — 192, 193  
 Новинское м-ние — 185, 191, 196, 203  
 Новое м-ние — 84, 257, 259, 264  
 Ново-Дубовицкое м-ние — 122  
 Ново-Усадинская долина — 55, 57  
 Ново-Усадинское м-ние — 57, 63, 68, 82,  
 256, 257  
 Нуорское м-ние — 99, 102

Оболовая толща (слои) — 12, 22, 47, 167,  
 168, 171, 177, 181, 182, 184, 190

- Овинечкое м-ние — 84  
 Овсянникское м-ние — 144, 162  
 Озерско-хованские слои — 29  
 Окская свита — 41, 88, 125, 225, 226, 232, 235, 253, 255, 256, 257, 258, 264  
 Окуловское м-ние — 86  
 Ордежские слои — 27, 28, 48, 162, 191, 193  
 Ортоцератитовые слои — 23, 92, 113  
 Охонля м-ние — 161, 162  
  
 Пакерортский отдел (горизонт) — 11, 12  
 Паньшинское м-ние — 71, 80  
 Пареевское м-ние — 86  
 Парицкое м-ние — 113, 134  
 Парнийское м-ние — 98  
 Парушинское м-ние — 198, 199, 200  
 Пестовская св. — 10, 14, 22, 29  
 Песчано-глинистая угленосная толща — 39, 40, 42, 226, 227, 228, 231, 232, 233  
 Пикалевское м-ние — 119, 126, 127, 128, 130, 131, 197, 259  
 Пилловское м-ние — 163, 174, 179, 187  
 Плесовское м-ние — 84, 90, 255, 256, 262, 263  
 Повышевское м-ние — 144, 145, 155, 156, 157, 159, 160, 161  
 Подбокситовая толща — 53, 54, 61, 146, 150, 155, 156, 157, 158  
 Подмосковная котловина — 50, 64, 116  
 Подмосковский разрез — 29  
 Подольский горизонт — 93  
 Подснегогорские слои — 27, 28  
 Подсосненская долина — 60  
 Подсосненское м-ние — 79, 82, 90, 255, 256, 257, 258, 259, 261, 263, 264  
 Подщелейский массив м-ние — 111  
 Поповская структура — 9  
 Порховская св. — 10, 14, 17, 18, 23, 24, 27, 29, 45, 46, 47, 49, 207, 215, 218, 220  
 Порховская структура — 33  
 Порховский разрез — 24, 25  
 Порховское м-ние — 113, 115, 124, 127, 128, 140  
 Прибалтийская впадина (синеклиза) — 31, 32, 34, 35, 50, 114  
 Прибалтийский разрез — 11  
 Пролетарий м-ние — 224, 232, 233, 234, 235  
 Протвинские слои (толща) — 30, 253, 259, 260  
 Псковские слои — 93, 114, 129, 139, 140  
 Псковское м-ние — 113, 124, 139  
 Пуловское м-ние — 86, 256, 257, 258, 263, 264  
 Путиловское м-ние — 113, 120, 131, 172, 174, 178  
 Пярнуские (перновские) слои — 26  
  
 Радынское м-ние — 82, 88, 259, 261, 264  
 Редкинская св. — 23  
 Ровное I м-ние — 96  
 Ровное II м-ние — 97  
 Ровское м-ние — 108, 109  
 Рудилдовское м-ние — 122  
 Руйские слои — 117  
 Русская платформа — 9, 11, 12, 13, 14, 17, 20, 21, 26, 27, 29, 32, 33, 34, 45, 46, 50, 210, 211, 222  
  
 Саанлахтинское м-ние — 103  
 Саблинское м-ние — 164, 165, 166, 167, 169, 172, 173, 174, 175, 179, 183  
 Сабские слои — 117  
 Сайрала м-ние — 106  
 Саруйское I и II м-ния — 71, 80  
 Сафоновское м-ние — 226  
 Свинордские слои — 48, 114, 115, 129  
 Северо-западное крыло Подмосковного бассейна — 60, 64, 66, 68  
 Селижаровская свита (слои) — 41, 42, 44, 45, 61, 73  
 Селижаровское м-ние — 224, 225, 226, 227  
 Селищенское м-ние — 42, 43, 44, 82, 227, 264  
 Семиковское м-ние — 225, 227  
 Серпуховская свита — 41, 42, 53, 88, 115, 116, 117, 125, 126, 129, 130, 131, 225, 227, 229, 232, 234, 235, 253, 255, 256, 257, 259, 260, 261, 264, 265  
 Сиверская св. — 51, 22, 23, 46  
 Силурийский глинт (уступ) — 22, 92, 120, 216  
 Силурийское плато — 22, 23, 33, 114, 119, 122, 164, 217, 219  
 Синенковское м-ние — 74, 145, 146, 150, 151, 153, 154, 255, 259  
 Синенское м-ние — 82, 256, 257, 258, 264  
 Сланцевское м-ние — 113, 117, 127, 128, 138  
 Снежский горизонт (слои) — 29  
 Снегогорские слои — 29, 114  
 Снегогорское м-ние — 113  
 Советская св. — 32  
 Старинское м-ние — 71, 80  
 Староладожское м-ние — 168, 172, 174, 177, 179, 190  
 Старорусская св. — 19, 46, 47, 48, 49  
 Степановское м-ние — 164, 166, 174, 177  
 Стешевские слои (толща) — 30, 254, 259, 260, 261  
 Струго-Красненское м-ние — 185, 197, 200, 203  
 Суйдинское м-ние — 194  
  
 Таицкое м-ние — 113, 122  
 Тамми-Суо м-ние — 99, 100  
 Тарусские слои (толща) — 30, 254, 259, 260, 261  
 Тихвинская свита — 53, 63, 66, 69, 70, 72, 73, 75, 77, 145, 146, 150, 161, 254  
 Тихвинский бокситоносный р-н — 53, 57, 58, 60, 62, 65, 67, 68, 69, 71, 73, 75, 79, 90, 145, 150, 161, 253, 262, 263, 264  
 Толмачевское м-ние — 193  
 Трубец м-ние — 162  
 Труфановское м-ние — 71, 80  
 Тульская свита (горизонт) — 30, 41, 42, 61, 73  
 Турово-Печерское м-ние — 194  
  
 Угловское м-ние — 113, 118, 119, 125, 127, 128, 130, 142

Устье-Брынкинское м-ние — 40, 41, 162,  
224, 232, 233, 234, 235  
Ухаку слои — 24

Фальковское м-ние — 197  
Фоминское м-ние — 84  
Фукоидные слои — 11, 19

Хиекки м-ние — 100, 103

Чернышинский подъярус — 61  
Черская скв. — 23, 26, 32, 47  
Чимаевский горизонт (слои) — 29  
Чудовские слои — 93, 114, 124, 129, 140  
Чунинская долина — 53

Чупинское м-ние — 84, 90, 255, 256, 262,  
263, 264

Шелонские слои — 48, 93, 114, 115, 129  
Шениховское м-ние — 125, 141  
Шереховичское м-ние — 39, 41, 162, 224  
Шиботовское м-ние — 162, 224  
Шокшинско-шолтозерская свита — 92, 108

Эофитоновые слои — 11, 12, 19, 165, 171  
Эстонское м-ние — 247, 249  
Эхиносферитовые слои — 24, 92, 113, 122,  
123, 132

Явосемское м-ние — 57, 71, 80  
Ярцевское м-ние — 63, 84, 259

---

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие .

5

## Часть первая

### Геологическое описание

- I. Новые данные по геологии территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей. *В. А. Котлуков* . . . . . 9

## Часть вторая

### Полезные ископаемые

- II. Горючие полезные ископаемые . . . . . 39  
 Угли. *В. А. Котлуков* . . . . . 39  
 Перспективы нефтегазоносности. *В. А. Котлуков* . . . . . 45  
 III. Металлические полезные ископаемые . . . . . 51  
 Бокситы. *С. Г. Вишняков* и *Е. А. Петрова* . . . . . 51  
 IV. Неметаллические полезные ископаемые . . . . . 91  
 Естественные каменные строительные материалы (граниты, гранито-гнейсы, диабазы, кварциты). *М. С. Зискинд* . . . . . 91  
 Карбонатные породы (известняки, доломиты и мергели). *Д. Д. Теннер* и *Е. Б. Гулан* . . . . . 112  
 Глины огнеупорные. *Е. Г. Шахова* . . . . . 144  
 Пески кварцевые (стекольные). *А. М. Цехомский* . . . . . 162  
 Пески кварцевые и глинистые (формовочные). *И. А. Иванов* и *А. С. Хахам* . . . . . 185  
 V. Подземные воды . . . . . 205  
 Минеральные воды. *М. А. Гатальский* . . . . . 205  
 Гидрогеологические условия угольных месторождений. *С. И. Виткин* . . . . . 223  
 Гидрогеологические условия Гдовского месторождения горючих сланцев. *М. А. Гатальский* и *С. Ф. Мирошникова* . . . . . 236  
 Гидрогеологические условия Тихвинского бокситоносного района. *А. А. Саар* . . . . . 253  
 Литература . . . . . 266  
 Указатель географических названий . . . . . 275  
 Предметный указатель . . . . . 279

Редактор **В. А. Котлуков**  
 Техн. редактор **Н. Д. Попов**

Редактор издательства **Н. Э. Краснова**  
 Корректор **О. М. Беркова**

Сдано 15/IX 1955 г. Пдписано к печати 26/XII 1955 г.  
 Формат бум. 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. 17<sup>3</sup>/<sub>4</sub> п л. + 11 вкл. 26,45 уч.-изд. л. Зак. 03884 Тираж 300

Картфабрика Госгеолтехиздата