

# ВЯТСКО-КАМСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ФОСФОРИТОВ

1936

ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО НКТП СССР

# ИЗДАНИЯ

## НАУЧНОГО ИНСТИТУТА ПО УДОБРЕНИЯМ И ИНСЕКТО- ФУНГИСИДАМ С 1932 г.

Вып. 86. Действие азота, фосфора и калия на урожай полевых культур по районам Союза ССР. Материалы сводки полевых опытов с удобрениями по 1929. Серия Удобрение и урожай XIX. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1932. 222 стр. Ц. 1 р. 50 к.

Вып. 87. Н. Е. Пестов. Колориметрическое определение фосфорной кислоты в удобрениях Госхимтехиздат, Ленингр. отд. 1932. 74 стр. Ц. 1 р. 50 к.

Вып. 88. Фосфоритные руды СССР. VIII. Фосфориты Чувашской республики, М. — Л. Гос. научно-техн. горное изд. 1932. 119 стр. Ц. 3 р. 70 к. (разошлось).

Вып. 89. Апатито-нефелиновые месторождения хибинских тундр. Кукисвумчорр-Юкспор. Сб. I Под общ. р. д. А. В. Казакова и М. Н. Фивег. Гос. научно-техн. горное изд. М.—Л., Новосибирск. 1932. 187 стр. Ц. 7 р.

Вып. 90. Е. Ф. Шешко. Экскаваторные горные работы. Гос. научно-техн. горно-геолог. изд. М.—Л. 1932. 216 стр. Ц. 2 р. 50 к. (разошлось).

Вып. 91. А. В. Казаков и Е. Ф. Шешко. Экскаваторные работы в фосфоритной промышленности, Гос. научно-техн.-геолог. изд. М.—Л. 1932. 22 стр. Ц. 60 к. (разошлось).

Вып. 92. Работы по технологии и анализу азотных удобрений. Сборник работ под ред. проф. С. И. Вольфовича. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1932. 186 стр. Ц. 4 р. 50 к.

Вып. 93. Географические опыты с минеральными удобрениями, проведенные НИУ за время с 1926 по 1930 г. Под руководством проф. А. Н. Лебедянцева. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1933. 305 стр. Ц. 8 р.

Вып. 94. Географические опыты с минеральными удобрениями, проведенные НИУ за время с 1926 по 1930 г. Под руков. проф. А. Н. Лебедянцева. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1933. 190 стр. Ц. 6 р. 50 к.

Вып. 95. С. Вольфович, Л. Берлин, А. Винокурова, А. Логинова, А. Салова А. и Б. Соколовские, А. Перельман, Н. Постников и Ю. Рабинович. Переработка хибинских апатитов на удобрения. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1932. 64 стр. Ц. 1 р. (разошлось).

Вып. 96. С. И. Вольфович. Изучение хибинского апатита, как объекта тукозой промышленности. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1932. 33 стр. Ц. 60 к.

Вып. 97. Работы по органическим удобрениям. Под руков. проф. Ф. Т. Перитурина I. Госхимтехиздат Ленингр. отд. 1933. 140 стр. Ц. 6 р.

Вып. 98. Е. И. Ратнер и Э. Е. Магарам. Действие цианамида кальция в связи с изменениями при хранении и условиями применения. Госхимтехиздат, Ленингр. отд. 1932. 46 стр. Ц. 1 р. 20 к.

Вып. 99. Агрономические руды СССР. Ежегодник за 1930 г., т. I. ч. I. Сборник под общ. ред. А. В. Казакова. Гос. научно-техн. горное изд. 1932. 289 стр. Ц. 8 р. 50 к.

Вып. 100. Агрономические руды СССР. Ежегодник за 1930 г., т. I, ч. 2. Сборник под общ. ред. А. В. Казакова. Гос. научно-техн. горное изд. 1932. 258 стр. Ц. 10 р.

Вып. 101. Гипс и фосфогипс. Сборник под ред. проф. С. И. Вольфовича, проф. И. С. Телетова и инж. А. П. Белопольского. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1934. 140 стр. Ц. 4 р.

Вып. 102. А. В. Соколов. Об изучении сложных многосторонних удобрений. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1932. 47 с р. Ц. 1 р. 40 к.

Вып. 103. Методика массовых анализов агрономических руд и удобрений. Сборник работ чимлаборатории горно-геолог. отд. НИУ. Гос. научно-техн. изд. 1932. 92 стр. Ц. 1 р. 75 к.

Вып. 104. Работы по органическим удобрениям. Под руков. проф. Ф. Т. Перитурина, II Госхимтехиздат, Ленингр. отд. 1933. 128 стр. Ц. 4 р.

Вып. 105. Вопросы рационализации добычи фосфоритов. Под ред. Е. Ф. Шешко. Гос. научно-техн. горное изд. 1933. 54 стр. Ц. 2 р. (разошлось).

Вып. 106. Вопросы известкования и фосфоритования на Долгопрудном опытном поле. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1933. 218 стр. Ц. 8 р.

Вып. 107. Работы по органическим удобрениям. Под руков. проф. Ф. Т. Перитурина. III Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1933. 56 стр. Ц. 2 р. 20 к.

Вып. 108. Микробиология почвы и удобрения. Сборник работ под руков. проф. Е. Е. Успенского. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1933. 181 стр. Ц. 6 р. 50 к.

Вып. 109. Минеральные удобрения. Сборник I. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1932. 148 стр. Ц. 4 р.

Вып. 110. Термокимические исследования фосфорной кислоты и ее солей. Работы под руков. почетного члена академии наук СССР И. А. Каблукова и проф. М. М. Попова. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1933. 48 стр. Ц. 2 р.

Вып. 111. Пробная эксплоатация фосфоритных месторождений СССР. Сборник I. Под ред. Е. Ф. Шешко. Гос. научно-техн. горно-геолог.-нефтяное изд. 1933. 172 стр. Ц. 6 р.

Вып. 112. Т. П. Унанянц. Добыча и переработка фосфоритных руд СССР. Техно-экономический обзор под ред. Е. Ф. Шешко. Гос. научно-техн. горно-геолог.-нефтяное изд. 1933. 80 стр. Ц. 1 р. 50 к.

Вып. 113. Минеральные удобрения. Сборник II. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1933. 154 стр. Ц. 4 руб.

Вып. 114. М. Л. Чепелевецкий и Е. Б. Бруцкус. Аналитический контроль суперфосфатного производства. под ред. проф. С. И. Вольфовича. Госхимтехиздат. Ленингр. отд. 1934. 76 стр. Ц. 2 р. 25 к.

Вып. 115. Агрономические руды СССР. Т. II, ч. I. Сборник под ред. А. В. Казакова. Гос. научно-техн. горно-геолог.-нефтяное изд. 1934. 236 стр. Ц. 12 р.

Вып. 116. Агрономические руды СССР. Т. II, ч. 2. Сборник под ред. А. В. Казакова. Гос. научно-техн. горно-геолог.-нефтяное изд. 1934. 172 стр. Ц. 10 р.

Вып. 117. И. М. Курман, Е. М. Ворожева и З. М. Усацева. Борсодержащие породы гор Бык и Золотого Кургана (минераловодский р-н Северокавказского края). Гос. научно-техн. горно-геолог.-нефтяное изд. 1934. 67 стр. Ц. 3 р. 50 к.

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ ТЯЖЕЛОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ТРУДЫ НАУЧНОГО ИНСТИТУТА ПО УДОБРЕНИЯМ И ИНСЕКТОФУНГИСИДАМ  
им. Я. В. САМОЙЛОВА

*Выпуск 133*

# ВЯТСКО-КАМСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ФОСФОРИТОВ

Сборник работ под редакцией  
П. И. ДУБОВА, А. В. КАЗАКОВА и И. М. КУРМАНА



ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО НКТП СССР  
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ  
ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОЙ И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА ЛЕНИНГРАД

### АННОТАЦИЯ

Основным содержанием сборника „Вятско-Камское месторождение фосфоритов“ являются результаты поисковых и геологоразведочных работ, проведенных Научным институтом по удобрениям и инсектофунгисидам.

Сборник дает геологическую характеристику всего месторождения и промышленную оценку разведанных участков. Сборник включает также работы Института по петрографии и по вопросам добычи фосфоритов.

Книга рассчитана на геологов и специалистов, работающих в туковой промышленности.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Те новые задачи, которые в настоящее время поставлены перед нашим сельским хозяйством — максимальное увеличение урожайности технических культур и доведение в ближайшие годы урожая зерновых до 7—8 млрд. пудов потребуют от промышленности минеральных удобрений значительного увеличения и улучшения продукции. Особенно много придется сделать для более широкого освоения сырьевых баз агрономических руд и их оснащения передовой техникой. Среди сырьевых ресурсов агрономических руд Вятко-Камское месторождение фосфоритов занимает видное место. О наличии фосфоритов в Вятско-Камском районе известно давно, примерно 60 лет. Но систематическое и промышленное изучение вятско-камских фосфоритных залежей проведено лишь за последние годы и главным образом Научным институтом по удобрениям и инсектофунгисидам (НИУИФ).

Работами НИУИФ к настоящему моменту этот крупный фосфоритоносный массив почти со всех сторон оконтурен и ряд значительных площадей детально разведен. О размахе произведенных работ можно судить по следующим данным: общий запас фосфоритного концентрата по месторождению исчисляется в 855 млн. т, в том числе по категории А2 — 23 млн. т, категории В — 14 млн. т и категориям А + С<sub>2</sub> — 818 млн. т.

В процессе поисково-разведочных работ накоплен большой геологический материал, в значительной степени дополняющий наши знания по геологическому строению этой сравнительно мало исследованной части нашего Союза.

Работы НИУИФ шли не только по руслу геолого-разведочных работ; одновременно были предприняты исследования в области рациональной эксплоатации месторождения, особенно в разделе подземной добычи, а также по петрографии и обогащению фосфоритов.

Материал, предлагаемый в настоящем сборнике, освещает целый ряд существенных вопросов, связанных с промышленным значением Вятско-Камского месторождения. Опубликование этого материала тем более необходимо, что Вятско-Камское месторождение, являясь одной из крупнейших фосфоритных баз Союза, занимает видное место в комплексе Омутнинской проблемы — плане индустриализации одной из богатейших окраин нашего Союза — северо-восточной части Кировского края. Не следует также упускать из виду роля этого месторождения в снабжении сырьем туковых заводов Урала.

Однако, нельзя не отметить, что по Вятско-Камскому месторождению имеются еще и нерешенные вопросы. В частности остается открытым вопрос о техно-экономической возможности подземной добычи фосфоритов, между тем как-раз на глубокие зоны, экономически недоступные экскавации, приходится главная масса запасов. Позитивное решение вопроса с подземной добычей может значи-

тельно расширить перспективы месторождения и в свою очередь потребует некоторых дополнительных работ по гидрогеологии и доразведки глубоких зон.

В настоящем сборнике помещены работы по геолого-разведочному разделу (А. Четыркина и А. Шугин), петрографии (А. Казаков) и вопросам добычи (Н. Афанасьев). Работы по обогащению будут опубликованы особо.

В первой работе авторы (А. Четыркина и А. Шугин) ставят своей целью дать полную геологическую характеристику месторождения и промышленную оценку разведанных участков. А. Шугину принадлежит вся разведочная, а А. Четыркиной поисковая часть работы. Стратиграфия разрабатывалась совместно обоими авторами, а разработка некоторых специальных вопросов (установление верхней зоны нижневолжского яруса) принадлежит А. Четыркиной.

*Редакция*

---

*А. А. Четыркина и А. А. Шугин*

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗАЛЕЖИ ФОСФОРИТОВ ВЯТСКО-КАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

### ВВЕДЕНИЕ

Начало добычи фосфоритов в России относится к 80 годам прошлого столетия (Подолья). Однако, развитие этой отрасли промышленности как в отношении добычи, так и в отношении потребления удобрений вообще шло настолько медленными темпами, что даже в 1913 г. Россия по добыче и потреблению удобрений стояла на одном из последних мест.

Начиная с 1917 г. замечается сдвиг в отношении большего интереса к отечественному сырью, и уже в 1925 г., по данным акад. А. Д. Архангельского, производившего подсчет запасов фосфоритов к XIV Международному геологическому конгрессу в Мадриде, общий запас фосфоритных руд определяется в 15 893 457 тыс. т, залегающих на площади в 49 676 км<sup>2</sup>.

Из этого количества на долю фосфоритов с содержанием Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> больше 24% приходится 1,6%, 24—18% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>—41,9%, а остальные 56,5% — на фосфориты с содержанием Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> 18—12%.

Максимальный рост исследовательских работ на фосфориты относится к периоду времени с 1928 по 1932 г., когда изучению была подвергнута вся Европейская часть Союза и отчасти Средняя Азия. В результате этих работ на 1/1 1933 г., т. е. к началу 2-й пятилетки, Вятско-Камское месторождение составляет 20% общих запасов фосфоритов СССР, что ставит это месторождение на одно из первых мест среди других месторождений Союза.

### Географическое и экономическое положения месторождения

Под именем Вятско-Камского месторождения фосфоритов мы подразумеваем большое пятно меловых пород, к которым приурочена фосфоритная залежь; это пятно вытягивается в направлении с юго-запада на северо-восток, от р. Вятки в Волосковско-Воронинском районе в бассейн левых притоков р. Камы — рр. Нырмич, Порыш и др. — на расстояние до 70 км, занимая водораздел главных водных артерий края — рр. Вятки и Камы.

В административном отношении фосфоритоносный район расположен в северо-восточной части Кировской области в пределах Кайского, Омутнинского и Нагорского районов. От города Кирова месторождение находится в 200 км к СВ, районные же центры — Лоино, Кирс — расположены в пределах месторождения.

Сплошная залесенность, заболоченность, отсутствие даже сносных проселочных дорог, удаленность в недавнем прошлом от желез-

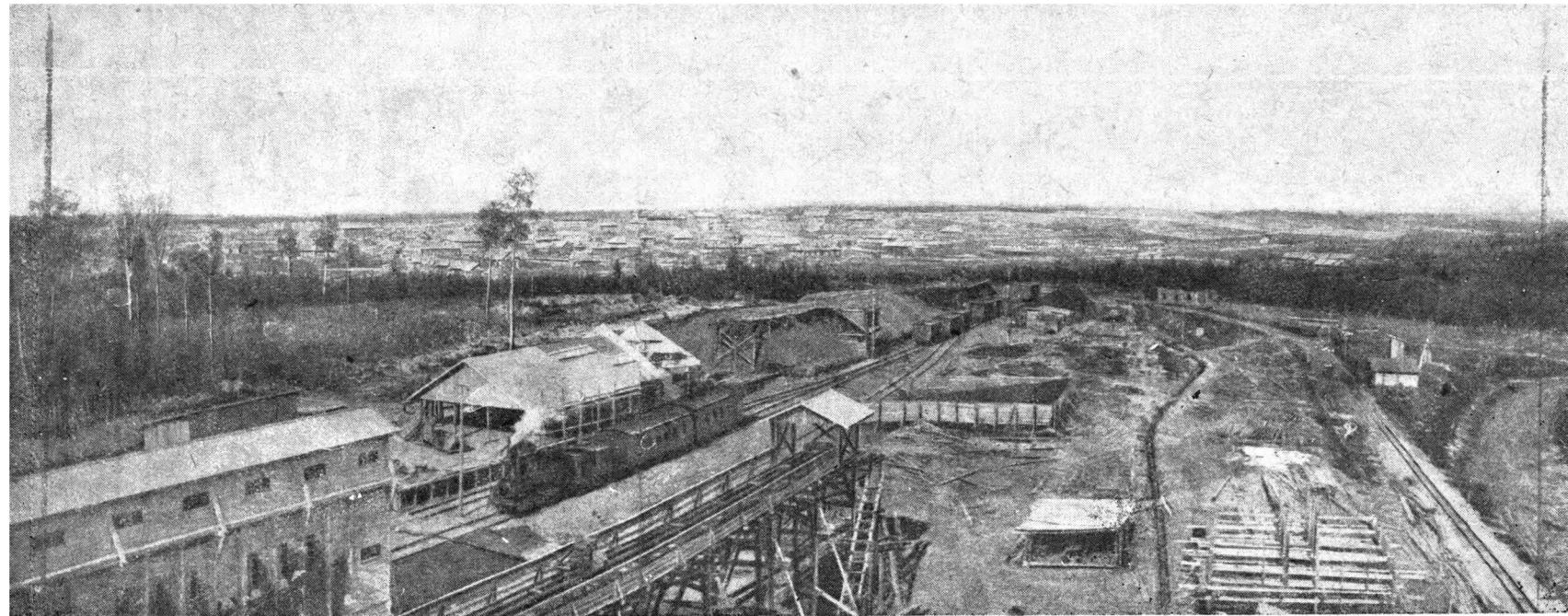


Рис. 1. Общий вид Верхнекамского рудника.

ной дороги делали этот край одним из глухих углов Советского Союза.

Населенность края отличается чрезвычайно низкой плотностью. Основное население располагается вдоль возвышенных берегов рр. Камы и Вятки. Вглубь водораздельного лесного массива заходят лишь мелкие поселения — выселки и починки.

Главное занятие населения — земледелие, которое стояло на весьма низкой ступени развития и носило исключительно потребительский характер. В качестве подспорья население занималось охотой, рыбной ловлей, а в последнее время — лесным промыслом. Начиная со второй половины прошлого столетия этот край служил местом политической ссылки.

Основными путями сообщения с «внешним миром» являлись рр. Кама и Вятка с их притоками. Большую роль в экономике края сыграл тракт, связывавший Москвию и северные земли России с Сибирью.

С первой половины XVIII столетия начинается некоторое вовлечение в промышленный оборот природных ресурсов края. В 1728 г. на базе местных железных руд был заложен первый металлургический завод — Кирсинский. Позднее был основан и ряд других заводов — Климковский в 1759 г., Холуницкий в 1767 г., Залазнинский и Песковский в 1772 г. и Омутнинский в 1775 г.

Начало добычи фосфоритов относится к 1915 г. Но, несмотря на наличие больших запасов сырья, относительно благоприятные условия залегания, а главное на наличие спроса на фосфориты, развитие рудника, как показывает табл. 1, шло очень медленными темпами.

Таблица 1  
Добыча фосфоритного концентратата Верхнекамского рудника с 1915 по 1935 г.

Годы	В т
1915—1916	Организация рудника
1917	200
1918—1919	—
1920	361
1921	98
1922	1 033
1923	920
1924	1 692
1925	4 200
1926	6 758
1927	7 315
1928	10 097
1929	19 421
1930	29 677
1931	48 794
1932	22 012
1933	40 059
1934	51 375
1935	76 788

Основной причиной такого отставания является отрезанность месторождения от путей сообщения. Единственная возможность транспортировки руды на заводы — водный путь по р. Каме, но наличие отмелей, перекатов делают возможным сплав только один раз в году, в весеннюю воду, что, конечно, не может разрешить транспортную проблему правильно работающего крупного предприятия, каким должен быть В.-Камский рудник. В 1932 г. закончена постройка железной дороги от ст. Яр Пермской ж. д. до ст. Фосфоритная, которая связывает промышленные очаги района — металлургические заводы, фосфоритные рудники и др. со всем Советским Союзом.

## История исследования

Первые сведения о геологии Вятско-Камского фосфоритоносного района относятся к 70 годам XVIII столетия; они помещены в «Дневных записках путешествия по разным провинциям Российского государства в 1771 г.» академика И. Лепехина [1], который проехал из Кайгородка через Кирсинский завод по Воронинскому тракту в г. Вятку. У с. Екатерининского им отмечаются глыбы горючего сланца и зеленые глины. В последующие годы геологии Вятского и в частности Кайского края посвящены небольшие заметки в Вятских губернских ведомостях о полезных ископаемых Кайского края за 1740, 1771, 1772 и 1774 гг.

Начало систематическому изучению Вятско-Камского района было положено в 1875 г. П. И. Кротовым [2, 3, 4], который, на основании осмотра обнажений по р. Чепце и р. Вятке, ниже г. Кирова установил наличие пологой антиклинальной складки, сложенной породами яруса пестрых мергелей, вытянутой с СВ на ЮЗ и проходящей через пункты: д. Утробинская, с. Сорвики и сл. Кукарка. Продолжая свои геологические исследования в северной части б. Вятской губернии Кротов пришел к выводам о том, что: 1) дислокация пермских пластов продолжается и на север в область водораздела рр. Вятки и Холуницы, 2) граница юрских отложений, имеющихся в районе р. Вятки, проходит через границы Слободского и Глазовского уездов, устье рр. Боровки и Талицы на р. Черной Холунице, р. Кобру у устья р. Федоровки, р. Летку на границе Вятского и Орловского уездов. И. Лагузеном определена фауна, собранная П. И. Кротовым. *Belemnites volgensis* d'Orb., *Ammonites panderi* Eichw., *Inoceramus rettus*, Кеус., *Aucella pallasi* Кеус.

В 1879 г. опубликовано краткое сообщение А. П. Иванова [5] о поездке по р. Каме. В Кайском крае им отмечены отложения юрского возраста с фауной *Ammonites virgatus* Busch., *Amn. panderi* Eichw., *Aucella pallasi* Кеус.

Нахождение аммонитов виргатовой группы подтверждено С. Н. Никитиным, который, получив коллекцию юрской фауны, собранной в Верховьевской даче, определил из нее *Belemnites absolutus* Fisch., *Aucella pallasi* Кеус.

В 1888 г. Кротов производил исследование залежей фосфорита в северной части б. Вятской губернии в Трушниковском, Кайгородском и Кобринском районах. Эти исследования производились вдоль левого коренного берега р. Камы и коснулись фосфоритов в делювии, т. е. во вторичном залегании.

Кротов приводит в своем отчете главным образом технические данные о породе, содержащей фосфоритовые желваки, рыхлой, песчаной, с фосфоритизированными ауцеллами. Вокрышей фосфоритного слоя служит, по его мнению, «почвенный глинисто-песчанистый слой, мощность которого 5—6 аршин». Кротов также указывает, что в районе встречается фосфорит и во вторичном залегании на склонах оврагов и рек, и приводит анализы отдельных желваков с содержанием  $P_2O_5$  от 16% до 28%. За отсутствием фаунистической характеристики фосфоритный слой был отнесен Кротовым к юрскому возрасту.

В 1912 г. б. Пермским и Вятским губернским земствами были организованы разведочные работы в Горшковско-Бабиковском районе, произведенные штейгером К. М. Скородумовым и М. И. Михеевым, причем геологический надзор за работами был поручен геологам А. А. Чернову и В. А. Чердынцеву. В отчете о работах А. А. Чернов [6] почти повторяет данные Кротова, но найденная им в фосфоритном слое фауна была определена А. П. Павловым и обнаружила принадлежность фосфоритного горизонта к неокомскому ярусу, на

что было указано Кротовым в его сообщении «О мезозойских осадках на севере Вятской туб.» на заседании Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии.

На фоне таких общих ориентировочных данных В. Г. Хименков в 1914 г. [7] произвел детальное изучение Верхнекамского района. В. Г. Хименков на основании фаунистического материала подразделил юрские отложения на горизонты, причем самые древние встреченные в районе слои, именуемые им Prt IV и Prt III, отнес к зоне *Perisphinctes (Pavlovia) panderi*. Выше В. Г. Хименков выделяет еще два горизонта Prt II, зона *Virgatites virgatus* и Prt I. В последнем им было найдены неясные обломки, похожие на *Perisphinctes (Pavlovia) nikitinii* Mich., но не отождествленные с этим видом вследствие плохой сохранности. Все вышеупомянутые слои В. Г. Хименков относит к неокому, разделяя и неоком на три горизонта по определенной из этих слоев фауне. К нижнему горизонту Хименков относит глины с глыбами мергеля, содержащие *Aucella tenuicollis* Pavl. и др. *Aucella, Belemnites, russiensis* d'Orb., *Olcostephanus* cf. *glaber*. Средний или «ауцелловый горизонт» является нижней частью фосфоритового слоя; в нем встречены *Aucella volgensis* Pavl., *A. keyserlingi* Pavl. и др. ауцеллы, характерные для валанжина. Верхнюю часть неокома (Nc I) Хименков называет главным фосфоритным горизонтом и определяет отсюда *Polyptychites polyptychus* Keyss.

Этим горизонтом В. Г. Хименков оканчивает схему коренных слоев в районе, указывая выше только послетретичные отложения, причем на основании их строения предполагает, что эти слои — отложения не самого ледника, а лишь его талых вод.

А. М. Жирмунский [8] в 1914 г. производил исследования в Си-негорском районе по р. Кобре и в Волосковско-Воронинском районе. В последнем им описаны келловейские слои с белемнитами и *Gryphaea dilatata* Sow. и портланд, представленный одной своей нижней зоной.

Черная рыхлая глина с фосфоритами, отнесенная А. М. Жирмунским к неокому, встречена в обнажении на р. Вятке, у Оленьего бора. Залегание неокома на таком низком гипсометрическом уровне А. М. Жирмунский объясняет «остатками древнего, почти совершенно размытого рекой оползня, когда-то сползшего с находившейся поблизости, в настоящее время эродированной, высоты».

Более поздние исследования еще уточнили геологическую схему строения района. А. В. Казаковым было отмечено наличие неокомских черных глин, покрывающих фосфоритный пласт и относимых им к готтеривскому ярусу. И. М. Курманом в серых глинах, подстилающих фосфоритовый слой, найден *Craspedites fragilis* Trd., и таким образом впервые установлено наличие верхневолжского яруса. Работами А. А. Шугина уточнена восточная граница распространения фосфоритной залежи и неокомских слоев, а также установлено, что фосфоритный слой имеет падение с В на З с неровным волнистым залеганием на юрских отложениях.

Исследованиями А. В. Хабакова в 1927 г. было установлено, что фосфоритоносные отложения заходят на левый берег р. Вятки, где залегают двумя островами у переката Частик и в 13 км выше устья р. Елти.

В 1928 г. напечатана работа Н. Г. Кассина [9] «107-й лист Общей геологической карты Европейской части СССР», в которой автор дает общую картину геологического строения 107-го листа.

Н. Г. Кассиным детально изучена толща пород татарского яруса и установлена стратиграфия юрских отложений. При этом следует отметить, что при невозможности пересечения залесенных водоразделов и отсутствии достаточного количества топографических и геологических данных, Н. Г. Кассиным в общих чертах довольно пра-

вильно были нанесены границы распространения неокома. Позднейшими исследованиями, коснувшимися главным образом неокомского фосфоритного слоя, границы, определенные Н. Г. Кассиным, были несколько изменены в сторону расширения в районе Дедовского участка, на левобережье р. Вятки и в западной части района.

Начало работ по изучению промышленного значения Вятско-Камского месторождения фосфоритов относится к 1894 г., когда по поручению Вятского губернского земства горн. инж. А. Игнатович [15] произвел общее обследование фосфоритоносного района левобережья р. Камы, водораздел ее левых притоков рр. Порыш — Нырмич, и отчасти правобережье р. Нырмич. Количественной характеристики фосфоритов обследованного района автор не дает. Содержание  $P_2O_5$  в отдельных желваках определяется от 16 до 27%.

В 1912 г. по поручению Вятского и Пермского губернских земств штейгерами К. М. Скородумовым и М. И. Михеевым [16] были проведены разведочные работы на Пьянковском, Горшковском и Бабиковском участках месторождения. Работами было установлено, что мощность слоя колеблется от 0,5 до 0,9 м, общий запас на площади со вскрышой до 1 м определен до 5 млн. пудов.

В 1913 г. разведочные работы на кайские фосфориты были проведены горн. инж. А. А. Левиным [18]. В своем отчете А. А. Левин дает описание многочисленных шурфов, приводит ряд химических анализов, геологического же строения он не касается.

Все приведенные выше работы как по своему объему, так и по затраченным средствам были весьма незначительными, и только после Октябрьской революции, когда начинается новая история исследования природных ресурсов всего Союза, борьба за всестороннее овладение богатствами недр нашей страны, мы наблюдаем сдвиг и в отношении исследования Вятско-Камского месторождения.

В период времени с 1918 по 1921 гг. А. В. Казаковым [17, 19, 20, 21] были проведены разведочные работы на Горшковском, Пьянковском и отчасти Нырмичском участках.

В связи с результатами работ А. В. Казакова в 1920 г. на Верхнекамское месторождение был командирован инж. А. А. Розин [22], в задачи которого входило «представить обоснованное мнение о величине исчисляемых запасов и о тех направлениях, в которых должны идти разведки для открытия других площадей, удобных для разработки в широком техническом масштабе».

В своем отчете инж. Розин указывал на недостаточную обоснованность приводимых А. В. Казаковым цифр запасов и площади распространения фосфоритной залежи, считая, что фосфоритный слой Верхнекамского месторождения «лежит между жизнью и смертью». Последнее обстоятельство еще в 1921 г. было опровергнуто А. В. Казаковым.

В 1923 г. Вятско-Камское месторождение фосфоритов было обследовано экспедицией С. Щеклеина [23].

В 1925 и 1929 гг. И. М. Курманом и А. А. Шугиным были проведены разведочные работы на Нырмичском участке; разведано 23 км<sup>2</sup>, из которых фосфоритоносная залежь занимает 6,35 км<sup>2</sup>.

В 1927—1928 гг. инж. И. И. Корбуш и А. А. Шугиным [24] был пройден маршрутный ход по водоразделу рр. Камы и Вятки. Этими работами установлено распространение фосфоритной залежи по всему водоразделу.

Данные по маршрутному ходу послужили главным основанием для постановки последующих разведочных работ, которые полностью подтвердили все выводы этой работы.

Одновременно с этим в том же 1928 г. инж. А. Шугиным [24] были проведены геолого-разведочные работы по левобережью

р. Вятки. Была обследована площадь в  $320 \text{ км}^2$ , из которых на долю фосфоритоносной площади приходится около  $200 \text{ км}^2$ .

Для определения промышленного значения фосфоритного слоя на вновь выявленной площади был выделен участок в  $5,34 \text{ км}^2$  для детальной разведки.

Средняя продуктивность фосфоритного слоя на этой площади для кл. +4 мм была определена в  $400 \text{ кг}/\text{м}^2$ , а общий запас концентраты +4 мм в 2036 т с содержанием  $\text{P}_2\text{O}_5$  выше 24%. Таким образом, этой работой впервые было установлено промышленное значение фосфоритного района левобережья р. Вятки.

В 1929 г. под руководством инж. А. А. Шугина и при непосредственном его участии были проведены детальные разведочные работы на площади, примыкающей с юго-запада к Горшковскому отводу Верхнекамского фосфоритного рудника [25], геологические работы в Лоинско-Гидаевском районе на планшете О-39-10 международной нарезки масштаба 1:100 000 (А. А. Четыркина) [26] и геолого-разведочные работы по левобережью р. Вятки (В. А. Сыромятников [27]).

На Мало-Созимском участке была разведана площадь в  $16 \text{ км}^2$ , из них  $7,791 \text{ км}^2$  фосфоритоносной.

В 1930 г. геолого-поисковые работы были продолжены на площадях, лежащих к западу от площадей, обследованных в 1929 г. (планшет О-39-9). Эти работы были проведены геологом А. А. Четыркиной.

В результате этих работ выявлена фосфоритоносная площадь в  $363,5 \text{ км}^2$ .

В том же 1930 г. инж. Н. С. Гордасниковым был разведен так называемый Созимский участок, общей площадью в  $40 \text{ км}^2$ , из которых фосфоритоносной —  $29,32 \text{ км}^2$ . Одновременно с этим рудоуправлением верхнекамских фосфоритных рудников (С. М. Бучельников [30]) были разведаны Горшковско-Нырмичский и Лоинский участки. На них выявлено  $7,8 \text{ км}^2$  фосфоритной залежи и с общим запасом концентраты класса +4 мм 2 803 тыс. т. С 1927 г. по 1930 г. Ленинградским институтом неметаллических полезных ископаемых под руководством А. В. Хабакова [31] были проведены геолого-разведочные работы на фосфориты по правобережью р. Вятки. Фосфоритоносная площадь, выявленная этими работами, равна  $169,76 \text{ км}^2$ , что при продуктивности концентраты кл. +4 мм в  $400 \text{ кг}/\text{м}^2$  дает запас в 67 904 тыс. т.

В 1931 г. исследовательские работы на фосфориты Вятско-Камского района были проведены на значительно большей площади, чем в предыдущем 1930 г. Геологом А. А. Четыркиной [28] поисковые работы были проведены в пределах Кайского и Кирсинского районов на планшетах О-39-20 и О-39-21 масштаба 1:100 000.

Разведочные работы, проведенные в том же году М. Русовым на площади в  $98 \text{ км}^2$ , выявили фосфоритоносной площади  $50,38 \text{ км}^2$ .

Кроме работ чисто разведочного характера, был проведен ряд работ, направленных к выявлению химической характеристики сырья, его обогащаемости, технологической переработки и т. д. Из них заслуживает особого внимания работа по генеральному опробованию, проведенная НИУИФ (Н. В. Овчининский и М. А. Фомин [34]).

Генеральное опробование, проведенное в сезон 1930 г., подтвердило результаты разведочных работ НИУИФ.

Таким образом, в результате всех проведенных работ на 1 января 1933 г. мы имеем довольно полную картину о Вятско-Камском месторождении не только в целом, но и по отдельным детально-разведенным участкам.

Сводный сырьевой кадастр по всему обследованному месторождению в целом представлен в табл. 2.

	Запасы в тыс. т						Всего	
	поисковые		разведанные					
	+ 4	- 4 + 0,5 <sup>1</sup>	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5		
Вятско-Камское месторождение . . . . .	799 581	—	55 170	11 464	854 751	11 464		

### Климат

По климатическим условиям район водораздела рр. Камы и Вятки близок к северному краю. Климатические данные метеорологической станции Кирсинского завода, которые мы приводим для характеристики климата описываемого района, лежат между данными метеорологической станции г. Кирова (б./ Вятка) и г. Сыктывкара (б. Усть-Сысольск). Климат района отличается коротким, хотя и теплым летом и длительным и холодным зимним периодом. Средняя годовая температура воздуха достигает всего 1°, при минимальной температуре — 41 — 45° в декабре — январе и максимальной температуре +33,2 (июнь), +33,5° (июль).

Всего дней с температурой выше +10° в среднем (по таблицам климатического справочника) в году 113, а настоящих летних дней с температурой больше +15° — 55. Последние приурочены к промежутку между 20 июня и 13 августа. Только в июле и августе не отмечено понижения температуры ниже 0°, между тем как в мае и сентябре бывают заморозки в —7—8° и даже в июне абсолютный минимум температуры доходит до —2—3°. Замерзание рек в среднем приурочено приблизительно к началу ноября (между 2—12 ноября). Весенное наступление температуры 0° бывает примерно в середине апреля, и реки вскрываются около 1-го мая (данные климатического атласа 1899 г.). Количество осадков за год в среднем 585 мм. Однако количество осадков в дождливые и засушливые годы колеблется с весьма значительной амплитудой. Так, максимум и минимум осадков изменяется для некоторых месяцев таким образом (в мм):

	Максимум	Минимум
Апрель . . . . .	63	1
Май . . . . .	157	15
Июнь . . . . .	123	28
Июль . . . . .	149	9
Август . . . . .	172	9
Сентябрь . . . . .	124	20

Преобладающие ветры в районе главным образом западные, юго-западные, а весной (февраль — апрель) также и южные.

Таков в общих чертах климат описываемого района. Более подробные данные можно получить в таблицах климатического справочника, составленного Институтом климатологии под руководством А. А. Каминского и Е. С. Рубинштейн, изданного в 1932 г., и в «Климатологическом атласе Российской империи» 1900 г.

В настоящее время Главным гидрометеорологическим комитетом издается климатический атлас по данным последних лет.

<sup>1</sup> Классы ниже 4 мм не учтены.

## Оро-гидрографический очерк

Вятско-Камское месторождение фосфоритов расположено на водоразделе рр. Камы, Вятки и Сысолы — притока Вычегды (бассейн Северной Двины) — в пределах 107-го листа 10-верстной карты СССР.

Рельеф поверхности района характерен для слабо расчлененных водораздельных пространств. Равнинные, слабо всхолмленные плато, неглубоко прорезанные верховьями рек, заболоченные и покрытые лесом, занимают большую часть исследованного района. Верховья рек, питаемые водораздельными болотами, протекают по едва заметным понижениям, теряясь среди моховых кочек, корней и лесных завалов, в засушливое время почти совсем исчезая. Таковы водораздельные пространства между верховьями левых притоков р. Вятки — Елги, Черной, Плоской — и правых притоков р. Черной Холуницы; между правыми притоками рр. Вятки и Нырмича, Нырмича и Порыша.

Реки района принадлежат к двум большим бассейнам: Камы в северной и восточной частях района и Вятки в южной и западной. На северо-западе исследования захватили верховья р. Сысолы — левого притока р. Вычегды (бассейн Северной Двины).

Реки Кама и Вятка берут свое начало неподалеку одна от другой в юго-восточной части 107-го листа и на протяжении около 200 км текут параллельно на СЗ на расстоянии 100 км друг от друга.

Водораздел левых притоков р. Камы и правых притоков р. Вятки настолько узок, что пруды на р. Кирс (приток р. Вятки) соединены с р. Волосницей (приток р. Камы) каналом всего 5 км длины. От с. Екатерининского р. Вятка круто сворачивает на запад и, пройдя в широтном направлении около 40—50 км, направляется к юго-западу и к югу к г. Кирову. Река Кама от с. Волосницкого имеет направление противоположное р. Вятке: на СВ, на В и на Ю (к г. Перми).

Обе эти реки в пределах обследованного района судоходны весьма краткое время, в период весеннего половодья. По р. Каме весной и редко осенью после длительных дождей пароходы доходят до устья р. Волосницы. По р. Вятке весною довозят грузы до Кирсинского завода. В летнее время реки чрезвычайно мелеют, и проезд по ним даже в лодке затруднен перекатами и мелями.

Более крупные из многочисленных притоков Камы и Вятки в весенне время являются сплавными. Таковы рр. Черная Холуница, Елга, Черная, Плоская, Чернушка — левые притоки р. Вятки и правые притоки ее — Чудовка, Березовка, Сумчина, Подрезчиха, Кобра и др. Реки Волосница, Нырмич, Порыш, впадающие слева в р. Каму, с их притоками также являются сплавными. Питаясь главным образом водами верхних водораздельных болот, описанные реки быстро изменяют свой дебит, в зависимости от количества выпадающих осадков. Так, дебит рр. Сумчины и Черной в начале августа 1931 г. был 0,48—0,46 м<sup>3</sup>/сек, в конце сентября он доходил до 70 м<sup>3</sup>/сек.

Русла рек района имеют весьма извилистые очертания, образуют петли, хобота, курьи и промывают новые русла «прямичи».

Области среднего и нижнего течения рек в пределах района в сравнении с рельефом областей верховьев рек водоразделов обладают значительно более расчлененным рельефом.

Крупные реки района — Кама, Вятка, Нырмич, Порыш — с их притоками протекают в очень широких долинах, имеющих в большинстве случаев две или три террасы: 1) пойменную, 2) боровую и 3) древнюю, постепенно переходящую в коренной берег. Пойменная терраса очень широка, изборождена озерными и заболоченными старицами, покрыта луговой растительностью. Боровая терраса возвышается до 20 м на урезом рек, она сложена в верхней части древне-

аллювиальными песками с галькой; в разрезах этой террасы на р. Вятке встречаются прослои торфа. Аллювиальные пески террасы являются благоприятным грунтом для сосновых боров, ценность которых особенно возрастает благодаря близости к сплавным рекам. Чрезвычайно обширна боровая терраса вдоль р. Вятки, по правому берегу р. Камы, по р. Порышу и местами по р. Нырмичу. Надбровая или древняя терраса возвышается над урезом рек на 30—50 м и довольно крутым склоном спускается к боровой террасе.

Поверхностные покровы этой части долины представлены элювием и делювием коренных, по большей части глинистых пород. Многочисленными оврагами, ручьями и речками древняя терраса разделена на высокие холмы, на которых и располагаются главные населенные пункты района.

Особенностью строения рельефа этой части долины являются «останцы», распространенные в бассейне р. Порыша и р. Камы. Останцы — это высокие холмы, достигающие 200—215 м над уровнем моря, сложенные коренными породами; они находятся обычно вблизи речных долин, отделяясь от водораздельных плато широкими понижениями. Эти холмы являются остатками древней террасы рек, о чем свидетельствует их местоположение. Происхождение этих останцов можно объяснить смыканием верховьев оврагов внешней части надбровой террасы. Несколько таких останцов расположены между притоками р. Порыша — Круглый увал близ слияния Порыша и р. Резвой, Гидаево и Буркова гора близ устья р. Вольки, Боярская гора у р. Нюбы, Кувшин-гора и Кычановское у р. Гудыся. На правом берегу р. Камы в 15 км от с. Лоинского и в 4 км от р. Кым расположены такие же останцы — Чекман-гора (д. Лозеб) и Коврижка-гора.

Амплитуда колебаний высотных отметок в районе достигает 70—80 м. Самые низкие абсолютные высоты приурочены к урезам рр. Камы и Вятки. Река Кама в юго-восточной части района у Березовских починков имеет отметку 150 м и в северо-восточной части района у с. Кая около 135 м. Урез р. Вятки у с. Екатерининского и Медвежьего бора 140 м. Река Нырмич имеет падение от 160 м у устья р. Верхнего Вьюка до 141 м при впадении в р. Каму. Водораздельные высоты, разделяющие бассейн рр. Порыша и Нырмича, Нырмича и Вятки и в верховьях левых притоков р. Вятки, достигают абсолютной высоты 200—215 м. Наиболее резкое колебание отметок приходится на краевые части речных долин от первой до третьей террасы. Самое незначительное изменение высотных отметок наблюдается на обширных водоразделах района и в пойменных террасах рек.

Однообразие геологического строения района, спокойное залегание слоев, сходство литологического состава пород нижнемеловой толщи, слагающей главнейшую часть района, при слабом развитии послетретичных наносов влечет за собой однообразие форм рельефа. Западная и северо-западная краевые части исследованного района имеют иное геологическое строение и здесь в области распространения пермских и верхнеюрских слоев северной части Вятского увала мы встречаем отличный от остальной части района рельеф и наибольшие абсолютные высоты, достигающие + 245 м. Почкинки (деревни) Ильмовского сельсовета расположены на самом гребне меридионального водораздела рр. Сумчины и Черной (приток р. Кобры). При продвижении от высшей точки водораздела (починок Гавриловский) к В уже через 2,5 км отметка поверхности понижается на 62 м (дно оврага р. Сумчины) и далее к В самая низкая отметка достигает едва 158 м на расстоянии всего 7 км от водораздела. Такой характер рельефа зависит от особенностей геологического строения западной части района. Самый гребень водораздела является вершиной Вятского увала, склоны которого, сложенные песчанистыми породами

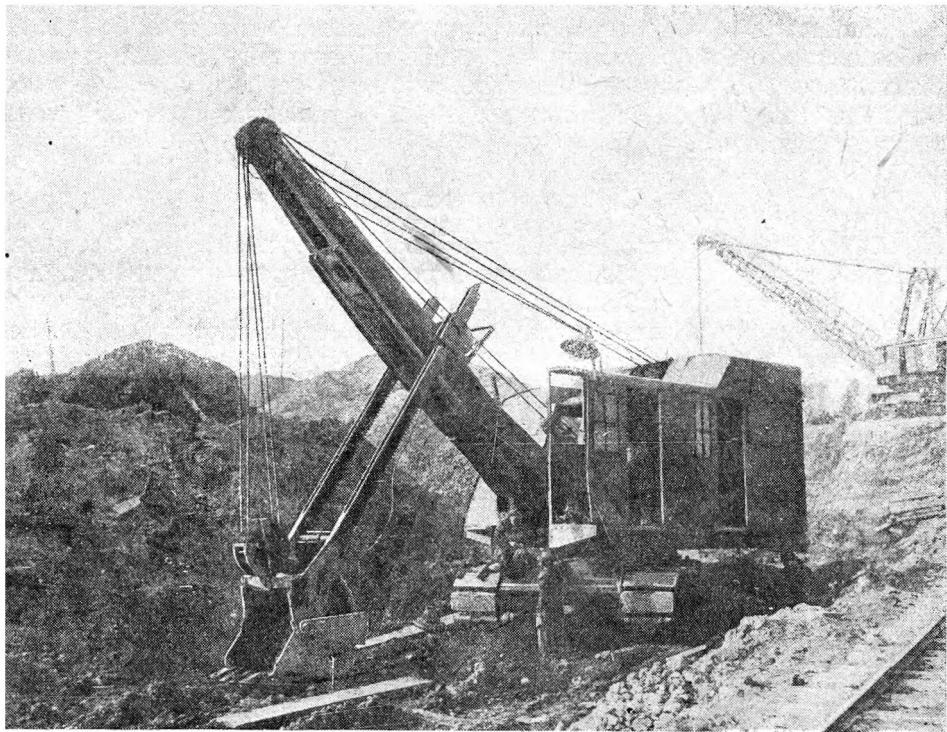


Рис. 2. Добычный экскаватор.

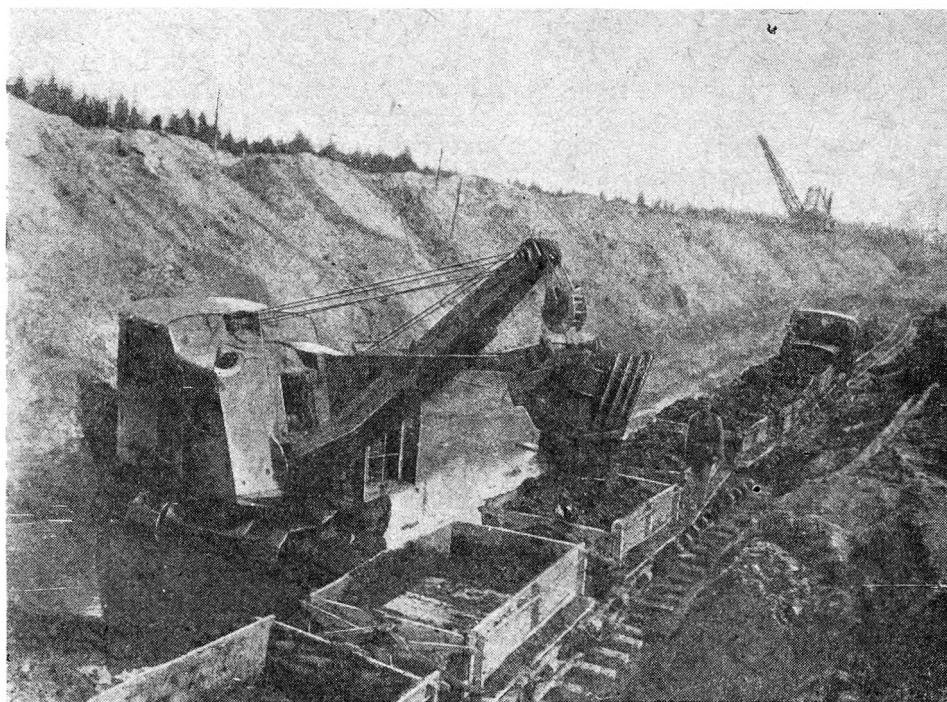


Рис. 3. Добыча фосфорита и погрузка в вагонетки.

татарского и келловейского ярусов, легко размываясь, образуют крутое склоны оврагов.

Описанный рельеф района с громадными площадями плоских заболоченных водоразделов, с песчаными неплодородными почвами склонов водоразделов и обширных боровых террас, и, кроме того, удаленность района от железных дорог — являются причиной малонаселенности края.

### Стратиграфический очерк

Характер поверхности Вятско-Камского района — залесенность водоразделов, их пологих склонов и речных террас — является причиной весьма слабой обнаженности коренных отложений, слагающих район. Поэтому фактическим материалом, на котором мы строим стратиграфию района, и являются, кроме обнажений и расчисток, в значительной степени данные разведочных выработок — шурфов и буровых скважин.

На основании всех имеющихся материалов работ, охвативших почти все Вятско-Камское месторождение, можно сделать следующие выводы о стратиграфии Вятско-Камского района.

Самыми древними слоями, слагающими район, являются пестроцветные породы татарского яруса. Эти породы покрываются глинисто-песчаной толщей верхнего отдела юрской системы, плотными глинами нижнего мела с глауконитовой серией в основании и, наконец, четвертичными суглинками и песками.

#### Отложения татарского яруса

Вдоль западной окраины описываемого района исследованиями охвачена часть восточного склона Вятского увала — пологой антиклинали, сложенной породами пестроцветной толщи. Выведенные на поверхность в верхней части склона, эти породы встречаются на водоразделе р. Черной (приток Кобры) и р. Сумчины (приток р. Вятки) и на юго-западе на р. Черной Холуница близ с. Троицкого.

На водоразделе рр. Черной и Сумчины пестроцветные породы вскрыты рядом буровых скважин и колодцами в населенных пунктах. Из сопоставления этих данных выясняется следующий порядок нарастания верхних слоев татарского яруса.

Под светлосерым тонкозернистым песком, относимым к образованиям келловейского яруса, залегают:

1. Кварцевый разнозернистый песок с кремневым гравием и гальками. Мощность . . . . .	2,10 м
2. Желтовато-серый кварцевый песок с прослойками светлосерой и желтой глины. Мощность . . . . .	0,83 .
3. Яркожелтая плотная глина. Мощность . . . . .	1,97 .
4. Зеленовато-серая плотная слюдистая глина. Мощность . . . . .	0,50 .
5. Малиново-красная известковистая глина .	

Малиново-красная известковистая глина залегает на разных высотах. В починке Гавриловском эта глина пройдена в колодце, глубина которого не превышает 4 м, т. е. уровень залегания ее выражается отметкой 240 м; в скважине 72, заложенной в 3 км к востоку от починка, красная глина отмечена под более молодыми породами на уровне 173,5 м. Таким образом, из сопоставления приведенных данных падение этого слоя выражается углом около 1°13'.

В юго-западной части района в нижнем течении р. Черной Холуницы и на р. Вятке ниже устья р. Черницы у Караканского бора обнажаются буро-красные глины с включением зеленых и голубых глин, с обломками плотного красного мергеля (мощность 2,5 м). В осыпи близ обнажения у Караканского бора найдены обломки красного и зелено-серого конгломератовидного песчаника.

Выходы подобных же красных мергелистых глин А. В. Хабаков указывает в левом берегу р. Сысолы в самых ее верховьях, в 18 км южнее д. Верхнесысольской. На всей остальной территории исследованного района обнажения пермских пород отсутствуют; высотные данные залегания более молодых, мезозойских слоев в сопоставлении с их мощностью свидетельствуют о значительной глубине залегания пестроцветной толщи в центральной и восточной частях района. Описанные слои являются незначительной частью мощной толщи пестроцветных пород, имеющей широкое развитие в южной и восточной частях 107-го листа и подразделенной Н. Г. Кассиным на 12 свит.

Приводимое выше описание пестроцветных пород, встречаенных в районе, не допускает точного определения принадлежности этих слоев к одной из этих свит, но с известной долей вероятности их можно отнести к наиболее верхним частям пестроцветной толщи (свитам IX—XII).

Итак, отложения татарского яруса выходят на дневную поверхность только по западной окраине исследованного района. Здесь они занимают самые высокие точки рельефа, слагая водораздел рр. Черной и Сумчины, или более пониженные, у уреза рр. Вятки и Черной Холуницы. В этой части района дислоцированные пермские слои образуют Вятский увал — антиклиналь, пересекающий 107-й лист в северо-восточном направлении. Пермские слои Вятского увала довольно круто погружаются в восточном направлении под толщу мезозойских пород и вновь выходят на поверхность, в восточной части 107-го листа на водоразделе р. Камы вятской и Камы пермской, образуя пологий антиклиналь, параллельный Вятскому увалу.

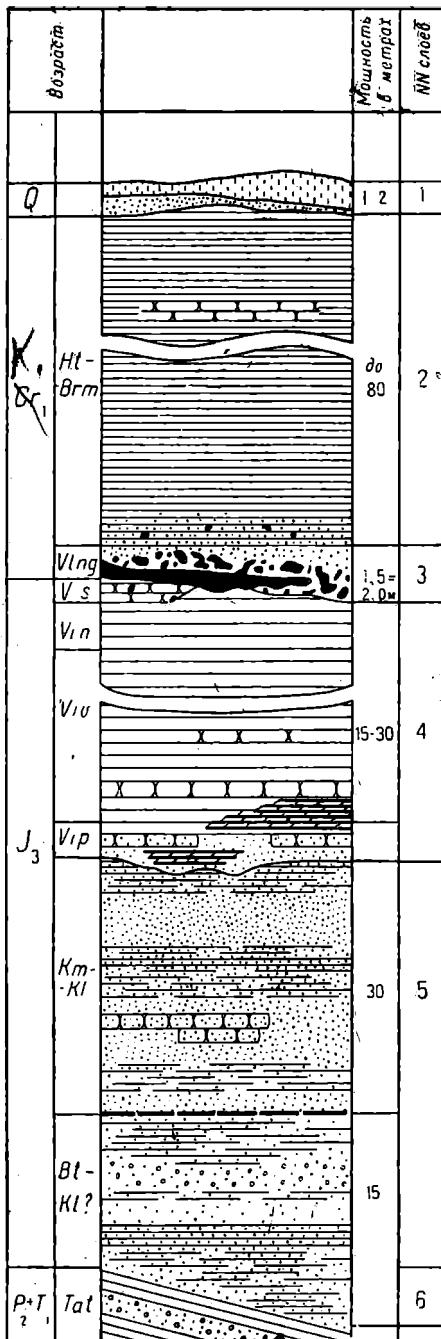


Рис. 4. Сводная геологическая колонка.

#### Надрудная толща

В восточной части Вятско-Камского района (в области распространения железорудной залежи) на породах татарского яруса зале-

гает серия отложений, сложенных песчано-галечным и песчано-глинистым материалом с конкрециями пирита, торфяно-углистыми прослойками, железистыми включениями. Полное отсутствие палеонтологических остатков в этих слоях делает весьма затруднительным их стратиграфическое определение. Эта «немая надрудная толща» не имеет повсеместного распространения. Она встречена в обнажениях «Белец» и «Ожмегово» на р. Каме к востоку от исследованного района и отсутствует полностью или частично в пределах фосфоритоносного района. По своему характеру надрудная толща в нижней части весьма сходна с юрскими морскими отложениями водораздела рр. Вятки и Камы, в верхних же частях толщи слои имеют характер озерно-лагунных прибрежных осадков (наблюдается косая слоистость, углистые растительные остатки, галечный материал и пр.).

Весьма малое количество наблюдений, имеющихся в нашем распоряжении, не дает возможности сделать какие-либо стратиграфические определения этой толщи. Н. Г. Кассин приходит к выводу, что «надрудные пески и глины по всем данным не представляют одной целостной одновременной по образованию толщи и состоят если не везде, то во всяком случае местами, из пород разного возраста...» [9, стр. 153]. Самую нижнюю часть этой толщи Н. Г. Кассин отождествляет с юрскими морскими отложениями. Вышележащие светлые пески и глины с глыбами песчаника обнаруживают сходство с третичными песчаниками Урала и, наконец, местами в верхней части мы имеем дело с постплиоценовыми отложениями.

### Юрские отложения

Как уже отмечено, немая надрудная толща имеет распространение в восточной части района близ р. Камы, тогда как на остальной площади района непосредственно на породах татарского яруса залегают юрские отложения.

**Бат-келловейские слои.** В основании юрских отложений в южной части района (Волосковско-Воронинский район) встречены светлые кварцевые пески с прослойями шоколадных и серых песчанистых глин, иногда сильно битуминозных с конкрециями серного колчедана и пиритизированным деревом, с галечниками и конгломератами. Пески местами косослоистые содержат растительные остатки и обломки обугленной древесины. Мощность этих пород, по данным работ В. А. Сыромятникова, достигает 15 м.

В районе Летки и Федоровки (северо-западная часть 107-го листа) выше город, аналогичных описанным Н. Г. Кассиным, встречены темносерые и черные, в нижней части песчанистые глины с фауной нижнего келловея: *Cadoceras elatmae* N i k., *Cad. modiolare*, *Bel. subextensus* N i k., *Belemnites beaumonti* d'Огб., *Bel. cf. panderi* d'Огб. Бат-келловейские слои залегают в центральной части района на большой глубине, обнажаются же они лишь по окраинам Кайской мезозойской мульды, в южной части, в Волосковско-Воронинском районе и на севере у с. Каптола, где, вследствие общего подъема слоев, залегают на более высоких гипсометрических уровнях.

**Келловейско-киммериджская толща.** Непосредственное залегание юрских пород на слои пестроцветной толщи встречено в скважине 72 северо-западной части района. На породы пестроцветной толщи, яи пестрые мергелистые глины зеленого, красного и желтого цветов налегает светлосерый или белый мелкозернистый кварцевый слюдистый песок, сходный по своему характеру с подобным же песком в обнажениях по р. Каме, откуда В. Г. Хименковым указывается *Cadoceras elatmae* N i k.

В скважинах, заложенных несколько далее к востоку, пройдена верхняя часть белого кварцевого песка под серыми волжскими гли-

нами. Средняя часть этой толщи между подошвой и кровлей не пройдена скважинами. Мощность пород, залегающих между пестроцветными и волжскими слоями, достигает 45 м.

Эта толща пород изучена более подробно, насколько это возможно при чрезвычайно слабой обнаженности, в северо-восточной части района. Сопоставление обнажений у с. Лоинского, Каптола и с. Кая (правый берег р. Камы) дает следующую последовательность слоев: на песок желтый, кварцевый, с прослойками серой и шоколадной глины с растительными остатками, обнажающейся у уреза воды р. Камы, близ с. Каптола (северо-восточная часть района), залегают:

К1? 10. Песок кварцевый, белый, с прослойками железистого песка, среднезернистый, с листочками слюды, в нижней части сцементированный окислами железа в рыхлый краснобурый песчаник. Мощность . . . . .	0,45 м
• 9. Глина бурая, плотная, слоистая, тонкопесчанистая, ожелезненная, с железистыми прослойками. Мощность . . .	2,5 "
• 8. Песок яркожелтый мелкозернистый, сильно слюдистый слоистый, частично сцементирован в железистый песчаник. Мощность . . . . .	1,0 "
• 7. Светлосерая тонкопесчанистая глина, грубослоистая, но трещинам ожелезненная, слюдистая с редкими конкрециями серного колчедана. Мощность . . . . .	3,0 "
• 6. Мелкозернистый слюдистый кварцевый песок, местами сцементированный железистыми окислами в глыбый песчаник. В слое встречаются остатки обугленных стеблей растений. Видимая мощность 7,0 м, предполагаемая мощность . . . . .	15—20 .

У с. Лоинского эти пески покрываются голубовато-серой, песчанистой слюдистой глиной с прослойками гравия, с редкими конкрециями серного колчедана и обломками пиритизированного дерева, мощностью 0,60 м, и глауконитовыми песками и песчаниками нижневолжского яруса.

В южной части района сохранились, повидимому, оксфордские, а также и средние келловейские породы. В обнажениях близ р. Черной Холуницы мы наблюдаем самый полный разрез слоев келловейско-киммериджской толщи. Здесь на глинисто-песчаную толщу бат-келловея с растительными остатками налегают следующие породы:

К1. 1. Желтовато-серые и зеленоватые неслоистые пластичные глины, в верхней части содержащие окуглые гальки фосфорита с светлосерой глянцевитой поверхностью, темнеющей от периферии к центру до темносерого, почти черного и темнокоричневого цветов.	
В следней и верхней частях этой глины в изобилии встречены обломки <i>Bel. beaufortii</i> d'Orb., <i>Belemnites</i> sp. Мощность . . . . .	1,5 м
К1. 2. На глинах залегает слой светлосерого следней твердости мергеля, разбитого на отдельные глыбы, промежутки между которыми заполнены серой глиной и фиолетово-серыми песками. В мергеле вспечены обломки <i>Belemnites beaufortii</i> d'Orb. и <i>Cosmoceras</i> из группы <i>jason</i> Reip, позволяющие считать эти отложения среднекелловейскими . . . . .	
• 3. Мергель покрывается сверху коричневой брекчийевидной глиной, в верхней части песчанистой, переходящей выше в белую с желтоватым оттенком пластичную глину. В слое встречаются обломки <i>Rhynchonella</i> sp. Мощность 1,0 .	
К1—Кт. 4. На несогласной поверхности белой глины залегает прослой глинистого железняка красного и желтого цветов. Мощность . . . . .	0,18 "

Выше залегают кварцевые и глауконитовые пески с прослойками серых глин, содержащих *Aucella pallasi* Keys., *A. orbicularis* Hyatt. (Vlg. i. p.).

Севернее описываемого района близ д. Тупосевой и Монастырской на р. Сысоле встречены оксфордские слои, представленные следующими породами (сверху):

Oxf. 1. Зеленовато-серый тонкозернистый глинистый песок с включением красного железистого песка. В нижней части весь слой окрашен в красный цвет, включает окатанные обломки мергеля с ядрами ауцеля, обломки раковин *Gryphaea dilatata* Sow. и обломки разрушенных и полурастворенных ростров белемнитов. Видимая мощность . . . . . 0,55 м

2. Глина темносиняя, песчанистая с обломками *Belemnites* sp. Мощность . . . . . 0,05 .

3. Глина зеленовато-белая, песчанистая, слоистая, местами сильно ожелезненная, включает мелкие зерна зеленой глины и мелкие окатанные зерна зеленых и темных минералов . . . . .

Oxf. 4. Глина яркоголубая, плотная, при окислении переходит в ярко желтую, включает крупные конкреции бурого железняка, внутри которых часто встречаются ядра голубой глины. В слое встречены *Belemnites panderi* d'Orb. обломки *Gryphaea* sp. и железистое ядро *Aspidoceras perarmatum* Sow. Видимая мощность до тальвега оврага . . . . . 0,70 .

Сходные с описанными зеленовато-серые пески встречены в расщелинах на Кашиной горе у с. Кая. Кроме того, на кладбище Кашиной горы найдены *Gryphaea dilatata* Sow.

В основании нижневолжских серых глин на р. Каме у с. Лоинского залегает 10-сантиметровая прослойка, включающая окатанные обломки зеленовато-серого мергеля с ядрами мелких аммонитов (которые Н. Г. Кассин сближает с нижнекиммериджскими), истертые полурастворенные ростры белемнитов и зеленовато-серый мелкозернистый песок, т. е., повидимому, материал размытых, вышеописанных оксфордских слоев. Положение всех описываемых слоев выше пестроцветной толщи и непосредственно под нижневолжскими слоями, а также наличие некоторой фауны, указывает на принадлежность слоев к киммериджским, оксфордским и келловейским отложениям.

Для детального расчленения и нанесения на карту слоев киммериджа, оксфорда и келловея не имеется достаточного количества данных, так как все приведенные выше сопоставления сведены на основании материалов всего четырех обнажений: 1) у д. Волосковой на р. Черной Холуница, 2) у с. Лоинского, 3) у д. Каптол на р. Каме и 4) у д. Тупосевой на р. Сысоле; поэтому всю толщу пород, залегающих под нижневолжскими отложениями, мы называем келловейско-киммериджской. Отсутствие фауны в слоях описываемой толщи в остальных частях района заставляет нас сопоставлять отложения различных участков по литолого-петрографическим признакам, что при относительно небольшом количестве наблюдений, а также при имеющихся фациальных изменениях пород, возможно в пределах лишь приблизительного возрастного определения.

Таким образом, серия юрских пород сложена (снизу):

Bt—K1. 1. Толщей песков с прослойями шоколадных глин с растительными остатками и отпечатками (возможно, имеющую распространение на всей площади района от р. Черной Холуница до д. Каптол на р. Каме).

K1. i? 2. Толщей белых песков с прослойями глин с конкрециями серого колчедана и с *Cadoceras elatmae* N i k., имеющей распространение на севере и залегающей непосредственно под нижневолжскими слоями, на юге же заменяющейся серыми ожелезненными глинами

K1. m. 3. Серыми глинами с прослойями песка и светлосерого нептврдного мергеля с обломками *Cosmoceras* из группы *jason* Reip. и *Bel. beaumontii* d'Orb., распро-

страненными только в южных частях района и отсутствующими в северных

Oxf—Km? 4. Зеленовато-серым песком с прослойми белой или желтой глины с конкрециями бурого железняка. Встречены эти слои на левобережье р. Вятки и на Сысоле, где в них найден обломок *Aspidoceras reticulatum* Sow.

Залегание слоев киммериджско-келловейской толщи отмечено на различных гипсометрических уровнях; наибольшие высоты залегания светлых кварцевых песков (нижнекелловейский) наблюдаются в восточной части района у д. Лозеб (отметка около 179 м над уровнем моря), в юго-восточной у д. Ваниной (184 м), на юге — по р. Черной Холунице (173 м) и на западе в скважине 72 к востоку от Гавриловского починка.

Почти все выходы описываемой толщи приурочены к наиболее высоким уровням залегания их, так как по направлению к оси котловины отметки слоев уменьшаются и они погружаются под мощную толщу более молодых волжских и меловых отложений. Наиболее низкое залегание келловейских отложений отмечено на р. Каме у д. Трушниковской, где светлые кварцевые пески (K1. i) выходят на уровне реки, т. е. на высоте 148 м. К северу залегание кварцевых песков несколько повышается до 8—10 м над уровнем р. Камы.

Общий характер падения слоев келловейско-киммериджской серии, прослеженный в разрезах от починка Гавриловского к востоку — в верховьях рр. Соза и Нырмича, между д. Лозеб и р. Камой у д. Трушниковской, по течению р. Вятки, свидетельствует о том, что келловейский бассейн, замкнутый с трех сторон пермскими поднятиями, имел довольно крутой западный берег, более пологий южный и восточный и углубленную среднюю часть. Углы падения слоев настолько невелики (максимум 2°), что причина такого залегания слоев легко может быть объяснена естественным уклоном морского дна в небольшой полузамкнутой котловине.

Характер осадков описываемой толщи в нижней ее части — песчаные слои, переслаивающиеся глинами с растительными остатками и обломками пиритизированного дерева, свидетельствует об отложениях их в условиях мелководья и близости береговой линии.

Отсутствие материалов не дает возможности судить об осадках центральной, более глубоководной части бассейна.

Отложения верхней части толщи — глинисто-песчаные слои среднего келловея и оксфорда — встречены в южных частях района по р. Черной Холунице и прослежены на севере от с. Кая до д. Куницыной Верхнесысольского сельсовета. В более пониженных внутренних частях котловины эти отложения смыты последующими трансгрессиями, и нижневолжские слои налегают, повидимому, непосредственно на песчаную серию нижнего келловея.

**Волжские отложения.** Немногочисленные обнажения, имеющиеся в районе, в большинстве случаев вскрывают нижневолжские слои, положение которых в рельефе наиболее выгодно для изучения. Нижневолжские отложения слагают склоны водораздела до уровня текучих вод, т. е. наиболее расчлененную и эродируемую часть рельефа. Эти слои обнажаются по р. Каме у с. Лоинского и там же по ручью Виньгород, в ручье близ д. Зайцевской, у д. Половинкиной, Реутовой, Горской; по р. Нырмич у урочища Мукороз, Большой хобот, Сорда; по р. Вятке у урочища Оленьего бора, Лисьего бора, Медвежьего бора; у сс. Гидаева и Кая. Наиболее полную картину напластования нижневолжского возраста дают нам обнажения северного района.

Зона Vlg. i. р. Самые нижние горизонты нижневолжских слоев обнажаются в коренных берегах р. Камы у сс. Лоинского, Каптола и

Кая. Верхние слои выходят в разрезах водораздельных склонов в оврагах д. Зайцевской и д. Половинкиной (Лоинский участок).

Полный разрез нижневолжской серии северного района выясняется из сопоставления этих обнажений.

В основании разреза, непосредственно на серые песчанистые глины с конкрециями серного колчедана и с прослойками крупнозернистого песка и гравия залегают:

Vlg. i. р. Серовато-зеленый кварцево-глауконитовый песок с прослойками глинисто-песчаных битуминозных сланцев, с многочисленными отпечатками *Aucella pallasi* Кеус. и обломками известковых раковин. Мощность . . . . . от 0,50 до 1,90 м

• • • Кварцево-глауконитовый зеленовато-серый песчаник, плотный сцементированный  $\text{CaCO}_3$ , на поверхностях выветривания слоистый, разнозернистый, включающий довольно крупные зерна кварца, кремня и др. пород. Содержит многочисленные ядра *Auc. pallasi* Кеус., *Auc. rugosa* Fisch., *Pavlovia panderi* d'Orb. *Belemnites magnificus*. Мощность . . . . . от 0,7 до 1 м

• • • Кварцево-глауконитовый песок, среднезернистый, с многочисленными известковыми раковинами *Aucella pallasi* Кеус. Мощность . . . . . до 0,5 м

• • • Серая слоистая слабо песчанистая глина с обломками известковых раковин с отпечатками *Aucella*. В нижней части залегает прерывистой прослой светлосерого мергеля с отпечатками *Virgatites cf. zarajskensis* Mich. *Bel. absolutus* Fisch. Мощность . . . . . около 1—2 м

Глауконитово-песчаная серия отложений зоны *Pavlovia panderi* в районе не везде однообразна, по своему строению и мощности. В разрезах по р. Каме между Трушниками и с. Лоинским глауконитовая серия изменяется в мощности от 3 м (у урочища верхнего Камешника) до 0,50 м (в устье ручья Виньгород) за счет сокращения сланценосной серии и выклинивания песчаника. Несколько ниже по р. Каме в обнажениях нижнего Камешника глауконитово-песчанистая серия замещается серыми известковистыми глинами с отпечатками *Virgatites zarajskensis* Mich.

Отложения зоны *Pavlovia panderi* характеризуются во всем описываемом районе присутствием слоя глауконитового песка большей или меньшей мощности. Глауконитовый песок в основании волжских слоев встречен в Прикамском районе, Дедовском районе (скважина 52) и в южной части района на левобережье р. Вятки. Верхняя часть отложений этой зоны в пределах описываемого района фациально изменяется следующим образом.

Битуминозные сланцы, залегающие в основании разреза у с. Лоинского, выклиниваются к северу и не встречены больше в обнажениях вниз по р. Каме ниже с. Лоинского; также отсутствуют битуминозные сланцы и в Дедовском районе (скважина 52), между тем как в районе левобережья р. Вятки битуминозные глины и сланцы залегают над глауконитовыми породами, аналогично последовательности этих слоев в Кобринском районе к западу от Вятского увала.

Горючие сланцы зоны *Pavlovia panderi* Кобринского района (по Кассину) в верхней части содержат отпечатки *Virgatites virgatus* Busch. Повидимому, битуминозная толща района р. Вятки (Волосково и Высоковский) также принадлежит к зоне *P. panderi* в нижней части и *Virgatites virgatus* в верхней.

Такой же непосредственный переход отложений зоны *P. panderi* в отложения зоны *Virg. virgatus* наблюдается и в северной части района: серые плотные глины с прослойками мергеля в обнажениях верх-

него и нижнего Камешников (выше с. Лоинского по р. Каме) в верхних частях содержат отпечатки *Virgatites virgatus* Busch., в нижних же *Pavlovia panderi* d'Orb. Таким образом, отложения серых известковистых и битуминозных глин приурочены к зонам *Virgatites virgatus* и *P. panderi*. Резкая граница между этими отложениями отсутствует.

Условно мы относим к зоне *P. panderi* нижнюю часть толщи глин мощностью 2,5 м, так как на высоте 3 м от нижней границы глин в обнажении Верхнего Камешника был найден отпечаток *Virgatites virgatus* Busch.

Зона Vlg. i. v. Серые известковистые глины зоны Vlg. i. v. имеют значительную мощность — их верхняя граница обнажается в овраге у д. Половинкиной под серыми песчанистыми глинами, содержащими отпечатки *Pavlovia nikitini* Mich. на высоте 186 м над у. м., т. е. на 35 м выше условной границы зон *P. panderi*, *V. virgatus* на р. Каме.

Вся толща Vlg. i. v. состоит из светлосерых известковистых глин с прослойками светлого, желтовато-серого мергеля. Прослои мергеля имеют мощность 15—20 см и лишь иногда в самой южной части района (у д. Слудской на р. Вятке) достигают 0,70 м.

В обнажении на р. Каме в серых глинах Vlg. i. v. над прослойкой мергеля встречены редкие мелкие желваки фосфорита, черные, глинистые, с поверхности источенные сверлящими моллюсками.

В южной части района (бассейн р. Вятки) отложения зоны Vlg. i. v. содержат в нижней части горючие сланцы.

Мощность отложений этой зоны в южной части значительно менее, чем в северной; из сопоставления высотных данных, залегания слоев в обнажениях и буровых скважинах мощность пород зоны Vlg. i. v. в южной части района достигает всего 15—16 м.

Зона Vlg. i. p. В верхней части нижневолжских отложений залегает:

Серая, иногда почти черная, плотная песчанистая глина, слоистая, содержащая многочисленные отпечатки *Pavlovia nikitini* Mich., *Aucella hischeri* d'Orb., *Belemnites lateralis* Phil. В верхней части глины желтовато-серые, в нижней части содержат глыбы мергеля. Общая мощность около 2 м.

В обнажении у д. Зайцевской отложения зоны Vlg. i. p. содержат горючие сланцы, имеющие мощность 0,40 м, и битуминозные глины. Горючие сланцы зоны *Pavlovia nikitini* пролегают к югу от с. Лоинского в дренажной канаве Лоинского фосфоритного рудника и в канаве Козидворского рудника на правом берегу р. Нырмича, где мощность сланцев достигает лишь до 0,15—0,20 м. В буровых скважинах черные битуминозные глины описываемой части нижневолжских слоев пройдены в некоторых случаях (южные кварталы разведки) непосредственно под фосфоритным слоем.

К западу от Лоинского района отложения зоны *P. nikitini* имеют несколько иной характер; они представлены голубовато-серыми плотными глинами, не носящими следов битуминозности и содержащими глыбы серого мергеля с отпечатками *Pavlovia nikitini* Mich. На оставшейся территории района слоев, охарактеризованных руководящей фауной этой зоны, не встречено.

Слои нижневолжского яруса представляют единый комплекс осадков, непрерывно накоплявшихся при более или менее постоянных условиях отложения. Залегание нижневолжских слоев не горизонтально.

Гипсометрический уровень залегания подошвы волжских отложений наиболее высок в восточной части района по правому берегу р. Камы (Лозебский район), где достигает 170 м абсолютной высоты. На такой же, приблизительно, высоте, севернее с. Кая выходят песчаники и мергеля с отпечатками *Aucella pallasi* Key., *Pavlovia panderi* d'Orb.

В средней части водораздела Вятки и Камы волжские слои опускаются на значительную глубину под мощную толщу нижнемеловых отложений.

По данным буровых скважин, верхняя граница волжских слоев залегает в средней части месторождения на высоте 120—110 м.

Верхневолжские отложения встречены в обнажении в д. Горской на р. Каме. Здесь они представлены плотными песчанистыми, светлыми желтовато-серыми глинами с редкими округлыми и мелкими фосфоритами глинистого типа.

В глинах встречены многочисленные *Belemnites russiensis* d'Orb., *Bel. lateralis* Phil. и отпечатки *Cr. cf. okensis* d'Orb., *Craspedites cf. fragilis* Tard. Верхняя часть верхневолжских отложений представлена зелено-вато-серыми вязкими глинами с округлыми некрупными фосфоритами, среди которых большая часть является фосфатными ядрами *Aucella*. В верхней части этой глины в большинстве случаев залегает в виде линзообразных глыб серый песчанистый мергель, включающий большое количество фосфоритных желваков и фосфоритных ядер *Aucella*.

Верхневолжские отложения являются непрерывным продолжением в вертикальном направлении нижневолжских осадков и настолько петрографически сходны с последними, что распознавание этих отложений при чрезвычайной бедности их фауной является весьма затруднительным. Верхневолжские слои, залегающие непосредственно под фосфорито-глауконитовыми слоями валанжина, характеризуются присутствием в мергеле фосфоритных ядер ауцелл, желваков фосфорита и общим характером светлосерой песчанистой глины, отличной от темносерых, почти черных, битуминозных глин верхней части слоев зоны *Pavlovia nikitini*. Последний признак позволяет нам на основании пройденных многочисленных скважин предположить, что верхневолжские слои сохранились лишь в северной части района, тогда как в южной части наиболее молодыми отложениями домелового времени являются слои зоны *P. nikitini* или даже *Virgatites virgatus*.

Однако фосфоритовый слой южных частей района включает фосфоритизированные ядра большей частью верхневолжского типа, а также ядра *Craspedites fragilis* Tard. (Сыромятников), что свидетельствует первоначально о более широком, и даже повсеместном, распространении верхневолжского моря зоны *Garnieria fulgens*.

О более высоких слоях верхневолжского времени судить трудно, за отсутствием данных; однако, факт находки в фосфоритовом желваке *Garnieria aff. calenulatum* Fisch. заставляет высказать предположения о первоначальном присутствии и верхних зон этого яруса, размытых нацело при трансгрессии нижнемелового моря.

#### Нижнемеловые отложения *Cr<sub>1</sub>*

Слои нижнемеловой системы являются наиболее молодыми в общем комплексе слоев исследованного района. Залегая в большинстве случаев на более высоком гипсометрическом уровне, они слагают водораздельные возвышенности бассейна рр. Камы, Вятки и Сысолы.

Обнажения нижнемеловых слоев встречены в районе р. Вятки и р. Нырмица с Севой, у самого уреза воды.

Благодаря тому, что нижнемеловым отложениям подчинены продуктивные фосфоритные слои, залегающие в их основании, весь комплекс пород, включающих фосфорит, а также и залегающих в кровле фосфоритоносной серии, был вскрыт большим количеством разведочных выработок — буровых скважин и шурфов. По данным этих выработок, строение нижнемеловых отложений может быть представлено в следующем виде.

**Валанжинские отложения.** В основании нижнемеловой серии залегает:

W<sup>l</sup>ng. i. 1. «Ауцелловый горизонт». Глинистый глауконитовый песок, темнозеленый, включающий мелкие округлые желваки фосфорита и весьма многочисленные ядра *Aucella terebratuloides* La h. var. *regularis* Pavl., *Aucella bulloides* Pavl., *Auc. crassa* Pavl., *Auc. solida* La h., *Auc. inflata* P., *Auc. uncitoides* P., *Auc. trigonoides* La h. и выше:

W<sup>l</sup>ng. m. 2. Темнозеленый глауконитовый песок, глинистый, слабо-слюдистый, включающий округлые, с шероховатой поверхностью, темносерые желваки фосфорита. Желваки достигают иногда 0,20 м в диаметре, в разломе темносерые. Внутри желваков встречаются ядра *Polyptychites tryptychiformis* Ni K., *Pol. beani* Pavl., *Aucella volgensis* P., *Pol. sizranicus* P., *Pol. petchorensis* Bog., *Pol. bidichotomus* Bog.

Такова схема строения фосфоритоносной валанжинской серии на большей части территории района. В северных частях района близ с. Лоинского и на р. Гудысь фосфоритовый слой разделен одним или двумя прослойками глауконитового песка, лишенного фосфорита. В южных частях строение фосфоритового слоя несколько иное. В принырмичском и прикамском участках главной частью фосфоритового слоя является горизонт, содержащий крупные желваки при незначительном по мощности ауцелловом горизонте. В южной части ауцелловый горизонт занимает, наоборот, большую часть всего слоя и, наконец, в наиболее южных частях на левобережье р. Вятки фосфоритовый слой имеет характер ауцеллового горизонта, т. е. состоит из мелких округлых желваков и многочисленных ядер ауцелл. Виды последних в отличие от видов ауцелл северного района в большинстве случаев характерны для волжских слоев.

В фосфоритовом слое южного района встречены *Auc. gabbi* P., *Auc. subovalis* P., *Auc. subinflata* P., *Aucella jasikovi* P., *Aucella krotovi* P., *Auc. stantoni* P., *Auc. anderssoni* P., *Auc. trigonoides* P., *Auc. surensis* P., *Auc. bononiensis* P., *Auc. fischeri* d'Orb., *Auc. weerthi* P., *Auc. terebratuloides* La h., *Auc. lahuseni* P., *Auc. tenuicollis* P., *Auc. hyatti* P. и окатанные обломки *Craspedites* cf., *fragilis* Tr d. и *Cr. cf. okensis* d'Orb. (Сыромятников, 1929 г.). В районе разведенного участка близ дер. Поповки (левобережье р. Вятки) в шурфах найдены *Polyptychites* aff. *keyserlingi* Reip. и *Pol. cf. polyptychus*. Таким образом, вместе с доказательством валанжинского возраста фосфоритового слоя мы имеем данные о наличии в слое значительного количества материала верхневолжского происхождения. Сходство описанной фауны (аммонитов) с фауной глинисто-песчаной толщи с ископаемыми верхневолжского возраста и именно — наличие одинаковых форм *Cr. cf. okensis* d'Orb. и *Cr. cf. fragilis* Tr d. дает возможность предполагать первоначальное распространение верхневолжского бассейна зоны *Garnieria fulgens* и на левобережье р. Вятки.

В нормальном разрезе фосфоритный слой покрывается толщей темнозеленых и серо-зеленых глауконитовых песков.

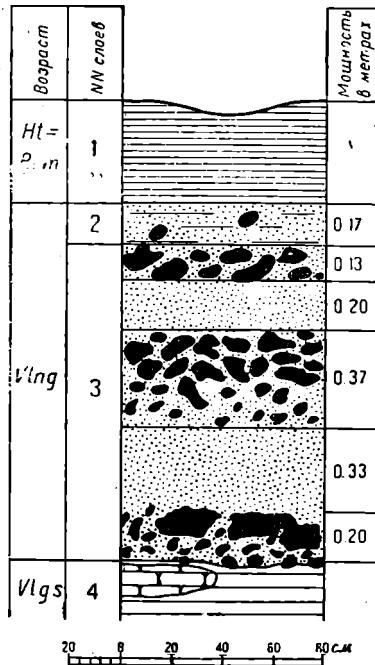


Рис. 5. Фосфоритная серия Лоинского участка.

В песке встречаются отдельные конкреции и гравий фосфорита и так называемые фосфоритные очаги, т. е. уплотненные, слабо сцементированные участки с фосфоритным ядром.

Мощность покрывающего фосфоритный слой глауконитового песка для разных участков различная и колеблется от 0 до 2 м; так, в Вятском районе глауконитовый песок в кровле фосфоритного слоя отсутствует, и на фосфоритный слой непосредственно налегает черная готерив-барремская глина.

То же самое мы наблюдаем на отдельных площадях Лоинского участка. На Созимском, Горшковско-Пьянковском и Нырмичском участках над фосфоритным слоем залегает темнозеленый или серо-зеленый, или, наконец, ржаво-желтый глауконитовый песок. В песке встречаются отдельные гальки и гравий фосфорита. Мощность от 0,6 до 12 м.

Из фауны определены: *Polypychites cf. polyptychus* Bog., *Polypychites cf. petschorensis* Bog., *Aucella crassicollis* Pavl. *A. crassa* P., *A. conforta* P.

Судя по вышеприведенной фауне, глауконитовый песок по возрасту должен быть отнесен к зоне *Polypychites polyptychus* среднего валанжина.

**Готерив-барремские отложения.** Глауконитовый песок, а в некоторых участках фосфоритный слой, покрывается мощной толщей черных, сине-черных, плотных непластичных глин. В этих глинах встречаются в виде линз прослой сидерита, который в условиях атмосферного выветривания превращается в лимонит; кроме этого, в глинах часто встречаются зеленовато-серые прослой пылевидного пирита, включения кварцевого и фосфоритного гравия.

В Нырмичском районе в шурфе № 16 в черной глине встречен прослой глауконитового песка, мощностью до 0,3 м, а в более северном районе буровыми скважинами встречено до двух прослоев глауконитового песка, мощностью до 1,10—1,50 м.

Характерным отличием этих глин от подстилающих их волжских глин является их бескарбонатность.

В нижней части глин почти во всех выработках встречен фосфоритный гравий в виде прослоя мощностью до 0,25 м.

Что касается фауны, то она встречается очень редко. А. В. Хабаков указывает из этого слоя следующую фауну: «обломки крупного, слаборебристого аммонита типа *Simbirskites* и некоторые виды плохо сохранившихся ауцелл из группы *weerthi* Pavl. Возраст этих глин на основании незначительных находок фауны и по аналогии с соседними областями определяется как готерив-барремский.

В более северных районах характер черных глин сохраняется, встречаются те же прослои и включения (сидерит, гравий кварцевый и фосфоритный, пирит), только в подошве мы уже не имеем выдержанного слоя гравия, как это наблюдается в Вятском районе.

Мощность глин довольно значительна, и в центральных частях котловины, по всей вероятности, доходит до 80 м.

Уже самый факт столь широкого распространения однообразной мощной толщи глин, без какого бы то ни было намека на фациальные изменения в краевых частях, говорит за то, что готерив-барремское море занимало, по всей вероятности, большие площади, чем валанжинское<sup>1</sup>. На это имеются некоторые фактические указания в ряде скважин, заложенных по западной границе залежи и к северо-востоку от Дедовского починка, под толщей типичных готерив-бар-

<sup>1</sup> Обломки некоторых белемнитов из черных глин центральной части района приближаются к аптским формам. Не исключена возможность, что верхние части этих глин уже относятся к апту. (Редакция.)

ремских глин фосфоритный слой не встречен, а залегают голубовато-серые известковистые волжские глины.

**Последретичные отложения.** Последретичные отложения в пределах исследованных участков пользуются довольно широким распространением и отличаются по характеру образования. Среди них можно выделить: 1) ледниковые отложения; 2) делювий склонов и элювий коренных пород; 3) аллювий речных долин и оврагов.

**Ледниковые отложения.** Ледниковые образования представлены: а) безвалунными суглинками и в) песчано-галечным материалом.

Желто-бурые и красно-бурые суглинки тонкие до лессовидных, неслоистые, обогащенные в нижней части более грубым песчаным материалом, содержащие редкие гальки, имеют широкое распространение на водоразделах рр. Порыша и Нырмича и Нырмича и Вятки.

Мощность суглинков невелика, в редких случаях достигает 2,5 м, чаще изменяется в пределах 0,5—1,5 м.

В большинстве случаев суглинки подстилаются разнозернистыми глинистыми песками, отделяющими их от коренных слоев. В западной же части района суглинки залегают непосредственно на пестрощетвенных породах или неокомских и юрских глинах. В северо-западной части района на водоразделе рр. Севы, Порыша и Сысолы коренные породы скрыты под песчано-галечными отложениями, желтыми и серыми разнозернистыми песками, с хорошо окатанными кремневыми и кварцитовыми гальками и валунами, достигающими 30—40 см в диаметре. Эти отложения имеют мощность до 7—8 м. Подобные же песчано-галечные слои покрывают коренные породы и в юго-восточной части района. Среди валунов в этих отложениях были встречены кремневые породы с отпечатками *Petalaxis* sp., *Botrophillum* sp., свидетельствующие о происхождении валунов из слоев карбона. А. В. Хабаковым, кроме того, указываются верхнекаменноугольные формы, а именно *Productus* ex gr. *semireticulatus*, *Marginifera timanica* Tsch.

Красно-бурые суглинки являются, повидимому, остатками ледниковых отложений, позднее сильно разрушенных и, по мнению Кассина, содержащих примеси лессовидного материала эолового происхождения.

Лессовидные желтобурые суглинки на основании находок в них костей *Cervus* cf. *elaphus* и слона, близкого к мамонту *Elephas* ex gr. *primigenius* А. В. Хабаков считает образованиями смешанного делювиального и озерного происхождения, отчасти параллельными верхней морене, отчасти несколько более поздними, как может быть вюргскими, так и раннеледниковыми. Таким образом, типичной морены в районе распространения фосфоритной залежи не встречено.

В речных долинах на террасах рек и на склонах водоразделов встречаются отложения делювиального и аллювиального происхождения, петрографический состав которых зависит от размываемых пород.

В пределах описываемого месторождения склоны водоразделов скрывают под делювиальными наносами выходы неокомских и юрских пород.

Делювиальные наносы в большинстве случаев представлены серовато-зеленоватыми глинами, включающими кварцевый и глауконитовый песок и истертые и окатанные фосфориты. Процессами размыва в послеледниковое время прежде всего были захвачены черные готерив-барремские глины, уничтоженные в краевых частях месторождения и сохранившие на водоразделах весьма значительную мощность. На широком пространстве краевых частей месторождения мы находим черные глины уничтоженными и замененными

ледниковых и делювиальными наносами. Фосфоритный слой также имел первоначально значительно большее распространение, о чем свидетельствуют отдельные, вдоль восточной окраины месторождения острова фосфоритного слоя, отделенные от главного месторождения участками размыва, где сохранились лишь более древние породы. Размыв фосфоритного слоя относится к более позднему времени, следующему за размывом черных неокомских глин и, наконец, в области выходов юрских, песчанистых, глин делювиальные слои имеют исходным материалом эти легко размываемые глины.

Аллювиальные отложения — развиты чрезвычайно широко в долинах рр. Камы и Вятки и их притоков. Они занимают обширные пространства речных пойм и представлены песчано-галечными породами, встречающимися главным образом в долинах р. Вятки, а также красновато-бурыми и серыми суглинками. В обоих случаях в разрезах толщи аллювиальных отложений встречаются прослои торфа и погребенных древесных остатков. Древнеаллювиальные косослоистые пески с прослойями галечников достигают значительной мощности — до 10—12 м. Этими песками сложены обширные боровые террасы р. Вятки и частично р. Камы. В других случаях на р. Каме отложения древнего аллювия имеют более глинистый характер, о чем можно судить по их растительному покрову (преобладает ель) и заболоченности. Чрезвычайно густой лесной покров весьма затрудняет распознавание элементов речных долин. Обширные пространства торфяных болот близ р. Вятки — болота Щекино и Дымное приурочены, повидимому, к боровой (второй) террасе. По данным буровой скважины, заложенной на Щекине болоте, в 3 км к северо-востоку от д. Зимовки, слой торфа достигает 3 м. Разведка, произведенная на Дымном болоте, нашупала слой до 4—5 м мощности.

Таков общий характер строения геологической толщи, слагающей район. Неточность определения фауны, вследствие ее плохой сохранности, и отсутствие достаточного количества обнажений не позволяют считать геологию района окончательно выясненной. Значительные толщи немых слоев требуют более детального их изучения — определения их границ как в вертикальном направлении, так и в отношении их первоначального распространения.

### Условия водоносности

В пределах всего исследованного месторождения констатировано два основных водоносных, горизонта, имеющих непосредственное отношение к изучаемой нами фосфоритоносной серии и к покрывающим ее породам.

Первый верхний водоносный горизонт приурочен к контакту неокомских и послетретичных отложений.

Водоносными породами являются послетретичные глинистые пески и галечники; безвалунные суглинки также водопроницаемы по имеющимся в них трещинам, но в значительно меньшей степени.

Водоупорным горизонтом служат плотные сине-черные гетерив-барремские глины.

Этот горизонт, отличаясь большим или меньшим постоянством, в то же время не является значительным. Приток воды при проходке шурфов в летнее (сухое) или зимнее время измеряется всего 100—200 л/час, в осенне, весеннее и дождливое летнее время приток воды удваивается, в засушливое же лето при проходке шурфов не только на прислоновых площадях, но и на водоразделах этот водоносный горизонт почти отсутствует, и мы наблюдаем лишь большую или меньшую влажность пород.

Второй водоносный горизонт приурочен к фосфоритоносной серии, к границе нижнемеловых в верхнеюрских отложений. Водоносным является фосфоритный слой и покрывающий его глауконитовый песок, водоупорным же горизонтом служат мергелистые верхнеюрские глины. Этот водоносный горизонт по наблюдениям в разведочных выработках (главным образом в шурфах) отличается почти повсеместным распространением, и только приовражные, хорошо дренируемые зоны бывают лишены воды. Приток воды в отдельных шурфах отличается значительным колебанием. Максимальный наблюдавшийся приток достигает 4 800 л/час.

Если в кровле фосфоритного слоя отсутствуют готерив-барремские глины (водоупорный горизонт 1-го водоносного слоя), то мы имеем один водоносный горизонт. Залегая непосредственно в фосфоритном слое и покрывающем его глауконитом песке, вода 2-го водоносного горизонта оказывает огромное значение на эксплоатацию месторождения, усложняя ее и удорожая стоимость добываемого фосфорита. Что касается режима воды этого горизонта, то, как мы уже говорили, специальных исследований в этом направлении не производилось, но имеющийся фактический материал по разведке дает возможность сделать некоторые заключения. Водоупорным горизонтом является верхнеюрская глина, которая, будучи в разных участках района в неодинаковой степени размыта, представляет собой в большей или меньшей степени волнистую поверхность с господствующим падением в сторону оси котловины с запада, востока и юга.

Наличие подстилающих фосфоритный горизонт водоупорных волжских глинах ряда понижений и возвышенностей, связанных с неровностями дна юрского и мелового морей, предопределяет поведение грунтовых и подземных вод. Как показали разведочные выработки, дебит воды находится в полной зависимости от местоположения выработки в отношении рельефа подстилающего водоупорного слоя. Выработки, заложенные в низших точках рельефа водоупорного слоя, дают значительно больший приток, чем выработки, расположенные в более верхних частях, а в ряде случаев приходилось наблюдать напорную воду. В общем можно с уверенностью сказать, что поведение подземных вод 2-го водоносного горизонта в полной мере согласуется с поведением кровли водоупорных волжских глин, всяким понижениям в рельефе этих пород будет соответствовать максимальный приток воды и, наоборот, в повышенных участках приток воды минимальный.

Необходимо отметить, что 2-й водоносный горизонт, в отличие от 1-го, не носит локального характера, а распространен повсеместно, за исключением прислоновых частей рельефа. Характер водоносных пород обеспечивает хорошую постоянную фильтрацию воды. Возможность обезвоживания отдельных участков месторождения находится в полной зависимости от рельефа поверхности водоупорного слоя, и успех этой работы будет обеспечен при условии максимального, точнейшего учета всех особенностей его.

В толще, подстилающих фосфоритный слой верхнеюрских отложений, водоносные горизонты встречены в песчаных прослоях в основании волжских слоев (3-й горизонт); в верхней части киммериджско-келловейской толщи (4-й горизонт) и, наконец, в основании киммериджско-келловейских песков (5-й горизонт). Эти водоносные слои были пройдены двумя артезианскими скважинами на территории Верхнекамского рудника в 1934 г. под руководством инж. П. А. Слесарева. В келловейских песках, в наиболее мощном, 5-м водоносном горизонте, установлен фильтр. Скважина в настоящее время эксплуатируется. Дебит скважины 1 л/сек.

## Тектонический очерк

Самые древние отложения в исследованном районе — татарские слои — залегают негоризонтально.

Пестроцветные породы, слагая в западной части района вершины водораздела рр. Кобры и Сумчиной, на остальной плащади исследованного района залегают глубоко, под значительной толщей юрских и нижнемеловых слоев.

Ряд параллельных пологих антиклиналей — так называемых Вятских поднятий, выводящих на дневную поверхность породы казанского и татарского ярусов — являются основными тектоническими элементами на территории 107-го листа 10-верстной карты.

Наибольшие из антиклиналей Вятских поднятий расположены в западной и восточной частях 107-го листа. Антиклиналь, ось которой протягивается от г. Кирова к северо-востоку, проходит к устью р. Солоной и по водоразделу рр. Подрезчихи, Кобры, Сумчиной к верховьям р. Сысолы, т. е. узкой полосой пересекает весь 107-ой лист от южной до северной границы. В восточной части 107-го листа проходит также в меридиональном направлении очень широкая пологая складка. Между этими двумя наиболее значительными складками лежит ряд параллельно расположенных гряд, являющихся как бы смытием восточного склона западной антиклинали.

В юго-западном углу 107-го листа в области наиболее интенсивного поднятия обнажаются породы казанского яруса, в северном направлении происходит погружение более древних пород и смена их последовательно более молодыми свитами казанского и татарского ярусов. В восточной складке на водоразделе р. Камы вятской и Камы пермской такая смена пород не подмечена вследствие слишком малого падения слоев. Складки восточного склона Вятского увала имеют меньшие размеры как по высоте, так и по протяженности. Они погружаются на низкие гипсометрические уровни еще в южной половине 107-го листа, и, таким образом, в доюрском рельфе северной части 107-го листа имеется обширное понижение между Вятским увалом на западе, восточным поднятием на востоке и ограниченное поднятиями, расположеннымными в южной части 107-го листа.

Западный склон котловины, судя по материалам буровых скважин, в районе починка Гавриловского и р. Сумчиной, в верхней части более крут и имеет угол падения  $1^{\circ}13'$ , ниже и к востоку в широтном разрезе уклон западного склона выражается углом  $30'$  и, наконец,  $17'$  (по данным буровых скважин 70, 72, 76, 78 на профиле в 12 км). Таким образом, крутой склон котловины к центру ее постепенно делается более пологим.

Восточный склон весьма пологий, и уклон его измеряется всего несколькими минутами. В северной части также заметен подъем слоев. Наибольшая глубина Кайской мульды расположена ближе к западному краю ее. Ось мульды проходит с юга от верховьев р. Черной Холуницы приблизительно по меридиану р. Елги и направляется на северо-восток к верховьям р. Чудовки и затем к северо-западу и к северу, пересекая р. Нырмич в 15 км от ее верховьев. Дно Кайской мульды, повидимому, весьма волнистое.

В последующие геологические эпохи — верхнеюрскую и нижнекемовую — Кайская мульда являлась заливом, соединенным на северо-западе с проливом Ульяновско-Саратовского прогиба, который простирался «от Ледовитого океана почти до берегов Дона» (Архангельский) [14].

Отложения мезозоя, последовательно выполняя Кайскую мульду, в некоторой степени выравнивали ее неровности, но общий рельеф

мульды имел настолько мягкие очертания, что верхнеюрские и меловые слои полузамкнутого небольшого бассейна, отлагаясь ровным пластом в смягченной степени повторяли рельеф дна мульды.

## Палеогеографический очерк

На основе изучения стратиграфии и тектонического строения Вятско-Камского района мы можем сделать следующие заключения об отношении изучаемого бассейна ко всему Восточноевропейскому мезозойскому бассейну.

**Верхнеюрский бассейн.** После древнекиммерийской фазы герцинской складчатости, результатом которой явилось смятие в складки пермских и нижнетриасовых город и образование «Вятских поднятий», исследованный район, как и большая часть Восточноевропейской плиты, некоторое время был свободен от морских трансгрессий. В течение этого континентального периода, продолжавшегося от нижнего триаса почти до верхнеюрского времени происходило разрушение Вятских увалов и смягчение доюргского рельефа.

Характер слоев, залегающих в основании юрской толщи и называемых нами бат-келловейскими, свидетельствует: 1) о существовании в начале юрской трансгрессии озерных замкнутых бассейнов, в которых откладывались диагонально слоистые пески или песчанистые глины; 2) о сероводородном режиме этих бассейнов, признаком которого являются конкреции  $FeS_2$  и полное отсутствие фауны; 3) о близости суши, которой обязаны своим происхождением древесина и другие растительные остатки. Подобный режим отложения в начале юрской трансгрессии в нижнекелловейское или даже, по мнению Н. Г. Кассина, А. Н. Розанова и др., в докелловейское время существовал в большей части мезозойского бассейна в пределах русской плиты. Подобные отложения указываются разными исследователями в бассейне рр. Лузы (Лутугин), Летки и Федоровки (Кассин), Суры и Пьяны (Розанов), Сысолы (Хименков) и Печоры (Павлов).

Постепенно нижнекелловейский бассейн (на территории Восточноевропейской впадины) принимает более широкие очертания и оставляет более глубоководные осадки.

К западу от Вятского увала, в бассейне рр. Летки и Федоровки, нижний келловей слагается из песчаной нижней части толщи и черных плотных глин в верхней части. В бассейне р. Сысолы, к северу от Вятско-Камского района, к низам отложений зоны *Cadoceras elatmae* Nik. В. Г. Хименков [7] относит песчано-глинистую немую толщу. Верхняя часть отложений этой зоны в Сысольском районе сложена темными глинами с прослойками глауконитовых песков.

Нижнекелловейские слои описываемой толщи в Кайском заливе, — пески с прослойками песчанистых глин, весьма сходны с отложениями этого же возраста по р. Унже, а также с нижней частью келловейской толщи в районах к западу и к северу от Кайского залива. Отсутствие глинистых слоев в верхней части толщи нижнего келловея, как и в Летко-Федоровском и Сысольском районах объясняется, повидимому, более высоким гипсометрическим положением Кайского залива в области Вятских поднятий, обусловившим более мелководный режим бассейна и во вторую половину века.

Углубление и расширение мезозойского бассейна в среднекелловейское время в пределах Восточнорусской впадины отмечается в Кайском заливе отложением желто-серых известковистых глин с *Costoceras ex gr. jason* Rein., сходных с среднекелловейскими глинами северного Сысольского и более южных районов. Однако, подобный характер отложений существовал лишь в южной части Кайского залива, тогда как близ Нырмича и Камы среднекелловейские слои

смыты или же являются частью песчано-глинистой толщи, называемой нами келловейско-киммериджской, т. е., так же как и нижнекелловейские слои, образовались в условиях мелководья.

Верхнекелловейские отложения широко распространены по всей территории Восточноевропейской впадины от бассейна р. Сысолы до Общего Сырта и Мангышлака. Они отсутствуют в области восточного побережья меридионального мезозойского пролива в бассейне р. Суры севернее Ульяновска, Унжи в Костромском районе, а также и к западу от Вятского увала в бассейне рр. Лузы и Федоровки. Повидимому, и Кайский залив остался не захваченным верхнекелловейским морем, так как осадков, сходных с верхнекелловейскими, в Вятско-Камском районе не встречено. Слои оксфорда и киммериджа сохранились лишь в южной части Кайского залива на левобережье р. Вятки и на р. Сысоле в северной части района, где они выражены зелено-вато-серыми, иногда красными глинистыми песками с прослойями железнистых конкреций. На р. Сысоле (Монастырек-Тупосева) в этих слоях был найден обломок *Aspidoceras cf. perarmatum* d'Orb., близ с. Кая *Gryphaea dilatata* Sow., на левобережье р. Вятки также *Gryphaea dilatata* Sow., в прослойке конгломерата в основании нижневолжских слоев Н. Г. Кассиным [9] найдены формы, близкие к *Olcostephanus trimerus* Opp., *Olc. stephanoides* Opp., *Oppelia tenuilobata* Opp., имеющие распространение в зоне *Cardioceras alternans* Buch. Таким образом, вся сумма данных свидетельствует об отложении осадков в течение оксфордского и нижнекиммериджского времени в Кайском заливе и о размытии их последующими трансгрессиями. Весьма вероятно, что временные поднятия, связанные с Восточноевропейской плитой с новокиммерийскими горообразовательными движениями в донижневолжское время, и явились причиной почти полного уничтожения оксфордских и нижнекиммериджских слоев в Кайском районе. Тем не менее по незначительным остаткам этих отложений — глинисто-песчаным слоям, развитым в отдельных участках района, — мы можем предполагать о более мелководном режиме оксфорда в Кайском заливе, чем на всей остальной территории оксфордского бассейна.

Нижневолжская трансгрессия в Вятско-Камском районе, наступившая после перерыва в течение верхнего киммериджа, начала собой второй цикл мезозойских отложений, отличающийся большим постоянством составляющих его слоев и устойчивостью их фаций.

Начиная от наиболее ранних нижневолжских слоев, от зоны *Pavlovia panderi* и до осадков зоны *Pavlovia nikitini* слои волжских отложений носят характер глинисто-мергелистых осадков средней глубины бассейна.

Отложения зон *Pavlovia panderi* и *Virgatites virgatus* широко распространены в пределах Восточноевропейской впадины. Они изучены в районах Подмосковном, Сурском, Унженском и на юго-востоке Европейской части Союза. При сопоставлении нижневолжских отложений центральных областей и исследованного нами Вятско-Камского района мы видим, что в последнем так же, как и на остальной территории, имеются слои глинисто-сланцево-известковистой фации. Сходство состава нижневолжских слоев Кайского залива с синхроничными осадками русской плиты является признаком широкого сообщения Кайского бассейна с общим нижневолжским морем Восточно-русской впадины.

Образование в начале нижневолжского века горючих сланцев свидетельствует о существовании в Кайском заливе, как и в отдельных частях всего нижневолжского моря на русской плите, бассейнов, огражденных подводными барьерами от донных течений (М. Залесский).

Береговая линия Кайского залива в начале нижневолжского времени не была постоянной. О колебаниях ее мы можем судить по составу слоев, слагающих зону *Pavlovia panderi*. Горючие сланцы в обнажениях по р. Каме, переслаивающиеся с мелкозернистым глауконитовым песком и отложившиеся в «некотором удалении от берегов» (А. Н. Розанов), сменяются отложениями разнозернистого кварцево-глауконитового песка с мелкой галькой, образовавшимися, повидимому, в условиях режима береговой зоны.

При мульдообразном залегании нижневолжских слоев, выподняющих Кайскую котловину, можно проследить довольно быструю смену береговых и более глубоководных фаций в нижней части толщи, т. е. слоев зоны *Pavlovia panderi*. Крупнозернистый кварцевый песок с гальками краевых частей бассейна (близ р. Камы) в средних его частях сменяется глауконитовыми песками (Дедовский район) и слоистыми известковыми глинами с битуминозными сланцами (район Воронинско-Высоковский). Смена этой серии осадков весьма постоянными глинисто-известковистыми слоями во вторую половину нижневолжского времени говорит об углублении бассейна и о его расширении, т. е. отступании береговой линии к востоку вглубь водораздела Камы вятской и Камы пермской.

Однако, как и на оставшейся территории волжского бассейна, границы его в Кайском заливе не распространяются далее границ К1—Кт бассейна, и непосредственно подстилающими волжские слои породами повсюду являются келловейско-киммериджские.

Об осадках самой верхней части нижневолжской серии слоев с *Pavlovia nikitini* Mich. (в пределах Восточноевропейской впадины) мы можем судить по весьма незначительным, почти единичным выходам этих пород. Осадки Vlg. i. п. сохранились лишь в бассейне р. Волги от Ульяновска до Хвалынска, близ г. Москвы и в Рыбинском районе.

В этих районах отложения зоны *Pavlovia nikitini* представлены кварцевыми или глауконитовыми песками с конкрециями фосфорита, окатанными гальками фосфорита, фосфоритизированной древесиной.

В изученном Вятско-Камском районе отложения зоны *Pavlovia nikitini* представлены слоями известково-глинистой фации, содержат прослой горючих сланцев и весьма сходны с нижележащими слоями зоны *Virgatites virgatus*. Повидимому, бассейн конца нижневолжского века не отличался по своему характеру от бассейна более раннего волжского времени, так как осадки зоны *Pavlovia nikitini* имеют тот же фациальный состав, что и отложения зоны *Virgatites virgatus*, а отчасти зоны *Pavlovia panderi*.

Таким образом, в то время как на территории Восточноевропейской впадины в век Vlg. i. п. происходило сокращение и обмеление бассейна, в Кайском заливе сохранялся один и тот же режим отложений, дающий известково-битуминозно-глинистые осадки.

Верхневолжские слои, непосредственно и согласно залегающие на нижневолжских в Вятско-Камском районе, представлены глинами *Craspedites fragilis* Tard. и отличаются от нижневолжских песчанистостью, отсутствием битуминозности и светлой желтовато-серой окраской. В этих слоях встречены редко рассеянные мелкие глинистые фосфориты, которые в верхней части слоя образуют некоторое скопление в виде прослойка в глине и в глыбах мергеля. В южной части района верхневолжских слоев не встречено. Валанжинский фосфоритный слой здесь непосредственно залегает на нижневолжских отложениях. Но в фосфоритном слое этого района (левобережья р. Вятки) мы встречаем значительное количество фосфоритных ядер *Aucella jasikovi* P., *A. krotovi* P., *A. stantoni* P., *A. fischeri* d'Orb., т. е. верхневолжских ауцелл, а также окатанные обломки ядер *Craspedites* cf. *fragilis*

Тгд. и *Craspedites cf. okensis* d'Огб. Эти факты говорят о том, что верхневолжские отложения имели значительное распространение в пределах Кайского района, но в нижнемеловую эпоху были разрушены и перемыты в южной части нацело, а в северной лишь частично.

На основании литературных данных можно заключить, что наиболее полно, последовательно всеми тремя зонами, верхневолжские слои представлены в Подмосковной котловине близ г. Москвы и г. Рязани. Верхневолжские отложения на Волге и Унже, а также на Волжско-Свияжском водоразделе, представлены одним слоем, содержащим фауну двух или даже всех трех зон [12]. Характер верхневолжских слоев, смешанность осадков отдельных зон, песчанистость отложений, переход от глауконитовых песков в нижней части к кварцевым, иногда косослоистым в верхней, окатанность фосфоритовых конкреций, выклинивания и островное залегание верхневолжских отложений — свидетельствуют о значительном обмелении верхневолжского бассейна и о сокращении его размеров.

Обращаясь к описываемому нами району, мы видим, что отложения верхневолжского яруса здесь сходны с более южными. Они также фосфоритоносны, сохранились лишь отдельными островами и содержат фауну ауцелл и аммонитов, весьма сходную с фауной центральных областей. Однако, характер этих слоев, глинистость и примесь тонкозернистого песка, присутствие тонкостенных хрупких раковин ауцелл свидетельствует о более глубоководном режиме моря.

Повидимому, к концу волжского периода сокращение и обмеление бассейна, происходило и в северных его частях, но в значительно меньшей степени, чем в южных. Относительно верхневолжских отложений в областях севернее Кайского залива в настоящее время мы не имеем сведений вследствие чрезвычайно малой исследованности этих районов. Коренные верхневолжские отложения, палеонтологически охарактеризованные, отмечены лишь в северной части Вятско-Камского района близ д. Горской. К этим слоям мы относим мергель и песчанистую глину, подстилающие фосфоритный слой и содержащие многочисленные фосфоритные ядра ауцелл, форм, присущих верхневолжскому возрасту. Вследствие малой обнаженности слоев, слагающих район, мы не имеем возможности изучать верхневолжские отложения во всех его участках. Поэтому отнесение верхневолжских отложений Вятско-Камского района к зоне *Garnieria fulgens* является не окончательным. Возможно, что эти слои в Вятско-Камском районе так же, как и в соседних, более южных областях (Волжско-Свияжский водораздел и район р. Унжи) заключают материал и других зон верхневолжского яруса. Тем более, что в фосфоритном слое участка детальной разведки встречено фосфоритное ядро *Garnieria aff. cantenulatum* d'Огб. По материалам отдельных шурfov можно предположить, что отложения верхневолжского яруса сохранились в северной части района, частью на участках детальной разведки и по левобережью р. Вятки. В южных частях района верхневолжские слои сохранились под фосфоритным слоем по краевым частям месторождения и на более высоких отметках, тогда как на более низком гипсометрическом уровне фосфоритный слой залегает на темных глинях нижневолжского яруса.

Верхнеурский бассейн (в пределах Восточно-европейской впадины) при постепенном расширении и углублении его в последовательные эпохи достигает максимального своего развития в киммериджский век, «с которого прекращается поступательный ход трансгрессии и начинается отступление моря» [14]. Повидимому, Кайский залив в течение всего этого времени располагался в области восточной береговой зоны верхнеурского меридионального пролива. След-

ствием эпейрогенических движений и колебаний восточной береговой линии пролива является непостоянство отложений в Кайском заливе, отсутствие верхнекелловейских слоев и почти полное уничтожение оксфордских и киммериджских отложений.

В последующие эпохи (Vlg. i. v. и Vlg. i. p.) верхнеюрский бассейн занимает меньшие пространства, границы же его перемещаются несколько к востоку. С перемещением восточной береговой линии вглубь материка режим Кайского залива становится более глубоководным и постоянным и сообщение его с мезозойским меридиональным проливом более открытым. Вследствие этих причин мы наблюдаем сходство отложений зон *Pavlovia pandei* и *Virgatites virgatus* Кайского и более южных районов.

Начиная со времени отложения осадков зоны *Pavlovia nikitini*, мы вновь отмечаем иное строение этих слоев в Кайском заливе, чем в более южных областях. Повидимому, влияние отступания моря сказалось прежде всего в Московско-Ульяновском и Костромском районах, тогда как в северной части бассейна в Кайском заливе условия отложения сохраняются те же, что и в эпоху *Virgatites virgatus*. Изменения режима отложения в Кайском бассейне в сторону обмеления бассейна приурочены к верхневолжскому времени, в осадках которого мы встречаем примесь песчаного материала и скатанные желваки фосфорита.

**Нижнемеловой бассейн.** Характер залегания нижнемеловых отложений на подстилающих их волжских глинах различен в отдельных частях Вятско-Камского района. В северных участках (Лоинский, Гидаевский, Гилевский и по р. Нырмичу) верхневолжские отложения связаны постепенным обогащением глинистых слоев глауконитом с глинисто-глауконитовыми породами валанжина. При этом наличие нижневолжской фауны (Н. Г. Кассиным отмечены *Craspedites*, cf. *analogus* Bog., *Craspedites* cf. *tzikwineanus* Bog., *Cr. cf. Kazakovianus* Bog. в мергелях, подстилающих фосфоритный слой, делает весьма вероятным предположение об отсутствии перерыва между верхневолжскими и нижнемеловыми отложениями. Несколько иные соотношения наблюдаются в южной части района, где нижний горизонт фосфоритной серии залегает на размытой поверхности верхневолжских слоев или даже на темных нижневолжских глинах и вместе с желваками фосфорита, содержащими ядра *Polyptychites*, включает фосфориты и фауну верхневолжского происхождения.

Сопоставление всех данных приводит к выводу, что в северной и средней частях бассейна, сообщающихся в северо-западной части с общим мезозойским бассейном, и, быть может, более углубленной, в волжско-меловое время происходило непрерывное отложение осадков.

Волжские отложения, по данным наблюдений, занимают большие площади, чем нижнемеловые. Поэтому вследствие того, что нижнемеловой бассейн охватывал меньшее пространство, южная, более замкнутая часть Кайской мульды, покрытая волжскими осадками, являлась береговой зоной и подвергалась абрадирующему воздействию постепенно расширяющегося нижнемелового моря. В валанжинское время, повидимому, происходило колебание глубины бассейна, имевшее результатом при углублении прекращение фосфоритообразования и отложение тонкозернистых глауконитовых песков в более глубоких частях бассейна, при обмелении же — появление в прослоях фосфорита обломков стволов деревьев, следов источенности моллюсками и отдельных хорошо отшлифованных галек. Такие колебания отразились на схеме строения фосфорито-глауконитовой серии валанжина лишь севернее р. Нырмича (участки Сординский, Лоинский), тогда как в остальных частях района они имели меньшее значение и

не мешали, повидимому, непрерывному фосфоритообразованию. В то же время в береговой зоне такие колебания и являлись причиной почти полного размыва (левобережье р. Вятки) верхневолжских слоев и обогащения валанжина волжскими фосфоритами и фауной.

В эпоху отложения слоев с *Polyptychites polyptychus* существовали, повидимому, более постоянные условия осаждения. В более позднее — готерив-барремское — время расширение бассейна продолжается, и в западной, окраинной части Кайской мульды слои простираются за границу распространения глауконитовой серии валанжина, налегая непосредственно на волжские слои.

Режим валанжинского бассейна постепенно изменяется в готерив-барреме. В начале этого века глауконитообразование периодически прекращается, о чем свидетельствует переслаивание глауконитового песка и черных глин и существуют иные условия фосфоритообразования — в готерив-барреме мы находим мелкий глянцевый фосфоритный гравий, крупные желваки отсутствуют. Глянец гравия является отнюдь не следствием полировки материала при окатывании, так как очень часто встречаются угловатые, неоглаженные, но глянцевитые зерна. Постепенно режим бассейна теряет все черты сходства с валанжинским. Наступают, повидимому, условия сероводородного брожения, вследствие чего почти нацело уничтожаются органические остатки, и глины приобретают черный цвет от примеси двусернистого железа ( $FeS_2$ ).

Такая картина отложения осадков нижнемелового времени в Кайском заливе вполне соответствует условиям отложения осадков на всей территории мелового бассейна на русской платформе. Начало нижнемеловой трансгрессии на территории Восточноевропейской впадины падает на самую границу юры и мела «трансгрессия продолжается и в валанжинский век и достигает своего максимума к началу отложения слоев с *Simbirskites versicolor*» [14]. На площади, охваченной трансгрессией, накапливаются осадки терригенного типа: в валанжине — песчанистой или глауконитовой фации, в готерив-барреме — глинисто-песчаной или глинистой. При этом более глубоководные отложения валанжинского возраста — глинистый глауконитовый песок с фосфоритами глинистого типа, — сходные с описываемыми нами отложениями в Вятско-Камском районе, отмечены лишь в бассейне р. Суры (Чувашской АССР). Южнее близ Сызрани валанжинский слой представлен глауконитовым песчаником и слоем песчанистых фосфоритов. В б. Рязанской губернии валанжин слагается также кварцевым песком с малой примесью глауконита и песчанистыми фосфоритами. В Костромском районе на рр. Унже и Волге (близ Кинешмы) валанжин представлен мергелистной глинисто-песчаной оолитовой породой с редкими глинистыми фосфоритными желваками, весьма сходными с верхневолжскими, и выше — толщей бурого мергелистого оолитового песчаника (мощность 1 м), иногда слабо фосфоритизированного.

Всюду валанжинские отложения отличаются присутствием фосфоритов и глауконита, причем образование фосфоритов в Кайском районе наиболее интенсивно происходит именно в валанжине и приурочено к зоне *Polyptychites keyserlingi* В о г., затухает же в верхних его частях: в слоях с *Pol. polyptychus* фосфориты редки. В более южных районах, в бассейне Унжи, — в Рязанском и Сызранском, наиболее интенсивное фосфоритообразование происходит главным образом в верхневолжское время. Более близки условия образования осадков в бассейне р. Суры (Чувашская АССР), где верхняя часть фосфоритового слоя образовалась в валанжинское время *Ving. i. m.* Таким образом, область бассейна р. Суры и Вятско-Камский район в валанжинское время имели сходные условия и располагались, повидимому, в наиболее глубокой части бассейна, тогда как более южные и восточ-

ные районы — Костромской, Рязанский и Сызранский — имели режим более мелководных краевых частей бассейна. Почти те же соотношения наблюдаются в распределении на территории русской платформы готерив-барремских отложений, которые в наиболее глубоководной фации в виде однородных черных глин развиты в бассейне р. Суры и севернее в Вятско-Камском и Печорском районах, тогда как в Подмосковном, Рязанском, Ульяновско-Сызранском районах готерив-барремские слои сложены толщей песков, песчаников и в верхней части глин, т. е. более мелководными образованиями.

Черными готерив-барремскими глинами завершается комплекс известных в настоящее время слоев, слагающих район. Природные условия — залесенность и заболоченность обширных водораздельных пространств между рр. Вяткой и Нырмичем и севернее Нырмича — препятствуют изучению наиболее высоких частей рельефа, где мы, возможно, могли бы встретить более молодые слои.

### Полезные ископаемые

Среди полезных ископаемых исследованного района первое место занимают фосфориты, которые и были главным предметом изучения. Остальные полезные ископаемые в силу природных свойств и характера залегания, имеют меньшее значение. Среди них могут быть отмечены горючие сланцы, железные руды, серный колчедан, мергель, торф, глины и пески.

Горючие сланцы приурочены к волжским слоям. Наиболее значительные по мощности и лучшие по качеству прослои горючих сланцев залегают в верхах зоны *Pavlovia panderi* и в нижней части зоны *Virgatites virgatus*. Толща пород, содержащих сланцы, представлена темносерыми битуминозными слабо известковистыми глинами с редкими конкрециями серного колчедана. Сланцы темнобурого цвета, глинистые, тонкослоистые.

Общая мощность сланценосной серии около 2 м, иногда несколько больше. Глубина залегания от 7 до 80 м. Распространение этой серии отмечено в бассейне р. Вятки в Высоковском и Волосковско-Воронинском участках, т. е. в южной части месторождения.

Качество сланцев невысокое, они отличаются значительной зольностью, доходящей до 67—70%. В северной части района фациальный состав волжских слоев несколько изменяется, и описываемая сланценосная серия на границе отложений зон *Pavlovia panderi* и *Virgatites virgatus* отсутствует. Незначительные прослои битуминозных сланцев в северном районе встречены в основании отложений зоны *Pavlovia panderi*. Эти сланцы весьма песчанистые, с примесью глауконита, рассыпающиеся, тонкослоистые, темнобурого и зеленоватого цветов. Они переслаиваются глинистым, глауконитово-кварцевым серо-зеленым песком. Мощность всей серии около 0,9 м. Анализ этих сланцев показывает значительную их зольность, доходящую до 77%. Площадь распространения глауконитовой битуминозной серии указана быть не может, так как она обнажается при самом низком уровне р. Камы (у урочища Верхний Камешник) в основании волжских слоев, в остальных же частях района залегает глубоко под толщей волжских и нижнемеловых слоев и иногда больше не обнаружена. И, наконец, серия битуминозных сланцев и глин, приуроченная к отложениям зоны *Pavlovia nikitini*, встречена в северной части района близ с. Лоинского у д. Зайцевской. Горючие сланцы этой зоны глинистые, темнобурые, тонкослоистые, мощность их не превышает 0,40 м, и часто снижается до 0,20 м. Эта серия отличается своим непостоянством, смешной слоев битуминозной фации в горизонтальном направлении мергельно-глинистыми слоями и залегает под толщей неокомских слоев.

Суммируя все имеющиеся данные, необходимо отметить, что наибольшее значение имеет сланцевосная серия, залегающая на контакте зон *Pavlovia panderi* и *Virgatites virgatus*. 2—3-метровая мощность, и значительная площадь распространения привлекают к этой серии большее внимание, чем к двум остальным, имеющим весьма малую мощность.

С качественной стороны горючие сланцы могут быть охарактеризованы следующими показателями (табл. 3).

Анализ горючих сланцев (в %)

Таблица 3

	Деревня Трушники	Деревня Воронье	Река Кобра	
Влажность . . . . .	2,80	5,36	8,30	7,04
Летучие вещества . . . . .	19,11	30,23	63,80	56,66
Кокс зольный . . . . .	78,09	64,13	27,20	36,30
Зола . . . . .	77,58	62,06	18,45	22,50
Сера . . . . .	1,16	1,33	4,56	—

Железные руды имеют промышленное значение в соседних районах, непосредственно примыкающих к описываемому. В пределах изученного района эти отложения отсутствуют, и железные руды встречаются лишь в аллювиальных отложениях в виде болотных руд, причем имеют незначительную мощность (0,10—0,20 м) и гнездовое залегание. В нижнемеловых черных глинах железные руды представлены прослоем сидеритового мергеля, также весьма незначительной мощности (0,15—0,20 м), с прерывистым распространением. На р. Вятке у урочища «Нижнерудное» прослой сидерита достигает мощности около 0,60 м и залегает на 1 м выше уровня реки. По словам старожилов, раньше сидерит здесь разрабатывался штольней для Кирсинского завода.

Серный колчедан ( $FeS_2$ ) встречается в виде конкреций, сростков и мелких кристаллов почти во всей толще мезозойских пород района. Большое количество конкреций и сростков залегает в надрудной полуконтинентальной толще (обнажение у урочища Ожмегово). Сростки достигают значительной величины, они имеют разнообразную форму — шаровидную, округлую, плоскую и т. д. У урочища Ожмегово на р. Каме они сильно песчанисты, включают мелкие и крупные гальки, представляя собой иногда конгломерат. Залегают конкреции и сростки рассеянно, в песках и глинах обнажающейся здесь надрудной толщи и, вымытые рекой, образуют значительные скопления на бичевнике. По Н. Г. Кассину, «конкремции серного колчедана с урочища Ожмегово на р. Каме содержат Fe 38,86%—44,5% и около 15% нерастворимого остатка».

Значительно меньшее количество конкреций серного колчедана залегает в глинах киммериджско-келловейской толщи. Опробование светлосерых глин, подстилающих глауконитовые пески зоны *P. panderi*, дало всего 90 кг/м<sup>3</sup> колчеданистых конкреций. Конкремции мелкие, разнообразной формы. По Н. Г. Кассину, в конкрециях, залегающих в глинах зоны *Cadoceras elatmae*, нижневолжских и других слоях, содержание S поднимается до 50—52%».

Мергеля залегают отдельными, незначительной мощности, прослойями в глинах волжского яруса. Выходы мергеля известны на р. Каме у д. Трушниковской, где он залегает в волжских глинах двумя прослойями по 0,20 м мощности, и на р. Вятке у урочища Медвежий бор. Выше по р. Вятке у д. Ваниной мергель имеет мощность около 0,7 м, добывается в штолнях близ р. Сосновки и идет в качестве флюса на Кирсинский metallurgический завод.

Глины, пески, песчаники. Глины, имеющиеся в большом количестве среди юрских, меловых и послетретичных пород исследованного района, еще очень мало изучены в отношении их технологии. Огнеупорные глины, приуроченные к келловейской толще, добывались с поверхности (кустарным способом) в районе Верховского сельсовета в 10 км к югу от Кирсинского завода. В настоящее время добывные работы на глины здесь не ведутся.

Прослой белой отнеупорной глины залегает в нижней части толщи Кт—К1. Что глина употребляется местными горшечниками на выделку посуды. Анализ ее, приводимый Н. Г. Кассиным, следующий:  $\text{SiO}_2$  — 59,58%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 18,00%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 6,62%,  $\text{CaO}$  — 0,65%,  $\text{MgO}$  — 1,18%. Потеря при прокаливании 8,23%,  $\text{H}_2\text{O}$  — 8,62%,  $\text{TiO}_2$  — 0,80%.

Красно-бурые ледниковые глины употребляются местными жителями для печей.

Для строительных целей могут быть использованы келловейские и послетретичные пески. Песчаников в районе мало. В качестве бутового камня в незначительной степени используются глауконитовые известковистые песчаники зоны *Pavlovia panderi*.

Торф. Значительные залежи торфа на обширных притеррасовых болотах Камы и Вятки начали исследоваться специальными работами недавно. По данным последних разведок, залежи торфа имеются в Щекине болоте, между дд. Воронье и Зимовка и на Дымном болоте, к северо-востоку от Кирсинского завода. Можно предполагать значительные залежи торфа на правобережье р. Камы, где болота занимают весьма обширные пространства.

Работами 1931 г. установлено, что калорийность торфа Дымного болота доходит до 3 500—3 600 кал, при 2—3% зольности.

## Фосфориты

### Описание продуктивных и непродуктивных горизонтов

В главе о стратиграфии мы уже частично касались фосфоритов, здесь же более подробно остановимся на этом вопросе. Начиная со среднего келловея и кончая готерив-барремскими отложениями, мы в той или иной мере встречаемся с явлением фосфоритоносности пород.

В разрезе по р. Черной Холунице на толщу нижнекелловейских песчаных отложений налегают желтовато-серые и зеленовато-серые пластичные глины, в верхней части содержащие округлые гальки фосфорита с светлосерой глянцевитой поверхностью; от периферии к центру окраска постепенно темнеет и становится почти черной.

Выше по разрезу отдельные гальки фосфорита встречаются в глинах нижневолжского яруса зоны *Virgatites virgatus*.

В обнажении на р. Каме в серых глинах зоны *Virgatites virgatus* над прослойком мергеля встречены редкие мелкие желваки фосфорита, черные, глинистого типа, с поверхности источенные сверлящими моллюсками.

Глины нижневолжского яруса постепенно переходят в глины верхневолжского яруса. В верхней части эти последние содержат довольно значительное количество некрупных с светлосерой коркой желваков фосфорита и ядра фосфатизированных ауцелл. Как известно, в верхней части этих глин залегает прерывистый прослой мергеля, в котором также имеются гальки фосфорита. Часть фосфоритов верхневолжского яруса при нижнемеловой трансгрессии была вымыта из глин, вторично отложена в виде слоя струженных желваков, и в настоящий момент составляет нижнюю часть продуктивного слоя. Последнее замечание относится большей частью к Вят-

скому району. Упомянутые выше отдельные фосфориты в отложениях среднего келловея, нижнего и верхнего волжских ярусов — практического значения не имеют, и потому подробно на них не останавливаемся.

Промышленное значение имеет фосфоритный горизонт, приуроченный к границе юры и нижнего мела.

В результате геолого-поисковых и разведочных работ границы фосфоритоносной залежи Вятско-Камского месторождения оконтурены со всех сторон, за исключением крайней, северо-западной, части, где граница остается открытой.

Самая южная точка фосфоритной залежи находится у р. Лобазной (правый приток р. Черной Холуницы).

Юго-западная граница идет по правому берегу р. Черной Холуницы в некотором удалении от реки. От д. Волосковы западная граница идет вдоль тракта д. Поповка — Чернохолуницкий завод. От д. Поповки граница залежи поворачивает к северо-востоку и, перейдя р. Елгу, приток р. Вятки, почти в меридиональном направлении протягивается вдоль правого берега р. Елги. Переходя р. Вятку у устья р. Березовки, граница залежи продолжает идти в северном направлении вдоль правого берега р. Березовки по левому склону водораздельного плато между правыми притоками р. Вятки — рр. Сумчиной и Березовкой. Дойдя до водораздела рр. Сумчиной и Соз, граница залежи несколько поворачивает к северо-востоку и идет вдоль правого берега р. Соз (приток р. Кобры), вплоть до северной границы планшета О-39-20 масштаба 1 : 100 000 международной нарезки. (Водоразделы рр. Нырмича, Соза и Сысолы). На северо-западе фосфоритная залежь не оконтурена.

От р. Лобазной в направлении к северо-востоку граница залежи пересекает водоразделы рр. Черной Холуницы, Елги и Черной и поднимается к северу вдоль р. Черной. Не дойдя нескольких километров до починка Зимовки, что на Кайском тракте, залежь уходит под тальвег долины р. Черной и уже по правому ее берегу спускается снова к югу. Не дойдя до широты своей южной точки у д. Лобазной 6—8 км, граница залежи опять поворачивает сначала к северо-востоку, а потом к северу и идет вдоль левого берега р. Плоской (левый приток р. Вятки). Через р. Вятку граница залежи переходит несколько ниже устья р. Плоской и отсюда в северо-восточном направлении идет сначала по водоразделу рр. Вятки и Камы, а дальше вдоль левого берега р. Камы до верховьев р. Комыч (приток р. Порыш). Северная граница залежи проходит по левому склону водораздела рр. Нырмич и Порыш и, дойдя до западной границы планшета О-39-9, уходит в пределы неисследованного планшета О-39-8. Необходимо отметить, что граница залежи в верхней части водораздела рр. Черной и Плоской благодаря отсутствию естественных обнажений и выработок проведена условно.

В пределах этих границ фосфоритный пласт имеет сплошное распространение, и лишь по окраинам залежи встречаются участки или так называемые «острова», отделенные от общего массива размывом.

Характер фосфоритного слоя не вполне однообразен и в отдельных частях района претерпевает некоторые изменения. Выше была уже отмечена возможность разделения фосфоритного слоя на 2—3 самостоятельных прослоя. При макроскопическом рассмотрении отдельных компонентов слоя представляется возможным выделить следующие разности фосфорита.

1. Черные, плотные, с глянцевитой поверхностью, со следами истирочности фоладами.

2. Темнокоричневые, крупные с окатанной, но шероховатой поверхностью.

3. Крупные желваки фосфорита темнозеленой окраски, шероховатые, песчанистые.

4. Цемент слоя.

При просмотре этих разностей в бинокуляр мы обнаруживаем между ними большое сходство, несколько выделяются лишь фосфориты с глянцевитой коркой: все они ячеисты, во всех легко можно видеть отдельные зерна глауконита и все они имеют полное сходство с включающей их породой. Что касается желваков с глянцевитой коркой, то они также пористы, но поры их значительно меньше, окраска более темная и песчанистость их менее заметна; в отношении содержания  $P_2O_5$  мы также имеем довольно сходные показатели. В табл. 4 даны химические анализы отдельных желваков фосфорита из разных горизонтов Нырмичского участка.

Таблица 4

Характеристика образца	Содержание $P_2O_5$ , %
Фосфоритная галька с белой коркой снаружи .	27,12
Фосфоритная галька окатанная . . . . .	26,12
Фосфоритная галька из подстилающей глины .	27,14
Ядро из крупного желвака фосфорита . . . . .	29,55
Наружная часть крупного желвака фосфорита .	22,44

Данные химических анализов подтверждают наши макроскопические наблюдения. Из этих весьма незначительных по объему наблюдений можно сделать следующее заключение: 1) фосфоритный слой состоит из желваков, залегающих на месте своего образования и только в нижней части слоя имеются гальки фосфорита, вымытые из подстилающих слой верхневолжских глин; эти фосфориты, как и часть фосфоритов валанжинских должны быть отнесены к глауконитово-глинистым разностям, характеризующимся малым содержанием  $R_2O$  (1—2%), содержанием  $MgO$  не более 1%,  $R_2O_3$  до 3—5% и небольшим содержанием  $SiO_2$ . Фосфориты верхней части продуктивного фосфоритного горизонта больше подходят к глауконитовому типу фосфоритов, характеризующемуся содержанием щелочей до 3%,  $MgO$  около 1,2%, полуторных окислов от 4 до 12% и кремнекислоты от 19 до 33% (классификация по А. Д. Архангельскому) [13].

Залегающий над промышленным фосфоритным слоем глауконитовый песок включает отдельные редкие конкреции фосфорита с содержанием  $P_2O_5$  до 24%. Последние промышленного значения не имеют вследствие их незначительного количества, по той же причине не имеют промышленного значения прослойки фосфоритного гравия, хотя содержание  $P_2O_5$  в нем доходит до 27%.

#### Условия накопления и вероятное распространение фосфоритной залежи

Столь значительное скопление фосфатного материала на границе юры и мела естественно ставит вопрос об источнике фосфорной кислоты.

По существующим в настоящее время воззрениям таким источником является главным образом фосфорная кислота животного и растительного происхождения и, конечно, не исключена возможность участия в этом фосфорной кислоты чисто минерального происхождения.

Н. Г. Кассин [9], разбирая вопрос о происхождении вятско-камских фосфоритов, приходит к заключению, что источником  $P_2O_5$  служили животные, мягкие части которых содержат  $P_2O_5$ . Для образова-

ния такого количества фосфорной кислоты необходимо допустить массовую гибель животных. Причиной такой гибели могут быть самые разнообразные обстоятельства, связанные с изменением жизненных условий этих животных. Изменения эти могут произойти при нарушении равновесия моря — регрессии и трангрессии, при изменении температуры, солености, при встрече холодных и теплых течений и др.

А. Д. Архангельский [13] образование фосфоритных слоев ставит в связь с перерывами и со следами нарушений равновесия моря, которые несут гибель огромному количеству организмов, населявших бассейн.

Д. Наливкин [11] считает, что фосфоритово-глауконитовые отложения являются глубоководными и обязаны своим образованием сильным течениям. Крайняя точка зрения Наливкина вряд ли может быть приложима ко всем месторождениям фосфоритов, но нет сомнения, что течения играют огромную роль в образовании фосфоритных слоев.

А. Н. Розанов [12], много работавший по исследованию фосфоритов, по типу их образования выделяет следующие категории:

1. Одиночные, редко рассеянные конкреции фосфоритов образования *in situ*.

2. Фосфоритный слой, представляющий основной конгломерат по отношению к вышележащей толще и состоящий из желваков, находящихся во вторичном залегании.

3. Скопление фосфоритных конкреций, не носящих признаков вторичного залегания. Характерной особенностью фосфоритных образований этого типа является масса органических остатков, переполняющих породу и быстрая смена фауны при переходе к вышележащим слоям. Причиной такого скопления является изменение биогенных условий, вызвавшее массовую гибель организмов.

4. Фосфориты, генетически связанные с морскими течениями. Характерной особенностью образований этого типа является: а) полусовое распространение, б) отсутствие перерыва в отложении осадков, так как отлагавшиеся осадки размывались течениями, что не влияло на концентрацию фосфоритовых прослоек.

5. Тип фосфоритных образований, выделенный А. Н. Розановым условно, — это оригинальное образование фосфоритов в рязанском горизонте у д. Борвихи (б. Звенигородский уезд) на месте отмирания колониальных пелеципод.

К какому же из перечисленных типов по условиям образования могут быть отнесены фосфориты Вятско-Камского района? Выше мы уже указывали, что, разделяя условно фосфоритный слой на горизонты, мы замечаем в то же время и действительную разницу между компонентами отдельных частей слоя. В нижней части, кроме обычной зеленовато-коричневой фосфатной разности (цемент слоя), мы имеем окатанные, плотные, черные на изломе, желваки фосфорита и ядра фосфатизированных ауцелл, в верхней же части преобладание получают желваки зеленовато-коричневой окраски, шероховатые с поверхности и с плотным коричневым ядром внутри. Необходимо упомянуть, что нижняя часть слоя фосфатным цементом сцементирована в плиту, в верхней части, вмещающей фосфоритные желваки, породой является глауконитовый песок, который на большой площади района не только покрывает слой, но в виде отдельных прослоев встречается среди вышележащих черных глин, причем в глауконитовом песке имеются отдельные конкреции фосфоритов и мелкий гравийный фосфатный материал, отчего вся порода на  $P_2O_5$  дает до 6%.

Таким образом, мы имеем непрерывный процесс накопления фосфоритного материала, начиная с верхневолжских отложений и кончая

готерив-барремскими глинами, в которых в виде отдельных прослоев встречается гравий фосфорита. Окатанные желваки фосфорита нижней части слоя являются основным конгломератом, образовавшимся благодаря размыванию волжских слоев наступающим нижнемеловым морем. Главный фосфоритный слой, отдельные желваки фосфорита в глауконитовом песке относятся к категории залегающих на месте своего образования и, наконец, гравий фосфорита, встреченный в глауконитовом песке, а главным образом в черной глине, своим образованием, возможно, обязан течениям.

Первая стадия формирования фосфоритного слоя связана с началом нижнемеловой трансгрессии и первыми компонентами слоя явились фосфориты, вымытые из верхневолжских отложений и вторично переотложенные. В нижней части слоя найдены окатанные кремневые гальки. В дальнейшем процесс слоебразования продолжался за счет фосфатового материала нижнемелового моря; накопление осадков в различных частях моря было неодинаково, в результате чего мы имеем колебания в мощности слоя, различную его насыщенность желваками, неоднородность состава осадков, наличие нескольких прослой глауконитового песка и пр.

Что касается площади распространения фосфоритного слоя, то в настоящий момент уже большая часть месторождения оконтурена, и на основании проделанных работ можно с большей или меньшей уверенностью утверждать, что современные северо-восточная, южная и, отчасти, западная границы распространения залежи едва ли многим отличаются от первичных границ, и только восточная находится в 12—15 км к востоку. Неоконтурены северо-западная и отчасти северная границы, по всей вероятности, являются тем проливом, по которому Кайский залив сообщался с северным и среднерусским морем.

#### Методика разведочных работ

Еще в 70-х годах прошлого столетия были сделаны отдельные попытки, направленные к выявлению запасов фосфоритов СССР; правда, эти исследования не носили систематического характера, тем не менее и тогда уже было выяснено, что у нас имеются огромные запасы фосфоритов, но качественная и количественная характеристика их оставалась не разрешенной.

В настоящее время Научный институт по удобрениям и инсекто-фунгисидам подробно разработал методику учета качественной и количественной сторон фосфоритных месторождений. Весь цикл работ, связанных с определением практического значения того или иного месторождения фосфоритов, складывается из следующих этапов: 1) геолого-поисковые работы, 2) детальная разведка, 3) пробная эксплоатация.

Полученный в результате полевой работы материал подвергается всесторонней камеральной обработке — вычерчивание топографических планшетов, геологических колонок и профилей, рельефа слоя; на планшете в окончательном виде наносятся обработанные данные разведки — буровые скважины, шурфы, проводятся границы «зон вскрыши» над фосфоритным слоем. Для Вятско-Камского месторождения принято такое зональное деление: до 3 м, 3—6, 6—10, 10—15 и  $> 15$  м. Основанием для такого деления явились следующие соображения: вскрыша «пустых» пород мощностью до 3 м — практически легко осуществимая задача при использовании мускульной силы; зона 3—6 м — проектная для таких же работ, мощность «пустых» пород до 10 м осваивается экскаваторами, от 10 до 15 м — проектно допустимая мощность для работы экскаваторами и, наконец, зона

с глубиной залегания фосфоритного слоя больше 15 м идет уже под подземную добычу. Подсчет запасов произведен по зонам вскрыши и по планшетам. Основным методом для подсчета запасов являлся — среднеарифметический, т. е. вычислялась среднеарифметическая продуктивность мытого концентрата по шурфам, площадь фосфоритной залежи подсчитывалась планиметрически «по зонам вскрыши» и путем перемножений зональных площадей на среднюю продуктивность получался запас. Так как шурфы располагались исключительно в зонах с глубиной залегания фосфоритного слоя до 12 м, то данные опробованных частей планшета экстраполировались на неопробованные части, если же на планшете, благодаря слишком глубокому залеганию, совсем не было опробовательных выработок, то подсчет запасов на нем производился по средней продуктивности соседних планшетов. Кроме подсчета запасов по средней продуктивности по планшетам, производился подсчет по средней продуктивности для всего участка. По разведкам 1930 и 1931 гг., кроме подсчета запасов вышеописанному методу, в качестве контроля производился подсчет запасов тоже по среднеарифметическому, но с учетом данных по буровым скважинам (этот метод неправильно назван объемным). Вычисление продуктивности по второму варианту производилось следующим образом: вычислялась средняя продуктивность по шурфам того или иного планшета, затем вычислялась средняя мощность слоя по тем же шурфам и отдельно по буровым скважинам данного планшета; делением средней продуктивности по шурфам на среднюю мощность по ним же получаем продуктивность на 1 см мощности и, умножая эту продуктивность на среднюю мощность по буровым, получаем продуктивность по буровым, причем эту продуктивность вычисляем как среднюю по каждому планшету, так и по всему участку.

Таким образом, в результате всех пересчетов подсчет запасов производился:

1. По среднеарифметической продуктивности по шурфам, по отдельным планшетам и по всему участку.

2. По среднеарифметической продуктивности по шурфам и буровым, также по отдельным планшетам и по участку; в качестве окончательной цифры запасов бралась средняя из всех подсчетов.

Метод подсчета по среднеарифметической продуктивности по шурфам очень простой и, будучи прокорректирован подсчетом по буровым, дает цифры с процентом ошибки, допускающим отнесение запасов к категории А<sub>2</sub>, но при условии, если бурение будет вестись под надежным контролем, диаметром не меньше 87 мм и с доведением обсадки до кровли фосфоритного слоя.

Подсчет запасов на всех участках произведен для концентрата класса + 4 мм и — 4 + 0,5 мм; поводом для такого разделения является следующее обстоятельство: класс +4, как увидим ниже, характеризуется в среднем содержанием Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> 24,5—25,5% и может быть, при известных условиях, использован в качестве материала для приготовления суперфосфата и как материал для экстракции фосфорной кислоты с последующим приготовлением аммофоса, двойного суперфосфата и других сложных концентрированных удобрений; класс же — 4 + 0,5, содержащий 16—20% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, может быть использован после размоля как непосредственное удобрение.

Необходимо заметить, что подсчет запасов концентрата класса + 4 мм производился, как мы видели, на основании полученных при разведках экспериментальных данных, концентрат же класса — 4 + 0,5 только отчасти на основании экспериментальных данных, полученных при разведках, т. е. для класса — 4 + 1 мм, а для класса — 1 + 0,5 для подсчета взят условно выход 5%, на основании работ исследовательской партии НИУ 1930 г.

Что касается химической характеристики фосфоритов, то здесь необходимо указать следующее: при разведках в 1928 и 1929 гг., в поле отбирались недробленные пробы руды 100 кг, и концентраты класса + 10 — 25 кг, — 10 + 4 — 10 кг и — 4 — 4 кг и уже в лабораторной обстановке руда контрольно промывалась на ситах с отверстиями 10, 4 и 1 мм, все пробы дробились и поступали на химический анализ, а в 1930 и 1931 гг. все манипуляции отбора проб, вплоть до дробления и истирания, проделывались в поле, и только собственно химические анализы производились в Москве. На сегодняшний день в отношении количественной характеристики месторождения, условий залегания, площади распространения мы имеем довольно подробные и систематизированные сведения; но, к сожалению, для качественной промышленной характеристики этого месторождения, вследствие незначительного количества химических анализов, мы обладаем весьма разрозненными показателями, что, естественно, затрудняет окончательный вывод по всему месторождению в целом.

Для удобства изложения основных качественных и количественных показателей приводим отдельно данные по геолого-поисковым и разведочным работам.

Для геолого-поисковых работ изложение качественных и количественных показателей приводим по отдельным участкам в пределах планшетов масштаба 1:100 000 международной нарезки в порядке их географического расположения в такой последовательности.

Таблица 5

Планшет О-39-9	Планшет О-39-10	Планшет О-39-20 и 21	Планшет О-39-32
Гилевский	Кайский	Водораздел рр. Нырмич — Вятки	Левобережье р. Вятки
Сординский	Лоинский	Детально разведанный	—
Верхненырмичский	Гидаевский	Дедовский	—
Нырмич, правобережье	—	Березовский (работы ГГРУ)	—

Описание детально разведанных участков, расположенных в пределах планшетов О-39-20, 21 и 32, будет произведено в порядке постепенности с севера на юг; описание отдельных площадей на участках в хронологическом порядке в отношении года разведки.

В помещаемой ниже табл. 6 мы даем основные показатели в отношении наименования участка, площади разведки, года разведки и организации, производившей разведку.

Таблица 6

Наименование участков	Площадь разведки в км <sup>2</sup>		Год разведки	Организация, проводившая работы
	общая	фосфоритоносная		
Левобережье р. Вятки, „Поповский“ участок	5,34	5,340	1928	НИУ
Созимские, Большой и Малый	110	61,055	1929, 1930 и 1931	НИУ
Горшковско-Пьяниковский	16	10,120	1918—1921	НИУ
Нырмичский	68	28,909	1925, 1930, 1931	НИУ
Лоинский	24	10,170	1930 1931	Рудоуправление НИУ

Примечание. Не включен квартал № 21, по которому сведений от Северохимтреста не поступало.

## Планшет О-39-9

Площадь, занятая фосфоритоносной залежью, в пределах планшета О-39-9, как видно из таблицы, условно разделены на 4 участка.

I. Гилевский участок охватывает площадь распространения слоя на водоразделе Порыша и Нырмича. На севере участок ограничен р. Лемгой, на юге доходит до слияния р. Поляуз и р. Малого Созима; в широтном направлении простирается от р. Малого Созима до Лоин-Гидаевского тракта.

Фосфоритоносная серия Гилевского участка, вскрытая тремя шурфами, слагается из следующих слоев (рис. 6):

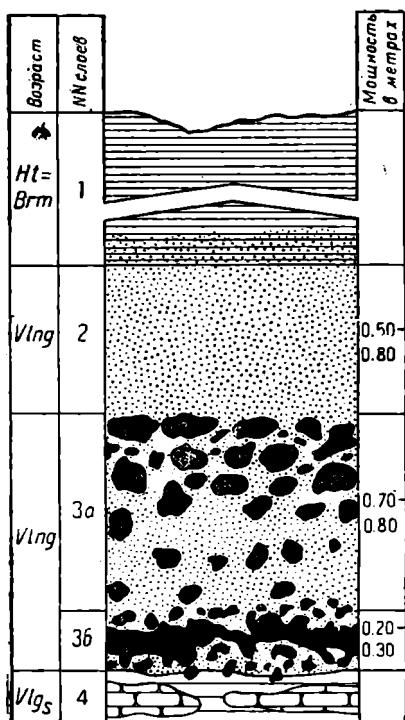


Рис. 6. Фосфоритная серия Гилевского участка.

велика и достигает максимум 20—25 м в водораздельных частях.

Площадь распространения фосфоритоносной залежи в пределах участка исчисляется в 9 380 га.

II. Сординский участок расположен между рр. Нырмичем, Малым Созимом и Поляузом и состоит из двух островов, разделенных зонами размыва. Схема строения фосфоритной серии Сординского участка сходна с вышеописанной схемой Гилевского участка: в верхней части залегают крупные округлые желваки в темнозеленом глауконитовом песке (мощность 0,70—0,80 м), в нижней же части — прослой фосфоритизированных ядер ауцелл, сцементированных в более или менее плотную плиту, достигающую 0,30 м мощности. В северной части участка в шурфе № 8 в глауконитовом песке, покрывающем слой, встречены редкие, очень крупные желваки, весьма сильно пиритизированные. Глубина залегания фосфорита на Сординском участке достигает 40—50 м.

2. Глауконитовый песок, глинистый, сильно слюдистый, с отдельными конкрециями пирита в верхней части ожелезнен и частично сцементирован окислами железа. Мощность 0,54—0,80 м.

3. Фосфоритный слой.

а) Глауконитовый, глинистый, мелко-зернистый песок с округлыми крупными желваками фосфорита. Мощность 0,70—0,80 м.

б) Ожелезненный, трещиноватый фосфоритный конгломерат, состоящий из фосфоритных ядер ауцелл и мелких желваков фосфорита. Мощность 0,20—0,30 м.

Слой подстилается зеленовато-серой глиной с глыбами мергеля. Вскрыша слоя состоит из: 1) неслоистых красно-или желто-бурых суглинков с прослойями песка (Q), 2) черной плотной глины (Ht-Brm) и 3) глауконитового плотного песка, иногда сцементированного глинистым цементом (Vlgs.). Залегание слоя в пределах района не горизонтально — в южной части слой залегает на более низких отметках (165 м близ р. Поляуза), чем в северной (182 м у р. Лемги). Однако, при общем понижении рельефа к югу от водораздела р. Лемги р. Поляуза, глубина залегания слоя не очень

Общая площадь фосфоритоносной залежи на участке определяется по данным планиметрии в 7 340 га, из этого числа на площади 4 090 га глубина слоя не превышает 10 м.

III. Верхненырмический участок включает часть залежи, расположенную на водоразделе Малого и Большого Созимов —левых притоков Нырмича.

Стрение фосфоритоносной серии Верхненырмического участка сходно с таковым вышеописанных участков, т. е. верхняя часть серии сложена глауконитовыми песками с крупными желваками фосфорита и нижняя представляет плотную «ауцелловую плиту». Мощность слоя достигает 1,50 м, причем в южной принырмичской части участка в фосфоритном слое встречен прослой пустого глауконитового песка 0,20—0,30 м мощности. Фосфоритоносный слой залегает почти горизонтально с небольшими колебаниями уровня. Общая площадь залежи 12 500 га. Глубина залегания слоя достигает 40—50 м в водораздельной центральной части участка (отметка поверхности до 210 м, отметка слоя 160 м). Площади залегания фосфорита на глубине до 10 м располагаются по окраинам участка.

IV. Участок правобережья р. Нырмича расположен в низовьях правых притоков р. Нырмича — рр. Среднего, Нижнего и Верхнего Вьюков. Северной границей участка является р. Нырмич. Общая площадь участка — 7 130 га, из этого числа на 1 025 га по северному краю залежи фосфоритный слой залегает на глубине не более 10 м. Высота залегания слоя описываемого участка изменяется с севера на юг от 156 м высоты над уровнем моря в северной части участка, близ р. Нырмича до 140 м и ниже в южной части участка.

Данные опробования всех четырех участков, химические анализы и запасы даны в табл. 7, 8, 9.

Таблица 7

Участки	Год разведки	№ шурфов	Мощн. фосф. пласти	Продуктивность в кг/м <sup>2</sup>	Весовой % выхода					Продуктивность классов концентратата в кг/м <sup>2</sup>				
					+ 10	10—4	4—1	1—0		+ 10	10—4	4—1	1—0	
Гилевский	1930	1	1,12	2 106	25,2	10,0	6,0	58,8	531	210	126	126	1 239	
		2	1,20	2 243	20,1	5,7	3,1	71,1	451	128	70	70	1 594	
		3	1,07	1 866	16,5	2,1	0,7	80,7	308	39	8	8	1 511	
		9	0,94	1 229	31,0	3,2	2,0	63,8	381	39	25	25	784	
Сординский	Среднее	—	1,08	1 861	23,2	5,2	3,0	68,6	412	104	57	57	1 282	
	1930	4	1,00	1 799	18,3	8,2	6,7	66,8	329	148	121	121	1 201	
		6	1,11	2 221	15,0	4,1	6,0	74,9	333	90	133	133	1 665	
		8	1,08	2 034	22,0	5,5	4,2	68,3	448	112	85	85	1 389	
	1929	8	1,32	2 224	20,9	3,9		75,2	465	86			1 673	
Верхненырмический	Среднее	—	1,13	2 069	19,0	5,4	5,6	70,0	394	109			1 566	
	1931	13	1,46	2 549	27,3	7,3	4,3	61,1	698	186	119	119	1 446	
		15	0,62	1 101	23,6	2,0	3,3	71,1	260	22	36	36	783	
		16	0,84	1 623	30,0	6,0	11,0	58,0	486	90	171	171	876	
	1930	18	1,00	1 693	8,9	8,3		82,8	151	140			1 402	
		5	1,75	3 677	18,7	6,3	7,3	67,7	688	232	268	268	2 489	
Правобережье р. Нырмич	Среднее	—	1,13	2 128	21,5	6,0		72,5	456	134			1 518	
	1931	17	1,18	1 923	13,0	7,3	5,2	74,5	250	140	100	100	1 433	

Химические анализы фосфорита

Таблица 8

Участок	№ шурфа	Содержание $P_2O_5$ по классам					Нераств. остаток	Содержание $R_2O_3$		
		+10	-10 + 4	-4 + 1	-1	Исх. руды		+10	-10 + 4	+10
Гилевский	1	25,46	21,88	15,21	6,76	13,49	11,48	—	4,55	—
	2 + 3	25,10	17,79	13,83	6,10	10,18	13,93	—	5,45	—
	4	26,72	22,36	18,35	6,63	13,70	—	—	—	—
Сординский	Среднее	25,76	20,68	15,79	6,48	12,46	12,70	—	5,0	—
	4 + 6	24,68	20,36	17,37	5,90	10,65	—	—	—	—
	8 1	23,67	22,00	—	5,91	—	17,66	—	—	—
Верхненыр- мичский	Среднее	24,17	21,18	—	—	—	—	—	—	—
	5	24,31	—	21,24	9,13	—	19,40	30,99	10,98	16,55
	13 2	23,16	17,35	21,40	—	—	—	—	—	—
	15	26,16	16,37	19,82	6,56	11,82	—	—	—	—
	16а	24,66	17,10	21,84	—	—	14,08	30,85	82,00	16,85
	16б	27,39	24,50	26,76	5,52	18,67	19,79	14,20	6,07	7,75
	18	26,01	12,19	—	—	—	12,01	18,58	6,08	3,90
	Среднее	25,28	17,50	22,20	7,07	15,25	13,95	23,65	7,83	11,26

Подсчет запасов фосфоритов на площадях участков планшета О-39-9 произведен по средним показателям продуктивности концентратов класса + 4 мм и выражается следующими цифрами.

Таблица 9<sup>3</sup>

Участки	Глубина залегания слоя в м	Площадь в га	Продуктив- ность в кг/м <sup>2</sup> класс + 4	Запасы в тыс. т
Гилевский . . . . .	до 10	4 985	500	24 925
	> 10	4 395	500	21 970
Сординский . . . . .	до 10	4 090	500	20 450
	> 10	3 250	500	16 250
Верхненырмичский . .	до 10	4 305	550	23 680
	> 10	8 195	550	44 520
Правобережье р. Ныр- мича . . . . .	до 10	1 025	390	4 000
	> 10	6 105	390	23 810
Всего .	до 10	14 405	—	73 055
	> 10	21 945	—	106 550
Итого . . .	—	36 350	—	179 605

<sup>1</sup> Шурф 1929 г.

<sup>2</sup> Шурф 1931 г.

<sup>3</sup> При подсчете запасов принимается округление продуктивности фосфоритного пластика до 50 кг в сторону уменьшения.

V. Кайский участок, расположенный в верховьях р. Ко-мыча на водоразделе рр. Ко-мыча и Камы. Фосфоритный слой имеет здесь мощность 0,55—0,60 м и представлен одним прослоем сгруженных желваков в зеленом глауконитовом песке. В основании слоя залегает серая глина с глыбами мергеля. Вскрыша состоит из послетретичных отложений и черных плотных глин, в основании которых встречается глянцевитый фосфоритный гравий. Общая площадь участка — 2 090 га.

VI. Лоинский участок занимает водораздел рр. Гудыся, Камы и Нырмича. Он расположен в части района, наиболее подверженной эрозии. В краевых частях месторождения вскрыша слоя в значительной части смыта эрозионными процессами, и фосфоритный слой залегает непосредственно под четвертичными делювиальными наносами.

Схема строения фосфоритного слоя Лоинского участка несколько сложнее, чем описанных выше участков. Фосфоритная серия состоит обычно из пяти слоев, из которых три слоя продуктивных, а два их разделяющие или совсем лишены желваков фосфорита, или имеют их в очень небольшом количестве. Такая схема строения выдерживается не во всем районе. Один из разделяющих пустых прослоев большей частью отсутствует, иногда (д. Зайцевская) отсутствуют оба прослоя, и фосфоритный слой подразделяется по своему составу на слой, включающий крупные желваки фосфорита, и слой мелких ядер ауцелл. Мощность всей серии в среднем превышает 1 м, доходя до 1,54—1,60 м (с пустыми прослоями).

В подошве слоя залегают серовато-зеленые песчанистые глины с глыбами мергеля и отдельными желваками фосфорита.

В пределах Лоинского участка фосфоритоносная площадь занимает 5 245 га, площадь фосфоритной залежи с глубиной залегания до 10 м исчисляется в 3 105 га. На остальной площади глубина залегания слоя не превышает 40 м. На площади Лоинского участка в южной его части в настоящее время произведена детальная разведка и заложен рудник.

VII. Гидаевский участок расположен на водоразделе притоков Порыша и Нырмича: Гудыся, Вольки и Сегала. Большая часть Гидаевского участка расположена в непроходимом лесу и не была обследована выработками. По данным буровых скважин, заложенных в краевых частях участка, фосфоритный слой здесь имеет наибольшую мощность, доходящую до 2 м.

В северной части Гидаевского участка фосфоритный слой залегает на наиболее высоких отметках, достигающих 200—210 м, благодаря чему мы находим его сохранившимся на высоких останцах северной части района. Шурфом, заложенным на Бурковой горе (останец к северо-востоку от Гидаева), пройден фосфоритный слой, состоящий из желвачного слоя 0,80 м мощности и ауцеллового горизонта 0,30 м мощности. Общая площадь Гидаевского участка — 11 575 га.

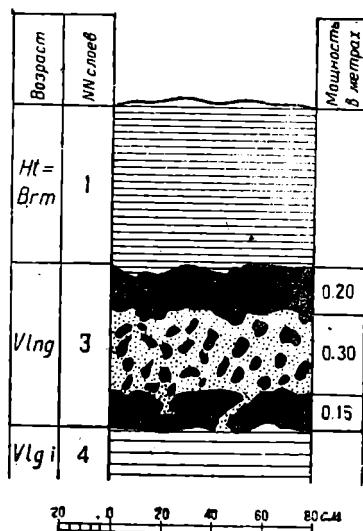


Рис. 7. Фосфоритная серия Кайского участка.

Данные опробования фосфорита, химические анализы и запасы планшета О-39-10 сведены в табл. 10, 11 и 12.

Таблица 10

Участок	№ шурфа	Мощность слоя в м	Продуктивность рудоносного слоя в кг/м <sup>2</sup>	Выход концентратов в % по классам				Продуктивность классов в кг/м <sup>2</sup>			
				+ 10	10 — 4	4 — 0	+ 10	10 — 4	4 — 0		
Кайский . . Лоинский .	19	0,54	396	30,2	10,6	59,31	270	95	531		
	1	1,54	1 949	20,0	5,4	74,60	386	110	1 453		
	4	1,33	1 902	11,0	4,5	84,50	210	85	1 607		
	6	1,10	1 845	12,0	12,0	76,00	223	224	1 398		
	7	0,56	732	36,0	16,0	47,00	265	124	343		
	9	1,15	1 501	42,5	9,5	48,00	638	140	733		
	12	1,34	1 600	16,0	2,0	82,00	262	31	1 307		
	13	1,00	1 618	26,5	5,5	68,00	427	85	1 105		
	14	0,71	1 127	33,0	9,0	58,00	373	102	652		
	16	0,41	891	38,0	15,5	46,50	337	137	417		
Среднее .		1,03	1 510	23,5	7,5	69,00	353	110	1 047		

Таблица 11

Химические анализы фосфорита участков планшета О-39-10

Участок	№ шурфа	№ слоя	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в % по классам концентратов				руды
			+ 10	— 10 + 4	— 4	руды	
Кайский . . Лоинский .	19	1	25,7	13,8	—	—	12,8
	1	4	25,5	22,0	—	—	—
	1	5	26,7	16,0	—	—	—
	1	6	26,9	27,3	—	—	—
	1	7	17,2	4,5	—	—	—
	1	8	27,5	26,4	—	—	—
	Среднее .		26,3	16,0	—	—	—
	3	1	26,3	24,4	—	—	—
	6	1	26,4	—	—	—	—
	7	1	26,8	24,8	—	—	—
12	12	3	25,1	23,7	—	—	—
	12	4	26,8	16,7	—	—	—
	12	5	28,3	27,4	—	—	—
	Среднее .		27,0	23,0	—	—	—
	13	1	22,5	16,3	—	—	—
	14	1	23,7	14,4	3,4	—	11,3
Гидаевский	16	1	25,4	15,3	3,0	—	13,4
	Среднее .		25,4	19,2	3,2	—	12,4
	21	2 + 3	22,5	12,2	4,3	—	—
	21	4	24,7	—	8,4	—	—
Среднее .		23,6	12,2	6,2	—	9,7	

Таблица 12

Запасы по участкам в пределах планшета 0-39-10<sup>1</sup>

Участки	Глубина залегания слоя в м	Площадь в га	Продуктивность + 4 мм в кг/м <sup>2</sup>	Запасы в тыс т
Кайский . . . . .	до 10	1 860	365	6 789
	> 10	280	365	1 022
Лоинский . . . . .	до 10	3 105	463	14 376
	> 10	2 140	463	9 808
Гидаевский . . . . .	до 10	6 375	560	35 700
	> 10	5 200	560	29 120
Всего . .	до 10	11 340	—	56 865
	> 10	7 620	—	39 950
Итого . . .	—	18 980	—	96 815

## Планшет О-39-20 и 21

Фосфоритная залежь планшета О-39-20 непрерывно продолжается к востоку, занимая значительную часть соседнего планшета О-39-21.

Площадь распространения фосфоритного слоя в пределах планшетов О-39-20 и 21 подразделяется, как указано выше, на 4 участка.

VIII. Участок водораздела рр. Вятки и Нырмича занимает наибольшую часть фосфоритоносной площади в пределах планшетов О-39-20, а именно 59 952 га.

Буровые скважины, заложенные в западной части участка, указывают на несколько уменьшенную мощность фосфоритного слоя 0,40—0,60 м, представленного одним слоем желваков в глинистом глауконитовом песке. Глауконитовый песок в кровле фосфоритного слоя отсутствует, и слой непосредственно покрывается черными готерив-барремскими глинами.

Однако, на всей обширной и мало исследованной площади участка строение фосфоритной серии может значительно отличаться от описанного выше строения в западной части участка.

Слабая изученность участка зависит от весьма глубокого залегания слоя, достигающего предположительно 80—90 м глубины от поверхности и недоступного для исследования при имевшихся средствах работы. Запасы фосфорита на этом участке считаем лишь предположительными, и вследствие отсутствия шурпов исчисляем по средневзвешенному от продуктивностей соседних участков — Верхненырмического, Сординского, Дедовского и Медвежьего Бора, а именно 450 кг/м<sup>2</sup> класса + 4 мм.

В юго-восточной части планшета О-39-21 располагаются:

IX. Участок Дедовский, занимающий водораздел р. Большой Созим, притока р. Волосницы-Камской и рр. Чудовых Малой и Большой — притоков р. Вятки. Фосфоритная залежь Дедовского участка занимает 8 030 га. Схема строения фосфоритного слоя уже описана выше в главе о стратиграфии. В северной части участка схема строения слоя сходна с обычной схемой, т. е. фосфоритный

<sup>1</sup> При подсчете запасов принимается округление продуктивности фосфоритного пласта до 50 кг в сторону уменьшения.

слой в верхней части включает крупные желваки, а в нижней более мелкие и многочисленные ауцеллы. Несколько южнее (шурф № 6) ауцеллы насыщают почти весь слой, встречаясь и в верхней части вместе с крупными желваками. В самой же южной части района фосфоритный слой от кровли до подошвы состоит из мелких желваков фосфорита и многочисленных ядер ауцелов. В шурфе на Медвежьем Бору (р. Вятка) верхняя часть слоя сцементирована в конгломерато-видную плиту, имеющую мощность 0,20 м; в основании слоя также залегает подобная же плита 0,15 м мощности. Общая площадь Дедовского участка 8 030 га; она включает также небольшой остров залежи, расположенный к северо-востоку от Дедовского починка, глубина залегания слоя на котором почти на всей площади не превышает 10 м. Вместе с этим островом, по окраине главной части участка выделяется площадь с глубиной залегания до 10 м всего — 1 770 га. На остальной площади Дедовского участка вследствие резкого падения слоя к западу в сторону водораздела, мощность вскрыши над слоем быстро возрастает, и уже в 10 км к западу от линии выхода слой уходит на глубину более 35 м.

Геолого-поисковые работы в пределах Дедовского участка были проведены Институтом неметаллических полезных ископаемых ГГРУ в 1927 г.

В результате этих работ черные плотные готерив-барремские глины были приняты за волжские, благодаря чему и вывод А. В. Хабакова о том, что «юго-западные части этого района, входящие в пределы карты, сложены более древними толщами и имеют лишь перемытые скопления и россыпи нижневаланжинских и верхневолжских фосфоритов», не соответствует действительности.

В бассейне рек Чудовок обширные площади заняты отложениями готерив-баррема и валанжина.

Рис. 8. Фосфоритная серия участка «Медвежий бор».

В южной части планшета 0-39-20 по правобережью р. Вятки расположается:

Х. Участок — Березовский, работы ГГРУ 1927—1930 гг. Подробное его описание приводится в статье А. В. Хабакова «Краткий очерк геологического строения и фосфоритных залежей правобережья р. Вятки», помещенной в ежегоднике НИУ за 1930 г. «Агрономические руды СССР», т. I, часть I. (Труды НИУИФ, вып. 99).

Мощность фосфоритоносного пласта исчисляется в среднем 0,60—0,70 м. Продуктивность для класса +4 мм — 400 кг/м<sup>2</sup>. Вся площадь залежи А. В. Хабаковым исчисляется в 16 240 га. Площадь с глубиной залегания до 10 м, расположенная по правому берегу р. Березовки — Березовский участок, имеет размеры 736 га, что дает вероятный запас фосфорита в 2 944 тыс. т. Качество фосфорита описываемого участка, по данным работ, колеблется от 23 до 27,8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, в среднем около 24%.

Данные опробования слоя в пределах планшетов 0-39-20 и 21, химические анализы и запасы сведены в табл. 13, 14 и 15.

По данным приводимых химических анализов можно судить о том, что фосфатный материал в слое содержится не только в виде крупных желваков, но и в мелких зернах размерами от 4 до 1 мм.

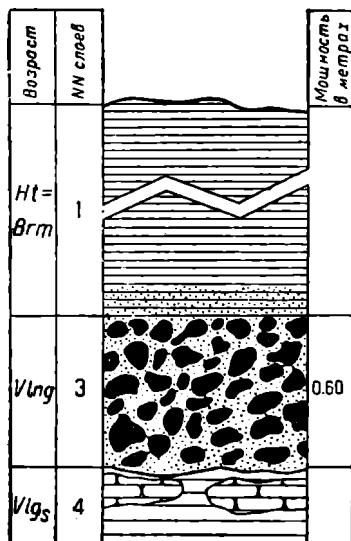


Таблица 13

Участки	№ шурфа	Мощность пластика в м	Продуктивность руды на кг/м <sup>2</sup>	Весовой % выхода классов				Продуктивность в кг/м <sup>2</sup>			
				+ 10	10—4	4—1	1—0	+ 10	10—4	4—1	1—0
Дедовский участок . . . . .	4	0,77	1 442	28,4	8,6	13,7	49,3	404	122	195	701
	5	0,89	1 577	17,4	8,5	5,1	69,0	274	134	81	1 088
	6	0,92	1 700	24,7	8,7	16,9	49,7	420	148	287	845
	7	0,78	1 663	23,0	4,7	17,1	55,2	283	78	284	918
	8	1,50	2 744	21,3	6,4	23,6	48,7	584	176	648	1 336
	9	1,00	1 725	25,9	6,7	12,0	55,4	447	115	207	956
Среднее . .	—	0,97	1 814	23,2	7,1	—	69,7	—	550	—	1 264
Березовский (работы ГГРУ)	—	0,4—1,1	—	—	—	—	—	—	400	—	—

Таблица 14

## Химические анализы фосфорита Дедовского участка

№ шурфа	Содержание Р <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по классам концентратов в %						Нерастворимый остаток по классам концентратов в %						Содержание R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в %				
	+ 10	—10	+4	—4	+1	—1	руды	+ 10	—10	+4	—4	+1	—1	руды	+ 10	—10	+4
3	23,0	24,5	26,6	12,5	19,6	12,5	13,0	9,9	37,8	22,1	7,7	—	—	9,2	—	—	—
4	26,3	26,6	24,4	6,4	16,3	10,2	9,9	16,2	62,9	37,0	—	—	—	—	—	—	—
5 + 9	26,4	24,4	26,5	9,1	15,5	11,1	14,5	11,8	44,7	32,4	—	—	—	—	—	—	—
6	26,2	25,5	25,4	12,5	16,7	29,9	9,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,4
7	26,4	23,2	25,0	9,8	16,8	11,4	15,3	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—	—
8	26,5	25,5	28,0	5,2	16,4	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10а	24,2	20,7	23,0	6,6	16,1	11,4	17,8	—	—	—	—	—	—	8,4	—	15,7	—
10б	25,7	15,6	12,0	9,4	12,5	12,3	11,8	—	—	—	—	—	—	6,3	—	5,7	—
Среднее	24,3	23,2	21,4	8,9	16,3	13,9	13,1	12,7	48,5	30,5	6,6	—	—	9,5	—	—	—

Таблица 15

Запасы по участкам в пределах планшетов О-39-20 и 21<sup>1</sup>

Участки	Глубина залегания в м	Площадь в га	Продуктивность + 4 мм в кг/м <sup>2</sup>	Запасы в тыс. т
Водораздел рр. Нырмича и Вятки .	до 10	387	450	1 742
	> 10	59 565	450	268 040
Дедовский . . . . .	до 10	1 770	500	9 735
	> 10	6 260	500	34 430
Березовский (работа ГГРУ) . . . . .	до 10	736	400	2 944
	> 10	16 240	400	64 960
Всего . . . . .	до 10	2 891	—	14 421
	> 10	82 065	—	367 430
Итого . . . . .	—	84 956	—	381 851

<sup>1</sup> При подсчете запасов принимается округление продуктивности фосфоритного пластика до 50 кг в сторону уменьшения.

Исключение представляет нижняя часть слоя (шурф 10 «в»), где фосфатный материал представляет собой крупные плитные отдельности и в мелких классах присутствует в меньшем количестве.

### Планшет О-39-32

Самым южным участком месторождения, лежащим в пределах планшета О-39-32, является XI участок левобережья р. Вятки.

Фосфоритоносная серия этого участка состоит из желвачного слоя, включающего крупные желваки фосфорита и ауцеллового горизонта, состоящего из мелких желваков и ядер ауцелл и в большинстве случаев сцементированного в плиту фосфатным или железистым цементом. Иногда первый слой отделен от второго прослоем глауконитового песка, лишенного фосфорита. В ряде случаев верхний фосфоритовый слой содержит многочисленные ядра ауцелл.

Фосфоритный слой в пределах участка залегает корытообразно, поднимаясь по краям к западу, востоку и к югу в средней части на более низких отметках, погружаясь под уровень р. Вятки в северной части участка.

Общая площадь, занятая фосфоритоносной залежью, исчисляется на данном участке в 38 400 га. В южной части участка, где более высокое залегание фосфоритного слоя совпадает со склоном водораздела р. Черной Холуницы и по окраинам речных долин, выделены площади с глубиной слоя до 10 м, исчисляемые в 9 600 га. В табл. 16, 17 и 18 сведены данные, касающиеся продуктивности фосфоритного слоя, химической характеристики и запасов левобережья р. Вятки.

Из приведенных таблиц распределения продуктивности фосфоритного слоя мы можем судить о закономерности изменений продуктивности слоя в отдельных частях месторождения.

Средняя продуктивность фосфоритного слоя по всему исследованному району — 450—500 кг/м<sup>2</sup> при мощности около 1 м. Средняя насыщенность пласта желваками фосфорита определяется в 25—30% выхода концентраты класса + 4 мм. Самые резкие отклонения от средних цифр наблюдаются в краевых частях месторождения, в северной — Кайском участке и южной — на левобережье р. Вятки.

В Кайском районе фосфоритовый слой имеет уменьшенную мощность 0,54 м и наименьшую продуктивность — 365 кг/м<sup>2</sup> класса + 4 мм, процент же выхода концентраты — 40% определяет насыщен-

Таблица 16

№ шурфа	Продук- тивность пласти руды в кг/м <sup>2</sup>	% выхода по классам			Продуктивность по клас- сам в кг/м <sup>2</sup>			Мощ- ность, м
		+ 10	- 10 + 4	- 4 + 0	+ 10	- 10 + 4	- 4 + 0	
1	869	25,5	10,0	64,5	223	88	558	0,51
2	987	28,0	9,5	62,5	278	93	616	0,48
3	829	35,5	10,5	54,0	293	88	449	0,60
4	1 141	23,0	10,0	67,0	265	114	762	0,76
6	652	33,0	8,5	58,5	214	55	383	0,40
7	944	31,0	12,0	57,0	291	113	540	0,57
8	506	31,5	11,5	57,0	158	57	291	0,38
9	1 117	31,5	12,5	56,0	350	142	626	0,69
10	1 134	36,0	9,0	56,0	400	101	633	0,67
12	910	35,5	16,0	48,5	325	145	440	0,55
13	960	18,0	9,8	72,2	170	94	696	0,50
14	1 057	21,5	11,5	67,0	229	122	706	0,56
Среднее	926	29,0	11,0	60,0	266	102	558	0,56

Таблица 17

## Химические анализы фосфоритов Поповского участка

№ шурфов	К л а с с ы				
	+ 10	10 — 4	4 — 0	Руда	+ 4
1	24,52	—	12,20	—	—
2	25,34	—	5,04	17,22	—
3	—	18,89	—	—	—
4	26,19	—	—	—	—
6	25,68	25,41	—	—	25,64
7	—	27,90	—	8,15	—
8	24,83	20,61	—	—	23,60
9	26,34	—	—	—	—
10	24,65	23,26	—	16,46	24,30
12	26,10	23,80	—	18,91	25,30
13	24,60	25,85	—	—	25,00
14	25,30	—	—	—	—
Среднее	25,36	23,67	8,62	15,18	24,77

Таблица 18

## Запасы фосфоритного концентратата в пределах планшета О-39-32

Глубина зале- гания слоя в м	Площадь в га	Продуктивность + 4 мм в кг/м <sup>2</sup>	Запасы в тыс. т
До 10 . . . . .	9 600	368	35 330
> 10 . . . . .	28 800	368	105 980
Итого . . . . .	38 400	—	141 310

Таблица 19

## Запасы всех площадей, охваченных поисковыми работами

Планшеты	Зоны глуби- ны зале- гания слоя в м	Площадь залежи в га		Запасы в тыс. т	
		по зонам	всего	по зонам	всего
О-39-9 . . . . .	до 10 > 10	14 405 21 945	36 350	73 055 106 550	179 605
О-39-10 . . . . .	до 10 > 10	11 340 7 620	18 960	56 865 39 950	96 815
О-39-20 и 21 . . . .	до 10 > 10	2 891 82 065	84 956	14 421 367 430	381 851
О-39-32 . . . . .	до 10 > 10	9 600 28 800	38 400	35 330 105 980	141 310
Итого . . . . .	до 10 > 10	38 236 140 430	178 666	179 671 619 910	799 581

ность слоя выше средней. Таковы же условия в южной краевой части месторождения на левобережье р. Вятки, где средняя мощность пласта 0,55 м, продуктивность 369 кг/м<sup>2</sup> и выход концентрата — 40%.

Ближе к центральным частям месторождения колебания мощности и продуктивности слоя менее резки.

К западу от Кайского района, в Гилевском участке, продуктивность фосфоритного слоя около 520 кг/м<sup>2</sup> при мощности 1,0—3 м и 28% выхода класса + 4 мм, т. е. показатели мало отклоняются от средних по месторождению. В Лоинском районе фосфоритный слой имеет мощность 1,03 м и — при насыщенности слоя 31% — продуктивность 460 кг/м<sup>2</sup>. Так же, как и в северной части месторождения, продуктивность фосфорита несколько повышается в участках к западу от Лоинского вверх по р. Нырмичу.

Увеличение продуктивности слоя в участках Сординском и Верхненырмичском связано с некоторым увеличением мощности слоя до 1,3 м. При этом максимальная продуктивность слоя (до 750 кг/м<sup>2</sup>) встречена в Верхненырмичском участке.

К югу от р. Нырмича, в пределах участков детальной разведки и Дедовского, расположенных между р. Нырмичем (в нижнем его течении) и р. Вяткой, мощность фосфоритового слоя незначительно отклоняется от 0,80 до 0,90 м, имеет довольно постоянную продуктивность и насыщенность слоя желваками, близкую к указанным выше средним цифрам.

В западных краевых частях месторождения у р. Березовки, по данным А. В. Хабакова, продуктивность слоя класса + 25 мм 400—450 кг/м<sup>2</sup> при мощности 0,7 м. Севернее, близ починка Гавриловского, по данным буровых скважин 1931 г., фосфоритовый слой имеет мощность всего около 0,50—0,60 м и довольно слабо насыщен желваками.

По данным химических анализов, приводимых в таблицах, мы можем сделать следующие заключения о качестве фосфоритов.

1. Содержание Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> крупных классов по всему месторождению колеблется по средним показателям незначительно — от 23,5% (Лоинский и Гидаевский участки) до 26,3% (Дедовский участок). В отдельных же образцах содержание Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> изменяется для класса + 10 мм от 28 до 22,5%, в некоторых редких случаях до 18%; для класса — 10 + + 4 мм от 27,4 до 20,7%; для необогащенной руды от 18 до 12% по всей площади месторождения.

2. Наиболее высокие (в среднем), а также и наиболее постоянные качественные показатели можно отметить для фосфоритов Дедовского участка и левобережья р. Вятки, где содержание Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> для крупных фракций достигает (в среднем) 26%. Несколько меньшее содержание Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> имеют фосфориты северных участков: Гилевского — 25% и Кайского — 25,7%. Фосфориты средней части месторождения содержат 25—23% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> в среднем.

3. Химические анализы концентрата класса — 4 + 1 мм обнаруживают наибольшее содержание — 28% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> в южных частях месторождения, главным образом в Дедовском участке (по участку левобережья р. Вятки мы не имеем данных), тогда как в северных частях месторождения в Гилевском участке концентрат класса — 4 + 1 мм имеет 13—16% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>. При этом выход класса — 4 + 1 мм в южной части значителен и достигает 17 и даже 20%, тогда как в северной части района в Гилевском участке всего 3%. Таким образом, по этим данным мы можем судить о том, что в южной части района фосфоритный слой в значительной мере содержит мелкие зерна фосфорита от 1 до 4 мм, тогда как в северной части района наибольшее количество желваков фосфорита имеют, кроме зерен фосфорита, мелкие обломки глинистого глауконитового песчаника.

4. Содержание полуторных окислов в фосфоритах Вятско-Камского месторождения тоже колеблется от 5 до 12%. Увеличение процентного содержания  $Fe_2O_3$  в фосфоритах южной части района связано с участием железистого цемента в цементации фосфоритного слоя

#### Разведочные работы

Как выше было указано, участки, в пределах которых поисковыми работами выявлены оптимальные качественные и количественные по-

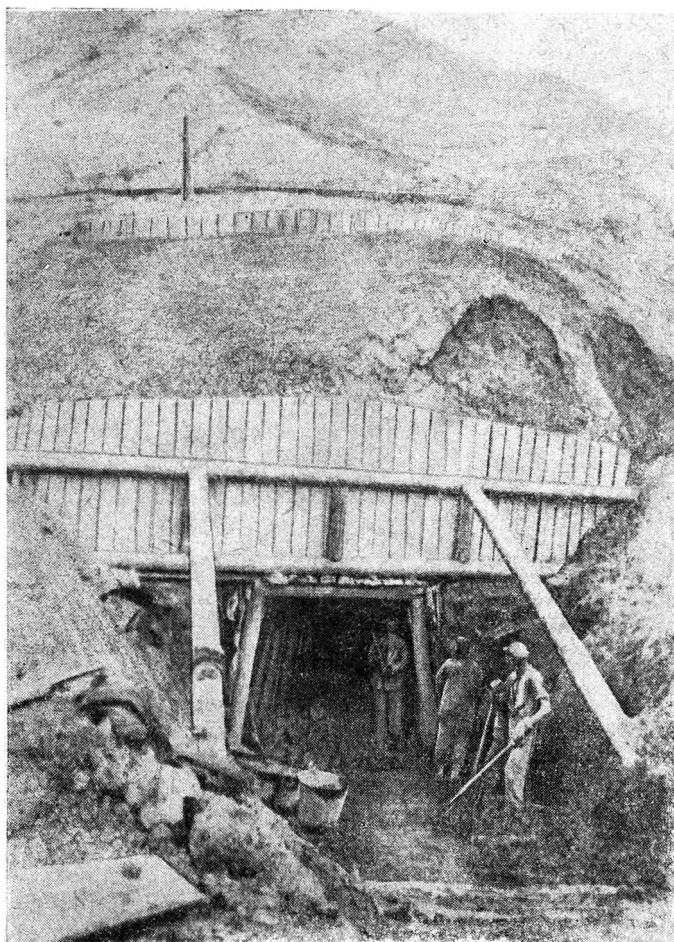


Рис. 9. Наружный вид штольни.

казатели по руде, были детально разведаны. Разведанные участки расположены в пределах восточной окраины месторождения, причем основные из них примыкают к площадям действующего Горшковско-Пьянковского рудника. Описание качественных и количественных показателей по этим участкам проводим, так же, как и по геологопоисковым работам, в порядке постепенности с севера на юг. Разведанные участки расположены в пределах следующих планшетов.

Таблица 20

Наименование участка	№ планшета	Год разведки
Лопинский . . . . .	O-39-10	1930—31
Нырмичский . . . . .	O-39-21	1925—31
Горшковско-Пьянковский . . . . .	O-39-21	1918—21
Созимский . . . . .	O-39-21	1929—31
Поповский . . . . .	O-39-32	1928

Цифры продуктивности, приведенные в таблицах подсчета запасов ЦКЗ № 26, 32, 52, 54, 55, 56, получены как средние для каждого планшета в пределах площадей категории А<sub>2</sub>, и поэтому несколько отличаются от средних продуктивностей по планшетам.

**Схематическая карта  
распределения фосфоритоносных площадей на Лоинском участке**

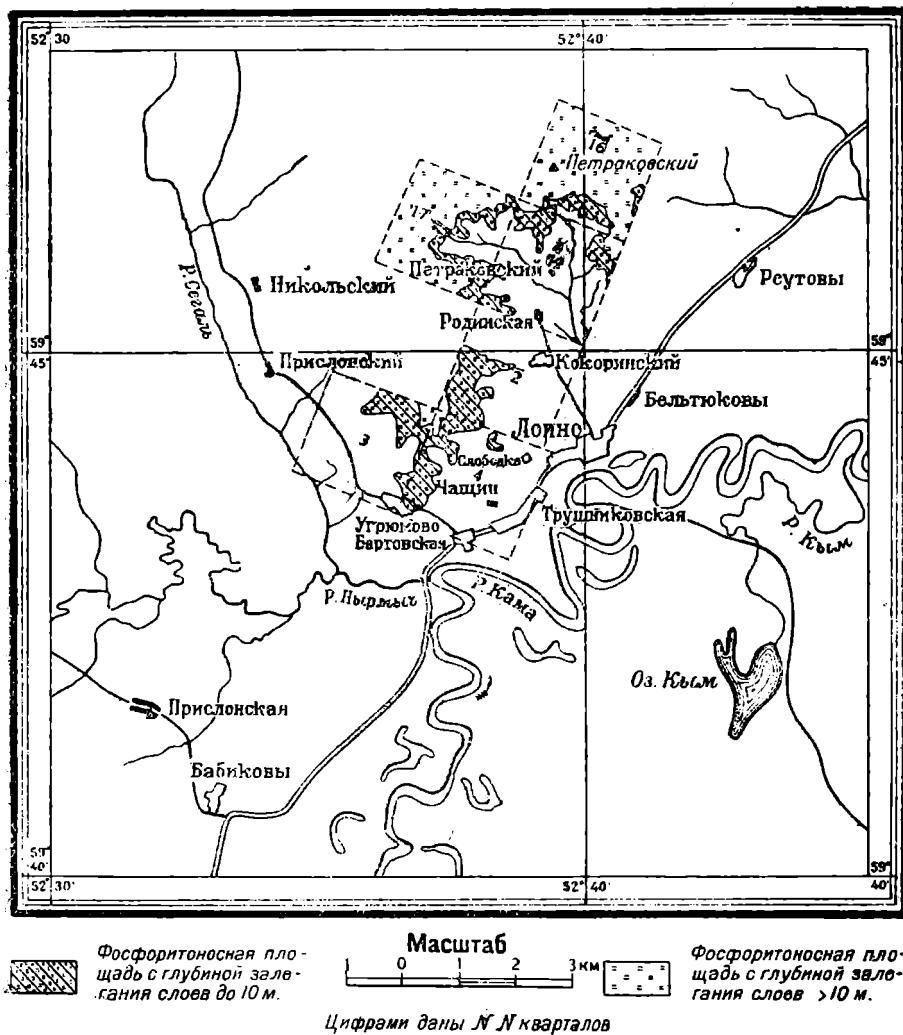


Рис. 10. Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Лоинском участке.

**Лоинский участок.** Лоинский участок находится в южной части планшета 0-39-10. О фосфоритоносности этого участка было известно давно, но промышленное значение его выявлено лишь в 1929 г. работами НИУ.

В 1930 г. на основании геолого-поисковых работ НИУ рудоуправлением Верхнекамских рудников были проведены разведочные работы на площади 12 км<sup>2</sup>, планшеты № 0, 1, 25.

В 1931 г. разведочные работы на Лоинском участке были продолжены НИУ, было разведано еще 12 км<sup>2</sup>, планшеты № 11, 12, 16. Строение фосфоритоносной серии по данным этих работ таково (снизу вверх):

4. V1ng. i. На голубовато-серой сильно известковистой глине верх-неволжского яруса залегает так называемый „ауцел-лоловый слой“ — мелкие желваки фосфорита и фосфатизированные ядра ауцелл, сгруженные в темно-зеленом глауконитовом песке. Мощность . . . . . 0,20 м
3. V1ng. m. Темнозеленый глинистый глауконитовый песок без желваков фосфорита или с редко рассеянными в нем желваками фосфорита. Мощность . . . . . 0,20 .
2. V1ng. m. Фосфоритные желваки размером от долей сантиметра до 18—20 см в кровле слоя большей частью крупные, к подошве более мелкие, сгруженные в темнозеленом глауконитовом глинистом песке. Мощность . . . . . 0,80 .

Средняя мощность фосфоритного горизонта 1,20 м, максимальная замеренная мощность 2,0 м, минимальная 0,4 м. Иногда фосфоритный слой имеет до двух прослоев пустой породы (глауконитовый песок).

Фосфоритный слой в пределах Лоинского участка залегает не горизонтально; рельеф кровли слоя характеризуется наличием всхолмленностей и понижений; колебание отметок кровли слоя в пределах Лоинского участка достигает 10 м на расстоянии 400 м; максимальные абсолютные отметки кровли слоя 180—185 м мы имеем в северо-восточной части участка.

Основные качественные и количественные показатели и запасы фосфоритного концентрата по годам разведки приводим в табл. 21, 22, 23, 24, 25 и 26.

**Нырмический участок.** Разведочные работы на отдельных частях этого участка велись начиная с 1925 г. по 1931 г. включительно.

В 1925 г. было разведано три планшета к северо-востоку от Пьянковского отвода Верхнекамского рудника: № 17/527, 22/528 и 27/529. В 1929 г. эти планшеты были доразведаны и к ним прирезано еще три планшета: № 12/524, 13/525 и 18/526.

В 1930 г. разведочные работы на Нырмическом участке были проведены Рудоуправлением Вернекамских фосфоритных рудников на планшетах 21, 26 и 31.

В 1931 г. разведки Нырмического участка Институтом по удобрениям были продолжены; было разведано восемь планшетов: № 15/944, 16/945, 20/946, 25/947, 30/948, 32/949, 35/950 и 36/951.

По данным этих работ строение фосфоритоносной серии таково:

Желваки фосфорита (рис. 13, слой 2), 50% которых имеют в диаметре 10—15 см, неравномерно сгруженные в темнозеленом, до черного, глауконитовом песке. Желваки то темнозеленого до черного, то коричневого

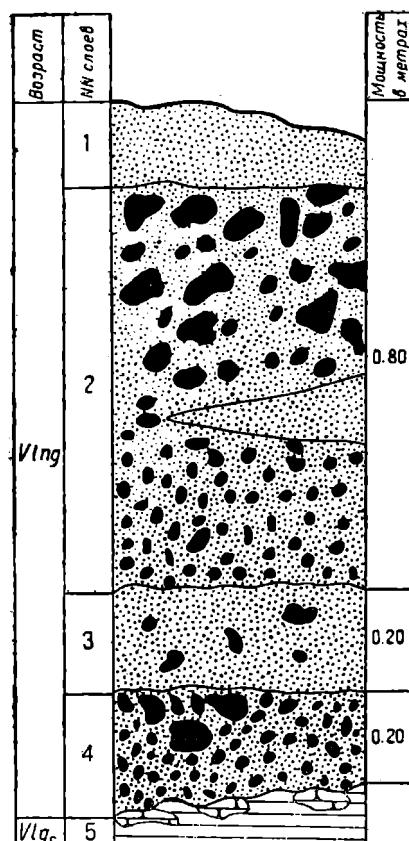


Рис. 11. Фосфоритная серия Лоинского участка.

Качественные и количественные показатели

№ кварталов	Средняя мощ- ность слоя по кварталу, м	% влаги исход- ной руды	Наименование показателей	Исход- ная руда	К л		
					- 200 + + 100	- 100 + + 80	- 50 + + 25
6 (1)	1,11	14,2	% выхода	100	0,3	7,7	10,2
			Продуктивн.	1 595	5	123	162
2 (25)	1,39	18,5	% выхода	100	0,4	6,5	7,2
			Продуктивн.	1 407	6	92	102
1 (0)	1,15	18,8	% выхода	100	0,1	5,6	8,7
			Продуктивн.	1 578	2	89	137
Среднее	1,22	17,2	% выхода	100	0,26	6,6	8,7
			Продуктивн.	1 527	4	101	134
			Содерж. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10,49	—	23,05	—
			Извлечение	100	—	54,5	—

Примечание. Табл. 21 заимствована из работы М. Фомина и Н. Овчинин

Опробование и механообога

№ кварталов	Количе- ство шурфов	Мощ- ность слоя в м	Вес 1 м <sup>3</sup> в грунте в т	% влаги руды	Продук- тивность исходной руды на сухое вещество	Весовой % выхода		
						+ 10	- 10 + 4	- 4 + 1
11	7	1,19	1,76	21,2	1 671	18,5	5,6	4,2
12	6	1,00	1,87	22,3	1 454	21,0	5,8	3,8
16	2	1,02	1,87	25,0	1 494	25,9	4,8	4,6
Средняя арифметич- ская . . . . .		1,07	1,83	22,8	1 596	21,8	5,4	4,3

<sup>1</sup> Расхождение между абсолютными цифрами этой и последующих таблиц, подсчитанное отбрасыванию долей процента.

Таблица 21

10 Лоинскому участку. (Разведка 1930 г.)

а	с	с	ы	в	м	м	
$-25 +$ $+10$	$-10 + 4$	$-4 + 1$	$-1 + 0,5$	0,5	$+ 4$	$4 - 0$	$4 - 0,5$
12,6	7,7	3,9	3,4	54,2	38,5	61,5	7,3
200	122	63	55	865	612	983	118
6,8	4,8	3,3	5,1	65,9	25,7	74,3	8,4
96	67	46	72	926	363	1 044	118
7,7	5,2	4,1	7,6	61,0	27,3	72,7	11,7
122	82	64	119	963	432	1 146	183
9,0	6,0	3,8	5,3	60,3	30,5	69,5	9,1
139	90	58	82	919	468	1 059	140
—	20,25	15,59	8,47	4,21	22,96	11,4	—
—	11,4	5,6	4,4	24,1	65,9	10,0	—

ского [34].

Таблица 22

щение. Лоинский участок (1931 г.)

классов по сухому весу				Продуктивность в $кг/м^2$ классов по сухому весу							
$-1 +$ $+0,5$	$-0,5 +$ $+0$	$+ 4$	$-4 +$ $+0,5$	$+ 10$	$-10 +$ $+ 4$	$-4 + 1$	$-1 +$ $+0,5$	$-0,5 +$ $+0$	$+ 4$	$-4 +$ $+0,5$	
5,0	66,7	24,1	9,2	309	93	70	83	1 161	402	153	
5,0	64,4	26,8	8,8	306	85	54	73	936	391	177	
5,0	59,7	30,7	9,6	385	72	69	75	893	457	144	
5,0	63,51	27,2	9,3	333	83	64	77	1 037	416	158	

танными по вертикальным столбцам и по итоговой горизонтальной, происходит благодаря

Химические анализы по Лоинскому участку. (Разведка 1931 г.)

Таблица 23

№ кварталов	№ шурфов	Классы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						Нерастворимый остаток				R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			CO <sub>2</sub>	
			+10	-10+4	-4+1	-1	Руда	+4	+10	-10+4	-1	+4	+10	-10+4	+4	+10	-10+4
943	33, 42, 46, 35, 47	24,04	21,17	18,25	6,78	12,01	23,4	16,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
942-43	38, 45	24,91	21,20	22,84	7,98	14,59	24,0	—	20,4	63,26	—	—	—	—	—	—	—
942-43	36, 40, 41, 43, 44	23,50	23,35	20,08	5,99	12,40	23,4	18,21	16,66	60,34	17,6	7,27	9,25	7,7	4,57	4,90	4,60
		24,15	21,90	20,60	6,90	13,00	23,6	17,30	18,18	61,30	17,6	7,27	9,25	7,7	4,57	4,90	4,60

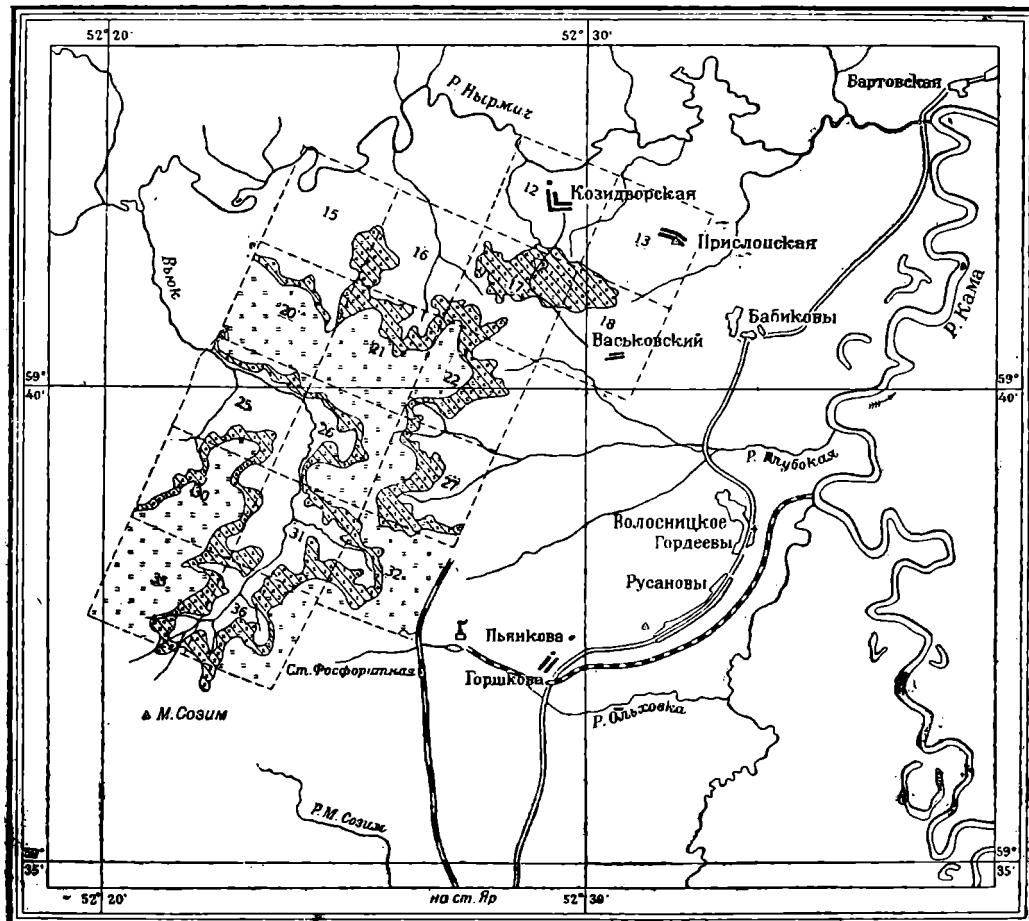
Таблица 24

Подсчет запасов по планшетам и зонам вскрыши для Лоинского участка. (Разведка 1930 г., класс + 4 мм)

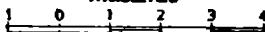
№ кварталов	Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> (рас- четная)	Зоны вскрыши над фосфоритным слоем в м									
		0-3		3-6		6-10		10-15		Всего	
		площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т
0/1 5/2 1/6	450	43,67 39,45 56,09	196 177 252	20,14 15,69 9,20	90 70 41	9,3 11,21 9,75	42 50 44	7,34 11,16 6,56	33 50 29	80,45 77,51 81,60	361 347 366
Всего . . .	450	139,21	625	45,08	201	30,26	136	25,06	112	239,56	1 074

Примечание. ЦКЗ запасы не утверждались.

**Схематическая карта  
распределения фосфоритоносных площадей на Нырмичском участке**



**Масштаб**



Фосфоритоносная площадь с глубиной залегания слоя до 10 м.

Фосфоритоносная площадь с глубиной залегания слоя > 10 м.

Цифрами даны кварталов.

**Рис. 12. Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Нырмичском участке.**

цвета, твердые, в изломе цвет такой же, как и с поверхности. Желваки имеют следующую форму:

- Желваки грубо шишковатой, слегка округленной формы (60—70%).
- Желваки округлой формы, шероховатые с поверхности, как правило, большей частью крупные (20—25%).
- Желваки шишковато-удлиненные (15—20%).

Нередко встречаются также в слое обломки фосфатизированного дерева до 20 см в длину и до 15 см в ширину. Желваки, имеющие округлую форму, очень часто заключают в себе ядра аммонитов. По наблюдениям в карьере Горшковского рудника эти отпечатки содержатся в 15% таких желваков.

Ниже желваки становятся меньше и заключающий их песок становится более глинистым.

Еще ниже мелкие желваки диаметром 2—4 см в сильно глинистом глауконитовом песке. Среди желваков фосфорита большое количество ядер фосфатизированных ауцелл.

Подсчет запасов фосфоритного концентратата Лоинского

Планшет	Квартал	Площадь в га по зонам					
		0—3	3—6	6—10	10—15	>15	Всего
Категоры							
943	11	43,49	11,18	6,14	12,58	0,10	73,49
942	12	4,68	11,52	20,45	23,39	9,25	69,29
941	16	8,72	8,27	7,86	6,81	2,99	34,65
Всего . . . . .		56,89	30,98	34,45	42,78	12,34	177,43

Средневзвешенное

Всего по Лоинскому участку разведки 1931 г. окончательно утверждено ЦКЗ:

для концентратата + 4 мм  $\frac{769,8 + 757,6 + 680,1 + 709,7}{4} = 739$  тыс. т, что соответствует

для концентратата — 4 + 0,5  $\frac{253,6 + 253,7 + 235,1 + 239,5}{4} = 245,4$  тыс. т, что соответствует

Подсчет запасов фосфоритного концентратата по планшетам и по зонам вскрыши для горни В.

№ кварталов	№ планшетов	№ участков	Площадь в га по			
			0—3	3—6	6—10	10—15
11	943	920	—	—	—	0,74
12	942	830	2,96	3,73	6,50	19,94
16	941	920	—	0,72	6,27	55,05
Всего . . . . .			2,96	4,45	12,77	75,73

Средневзвешенное по участку:

Под желвачным слоем залегает фосфоритная плита (рис. 13, слой 3), состоящая из желваков фосфорита и фосфатизированных ядер ауцелл, сцепленных фосфатным цементом в своеобразный фосфоритный конгломерат. В некоторых частях участка плита отсутствует, и тогда желвачный слой непосредственно налегает на подстилающую его волжскую глину.

Мощность плиты по всему участку довольно постоянна и колеблется в пределах 10—15 см. Двучленный характер фосфоритного слоя (плита и желвачный слой) на всей площади распространения довольно

Таблица 25

участка, утвержденных ЦКЗ. (Разведка 1931 г.)

Сухой продукт в $\text{кг}/\text{м}^2$ , вариант I	Запасы концентратса в тыс. т вариант I	Сухой продукт в $\text{кг}/\text{м}^2$ , вариант II	Запасы концентратса в тыс. т вариант II
+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5

рия A<sub>2</sub>

441	162	324,3	119,1	382	145	280,7	106,60
443	125	306,7	86,9	422	137	262,9	85,30
401	148	138,8	47,6	392	124	136,5	43,00
—	—	769,8	253,6	—	—	680,1	234,99
427	143	757,6	253,7	400	135	709,7	239,50

продуктивности  $411 \text{ кг}/\text{м}^2$ ;продуктивности  $138 \text{ кг}/\text{м}^2$ 

Таблица 26

Лоинского участка Вятско-Камского месторождения, утвержденных ЦКЗ по кате-  
(Разведка 1931 г.)

зонам		Сухая продуктивность в $\text{кг}/\text{м}^2$		Всего	
> 15	Всего	+ 4 м.м	- 4 + 0,5 м	+ 4 м.м	- 4 + 0,5 м
1,74 222,50 271,98	2,48 255,63 384,02	402 391 457	153 127 144	10 1 000 1 526	— 325 481
496,22	592,10	— 411	— 138	2 536 2 433	810 817

хорошо выдерживается. Мощность слоя в среднем колеблется от 0,61 до 0,94 м.

Являясь юго-западным продолжением Лоинского участка, Нырмический участок в отношении рельефа кровли фосфоритного слоя почти ничем не отличается от него. На нем также развиты понижения и всхолмленности; квартал № 32/949 служит ярким тому примером, он весь состоит из таких неровностей. Колебания отметок между отдельными всхолмлениями и понижениями доходят до 17 м на расстоянии 1,2 км, составляя угол уклона порядка 48—49'.

Максимальные отметки мы имеем в северной, северо-восточной и отчасти в восточной частях месторождения, где они доходят до 192 м; понижения же приурочены к западным частям и имеют предельные минимальные отметки 149 м. Таким образом, амплитуда колебаний по всему участку равна 43 м.

Качественные и количественные показатели и запасы по участку по годам разведки приведены в табл. 27—32.

**Горшковско-Пьянковский участок.** Переходим теперь к качественной и количественной характеристике фосфоритной руды так называемого Горшковско-Пьянковского участка. Этот участок является юго-восточной краевой частью фосфоритного поля, объединенного нами под

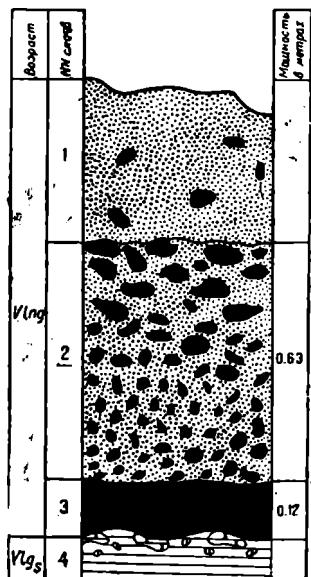


Рис. 13. Фосфоритная серия Нырмичского участка.

Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Горшковско-Пьянковском участке.

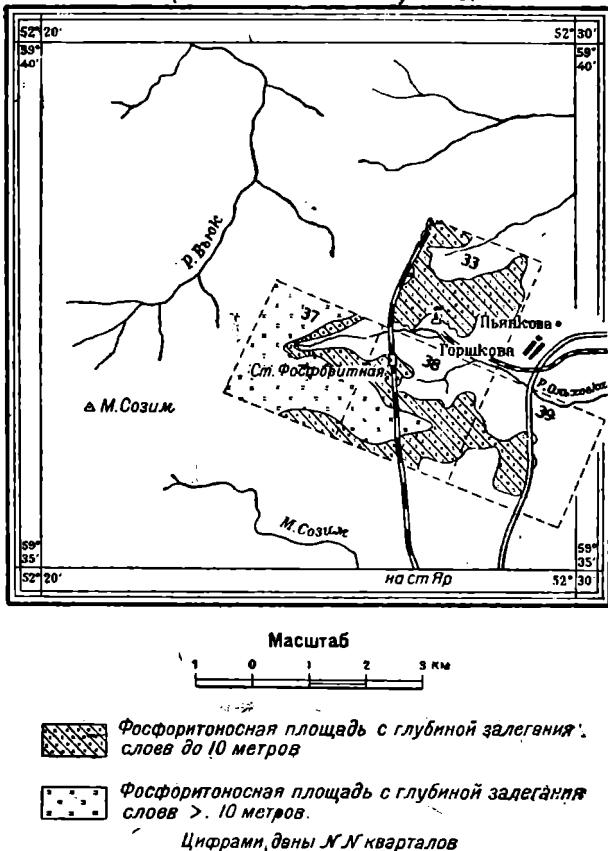


Рис. 14. Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Горшковско-Пьянковском участке.

общим названием Нырмичского участка. Горшковско-Пьянковский участок — первая освоенная промышленностью часть месторождения; по этому участку мы имеем, с одной стороны, большое количество материала, а с другой, — благодаря тому, что работы производились в разное время и по разной методике, сведение их воедино представляет значительные трудности; в то же время наличие промышленных показателей дает возможность корректировать ими не только этот, но и другие участки.

Исследовательские работы на этом участке проводились в течение ряда лет, начиная с 1912—1913 г. и в настоящее время участок эксплуатируется. Результаты работ 1918—1921 гг. опубликованы А. В. Казаковым в сборнике «Фосфориты СССР» (Издание Геолкома, 1927 г.), где имеются все сведения по этому участку.

## Опробование и механообогащение фосфоритов Нырмичского участка

№ кварталов	Количество шурфов	Мощность слоя в м	Вес 1 м <sup>3</sup> в грунту в т	%	влаги	Продук- тивность в кг/м <sup>2</sup> на сухой вес (руды)	Весовой % выхода классов по сухому весу						Продуктивность классов в кг/м <sup>2</sup> по сухому весу															
							+ 10	- 10	+ 4	- 4	+ 1	- 1	+ 0,5	- 0,5	+ 4	- 4	+ 0,5	+ 10	- 10	+ 4	- 4	+ 1	- 1	+ 0,5	- 0,5	+ 4	- 4	+ 0,5
1929 г.																												
13—18	3	0,80	1,7	13,8	1 199	21,4	5,8	8,7	64,1	27,2	—	—	257	70	104	768	327	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
22	8	0,70	1,8	14,5	1 114	36,1	7,0	10,1	46,8	43,1	—	—	480	78	112	444	558	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	2	0,65	1,8	16,3	987	35,8	6,8	6,9	50,5	42,6	—	—	350	67	69	501	413	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	2	0,75	1,8	15,6	1 199	39,4	4,3	3,7	52,6	43,7	—	—	473	52	44	620	525	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	2	1,19	2,0	17,8	1 991	43,6	4,5	8,9	43,0	48,1	—	—	867	90	178	856	957	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	2	0,66	2,2	15,7	1 246	43,2	6,6	8,5	41,7	49,8	—	—	538	82	106	520	620	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	4	0,77	1,8	12,8	984	29,9	5,0	7,0	58,1	34,9	—	—	294	49	69	579	343	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	5	0,79	1,8	17,5	1 197	34,4	6,0	8,3	51,3	40,4	—	—	412	72	99	614	484	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Средн. арифм.		0,78	1,8	15,5	1 240	35,4	5,7	7,7	51,2	41,1	—	—	459	70	98	613	529	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1931 г.																												
15	1	0,84	1,83	23,7	1 176	27,9	4,6	4,5	5,0	58,0	32,5	9,5	328	54	53	59	682	382	112	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	1	1,03	2,04	23,3	1 611	26,3	7,1	6,0	5,0	55,6	33,4	11,0	424	114	97	81	895	538	178	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3	0,93	1,91	21,3	1 402	29,1	2,1	1,6	5,0	65,2	28,2	6,6	309	25	19	59	772	334	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	6	0,88	1,93	23,6	1 301	31,6	6,3	4,4	5,0	52,7	37,9	9,4	411	82	57	65	686	498	122	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	4	0,89	2,00	24,8	1 328	33,8	7,3	4,9	5,0	49,0	41,1	9,9	499	97	64	67	651	546	131	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	5	0,51	1,50	20,9	618	37,4	7,3	4,7	5,0	45,6	44,7	9,7	231	45	29	31	282	276	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	2	0,85	1,77	19,4	1 245	32,5	7,0	3,8	5,0	51,7	39,5	8,8	404	87	47	63	644	491	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	6	1,15	2,00	22,8	1 815	29,2	15,0	7,9	5,0	42,9	44,2	12,9	531	272	143	91	778	808	234	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Средн. арифм.		0,88	1,87	22,4	1 312	30,9	7,1	4,7	5,0	52,3	38,0	9,7	372	97	63	64	716	469	127	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## Сводная ведомость химических анализов фосфоритов Нырмичского участка

Таблица 28

№ квар- талов	Классы шурфов	Химический анализ																									
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						Нерастворимый остаток						R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				CO <sub>2</sub>									
		+10	-10	+4	-4	+1	-1	+0	+4	руды не- обога- щенной	+10	-10	+4	-4	+1	-1	+0	+4	руды не- обога- щенной	+10	-10	+4	-4	+1	+4	+10	-10

1925—1926 гг.

13—18	23, 50, 51	27,24	26,70	24,30	6,38	27,10	13,58	8,42	9,83	14,59	63,38	9,06	44,00	3,83	5,00	7,45	—	—	—
22	29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37	26,28	25,43	24,17	—	26,10	—	9,81	9,84	11,80	—	9,80	—	—	—	—	—	—	—
27	41, 45	26,57	25,65	23,26	6,92	26,20	16,35	12,20	10,40	11,12	54,81	11,10	33,52	4,45	6,00	8,75	4,7	—	—
27	39, 40	26,39	25,52	23,22	7,12	26,30	16,60	9,80	9,55	12,99	49,34	9,70	30,70	—	—	—	—	—	—
27	42, 43	26,04	23,10	20,58	7,12	25,70	17,20	10,59	15,74	21,41	49,62	11,10	28,56	—	—	—	—	—	—
27	44, 47	26,34	26,04	26,68	10,12	26,24	19,51	9,86	8,74	9,31	42,53	9,70	23,36	—	—	—	—	—	—
17	18, 19, 21 и 49	—	24,03	23,93	7,38	—	—	—	13,78	13,17	59,54	—	—	—	—	—	—	—	—
17	24, 25, 26, 27 и 28	26,45	25,60	23,96	7,69	26,30	16,50	9,45	8,90	10,50	50,44	9,30	33,96	—	—	—	—	—	—
Среднее . . .		26,47	25,29	23,63	7,53	26,20	16,62	9,90	10,77	13,11	52,81	9,96	32,35	4,16	5,50	8,10	—	—	—

1931 g.

20	27, 55, 64, 448, 201	24,00	22,82	19,83	5,82	23,80	11,72	15,79	16,17	28,75	69,90	15,90	47,60	9,25	11,95	—	9,7	4,69	4,51	4,65
15																				
16																				
30	21/178, 20/86	25,56	24,23	23,10	7,62	25,10	16,25	12,27	12,61	—	—	12,30	—	7,35	10,25	—	8,03	—	—	—
36	8, 6/40, 3/15, 7/89, 5/90, 9/42	24,22	21,56	19,36	8,97	23,40	16,14	13,27	19,51	—	—	15,10	—	8,67	13,70	—	10,2	—	—	—
Среднее . . .		24,59	22,87	20,76	7,47	24,10	14,70	13,70	16,00	28,75	69,90	14,40	47,60	8,40	11,90	—	9,3	4,69	4,51	4,65

Таблица 29

Подсчет запасов фосфоритного концентратата по планшетам и по зонам вскрыши для Нырмичского участка, утвержденных ЦКЗ по категории А<sub>2</sub>. (Разведка 1929 г.)

№ планшетов	Продуктив- ность в кг/м <sup>2</sup> <sup>1</sup>	Зоны вскрыши над фосфоритным слоем в м												всего						
		0—3		3—6		6—10		10—15		>15										
		площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т	площадь в га	запас в тыс. т							
+	— 4 + 0,5	+	— 4	+	— 4 — 0,5	+	— 4	+	— 4 — 0,5	+	— 4	+	— 4 — 0,5	+						
12/524	480	130	5,9	28,3	7,6	7,9	38,0	10,3	0,9	4,3	1,2	—	—	14,7	70,6	19,10				
13/525	340	160	3,0	10,2	4,8	3,0	10,2	4,8	—	—	—	—	—	6,0	20,4	9,6				
18/526	320	110	17,1	54,8	18,8	32,2	103,0	35,4	—	—	—	—	—	49,3	157,8	54,2				
17/527	430	120	58,6	252,0	70,4	84,5	364,0	101,0	25,6	110,0	30,6	11,7	50,2	14,0	180,4	776,2	216,0			
22/528	480	120	2,4	11,6	21,9	51,7	248,1	62,0	31,5	151,2	37,8	38,4	184,3	46,0	68,5	328,8	82,3	192,5	924,0	231,1
27/529	610	150	—	—	—	65,5	399,5	98,0	37,0	226,0	55,5	39,3	239,7	58,9	50,7	309,3	76,1	192,5	1 174,5	288,5
Итого . . .			87,0	356,9	104,5	244,8	1 162,8	311,5	95,0	491,5	125,1	89,4	474,2	118,9	119,2	638,1	158,4	635,4	3 123	818

<sup>1</sup> Приведенные цифры продуктивности приняты ЦКЗ при утверждении запасов.

Таблица 30

Запасы по планшетам и зонам вскрыши по Нырмичскому участку. (Разведка 1930 г.)

№ кварталов	Продук- тивность в кг/м <sup>2</sup>	0—3		3—6		6—10		10—15		>15		Всего	
		площадь в га	запас в тыс. т										
26	450	—	—	11,74	53	40,10	180	43,31	195	155,60	700	250,75	1 128
31		3,51	16	76,61	345	42,33	190	6,95	31	4,37	19	133,77	601
Итого . .	450	3,51	16	88,35	398	82,43	370	50,26	226	159,97	719	384,52	1 729

Примечание. Запасы ЦКЗ не утверждались.

Запасы Нырмичского участка разведки 1931 г., утверждены ЦКЗ, категория А<sub>2</sub>

План-шеты	Квар-тал	Площадь в га для зон						Продуктивность в кг/м <sup>3</sup> , вариант I, (сухой вес)		Запасы в тыс. т		Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , вариант II, (сухой вес)		Запасы в тыс. т	
		0—3	3—6	6—10	10—15	15	Всего	+ 4	— 4 + 0,5	+ 4	— 4 + 0,5	+ 4	— 4 + 0,5	+ 4	— 4 + 0,5
944	15	16,18	15,93	—	—	—	32,11	382	112	122,7	36,0	337	99	103,2	31,8
945	16	21,69	10,37	—	—	—	32,06	492	159	158,0	51,0	491	167	157,4	53,5
946	20	—	9,21	12,22	12,68	5,00	39,11	490	98	191,5	38,5	338	70	132,2	27,4
947	25	3,90	20,84	27,29	22,30	11,29	85,62	411	104	352,0	89,5	493	122	421,3	104,5
948	30	1,27	10,58	22,91	24,04	24,20	83,10	551	133	458,5	110,6	479	115	398,0	95,6
949	32	—	5,95	40,90	45,48	34,15	126,48	286	55	360,0	69,2	330	72	417,4	91,9
950	35	—	10,67	25,85	20,15	3,70	60,37	751	202	453,7	139,6	491	110	296,4	66,4
951	36	1,30	39,22	45,68	18,34	10,72	115,26	728	188	839,2	217,9	510	149	587,8	171,7
Всего		44,44	122,77	174,85	142,99	89,06	574,11	—	—	2 936	752	—	—	2 519	642
При пересчете на продуктивность средневзвешенную . . . . .								493	129	2 831	741	434	113	2 492	649

Всего по Нырмичскому участку 1931 г. окончательно утверждено ЦКЗ:

$$\text{для концентраты} + 4 \text{ мм} \quad \frac{2936 + 2831 + 2519 + 2492}{4} = 2695 \text{ тыс. т;}$$

$$\text{для концентраты} -4 + 0,5 \quad \frac{752 + 741 + 642 + 649}{4} = 696 \text{ тыс. т}$$

Таблица 32

Подсчет запасов фосфоритного концентраты по планшетам и по зонам вскрыши для Нырмического участка Вятско-Камского месторождения, утвержденные ЦКЗ. (Разведка 1931 г.)

Квартал	Планшет	Площадь в га для каждой зоны						Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> по концентрату (сухой вес)		Запасы концентраты в тыс. т	
		0—3	3—6	6—10	10—15	> 15	Всего	+ 4	— 4 + 0,5	+ 4	— 4 + 0,5
К а т е г о р и я В											
16	945	3,60	2,40	0,10	—	—	6,10	538	178	32,8	10,9
20	946	—	—	2,61	7,95	90,50	101,06	437	90	441,6	91,0
25	947	—	4,88	10,69	10,10	23,70	49,37	493	122	243,4	60,2
30	948	—	11,29	19,44	32,13	110,59	173,43	546	131	946,9	227,24
32	949	—	5,43	41,78	58,65	176,39	282,08	276	60	778,5	169,2
35	950	—	7,17	12,38	22,75	40,52	82,82	491	110	406,6	91,1
36	951	0,50	1,27	8,54	21,62	28,93	60,86	803	234	488,7	124,4
Всего . .		4,10	32,44	95,54	153,20	470,63	755,60	—	—	3 338,5	792,0
По средневзвешенной продуктивности участка . . . . .											
К а т е г о р и я С <sub>1</sub>											
20	946	—	—	—	0,10	16,28	161,38	437	90	705	145,2
30	948	—	—	—	2,48	31,34	33,82	546	131	184,7	44,3
35	950	—	—	0,25	3,32	218,30	221,88	491	110	1 089,4	244,1
36	951	—	0,10	3,13	10,34	65,06	76,63	803	234	631,4	184,0
Всего . .		—	0,10	3,38	16,25	475,98	495,71	—	—	2 610,6	617,6
По средневзвешенной продуктивности участка . . . . .											
469,4											
121,2											
2 327											
601											

Строение фосфоритной серии в пределах Горшковско-Пьянковского участка не отличается от такового на вышеописанном Нырмичском участке.

Несколько своеобразное строение имеет надфосфоритная серия в разрезах карьеров 1933 г. Горшковского и Пьянковского отводов.

В карьере № 4 Горшковского отвода мы наблюдаем такой разрез (сверху):

1. Красно-бурая глина, книзу делается песчаной и принимает сероватую окраску, глина изобилует обуглившимися остатками растений. Мощность . . . . . 2,5 м
2. Серо-зеленый глинистый глауконитовый песок; на контакте с вышележащим слоем имеется прослой до 5 см фосфоритного и кремневого гравия. Мощность . . . . . 1,20 "
3. Голубовато-черная комковатая слюдистая глина . . . . . 0,48 "
4. Серовато-зеленый глауконитовый, сильно уплотненный песок. Мощность . . . . . 0,70 "
5. Фосфоритный слой (ниже уровня карьера).

Несколько ближе к забою того же карьера под красно-буровой глиной, мощностью до 2 м, залегает прослой буроватого, сильно глинистого песка. Мощность . . . . . 0,4 .

Ниже — голубоватая, комковатая глина с фосфоритным гравием в нижней части.

Красно-бурая глина входит в нижележащие черную глину и глауконитовый песок в виде карманов.

Западный карьер Пьянковского отвода (описание сверху).

1. Почва . . . . . 0,25 м
2. Красно-желто-бурая глина, в нижней части принимает серовато-голубоватую окраску и становится песчаной, в подстилающую черную глину входит в виде клина („косы“). Мощность . . . . . 2 "
3. Черная, слюдистая, с включением пирита глина, в нижней части с небольшими прослойками глауконитового песка и с включением гравия фосфорита. Мощность . . . . . 1,60 .
4. Темнозеленый, глинистый глауконитовый песок, на обнаженной поверхности покрывающийся белым налетом; в песке встречается гравий фосфорита. Мощность . . . . . 0,75 "
5. Черная слюдистая глина, совершенно схожая с глиной слоя № 3. Мощность . . . . . 0,40 "
6. Зеленовато-серый, очень плотный глинистый глауконитовый песок. Мощность . . . . . 0,85 "
7. Фосфоритный слой в темнозеленом глауконитовом песке.

В отношении качественных и количественных показателей по Горшковско-Пьянковскому участку мы ограничимся приведением из упомянутой выше работы А. В. Казакова ряда таблиц по количественной характеристике участка и по запасам, а также аналитических данных, полученных рудоуправлением Вернекамского фосфоритного рудника.

Все эти сведения представлены в табл. 33—38.

Таблица 33  
Средние пробы по шурфам инж. Левина 1913 г.

№ шурфов	Аналитические данные		
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
I-II	25,6	6,2	—
IV }	26,6	6,6	—
VI }			
IX	28,2	7,2	4,3
X, XI	26,0	7,0	4,2
XII	25,8	—	3,5
Среднее	26,6	7,0	4,0

Примечание. Крупность материала не указана, но, судя по описанию, соответствует классу +5 м.м.

Таблица 34

Химические анализы пробы фосфоритной руды с площади в 73 м<sup>2</sup>

Классы в м.м.	Аналитические данные в %					Примечание
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Нерастворимый остаток	
+ 10	26,48	4,11	2,91	4,82	8,30	Механическая мойка на чаше Камарницкого
- 10 + 3	27,79	—	—	—	8,02	
+ 10	26,40	5,85	3,83	—	10,81	Ручная мойка на ваншерде
- 10 + 3	27,56	—	—	—	8,76	

Таблица 35

## Химические анализы вторично промытой руды

Классы в м.м.	Весовой выход в %	Аналитические данные в %				
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
+ 40	21,00	27,22	3,17	1,90	40,98	0,70
40—20	28,20	27,88	3,29	2,01	42,27	0,73
20—10	27,24	28,29	3,97	2,13	43,32	0,82
10—7	9,23	28,23	3,61	1,68	42,79	0,74
7—5	6,03	27,42	4,12	2,03	41,54	0,80
5—3	4,73	26,78	4,50	2,04	41,12	0,86
3—2	1,70	26,75	5,11	1,74	40,05	0,81
2—1,5	0,70	26,42	5,38	2,44	39,29	0,83
1,5—1	0,65	26,56	5,12	2,24	39,33	0,90
Среднее	100	27,77	3,65	1,99	42,14	0,76

Примечание. Генеральная проба из шурфов разведки Левина 1913 г., вторично перемытая в лаборатории. Анализы химика В. Е. Олефинского.

Таблица 36

## Химические анализы средних проб по разведочным шурфам 1912 г. Горшковский участок

№ шурфов	Аналитические данные в %				
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
5	25,74	4,42	2,08	41,82	0,70
8	25,58	4,17	2,03	41,82	0,65
10	26,07	3,89	2,40	42,57	0,62
11	26,38	3,78	2,14	42,56	0,57
14	25,27	3,90	2,96	40,53	0,62
15	26,59	4,54	3,67	—	0,67
Среднее	26,00	4,10	2,38	41,67	0,64

Примечание. Пробы взяты в присутствии К. М. Скородумова и геолога А. А. Чернова. Анализы химика Н. Хлопина, сельскохозяйственная химическая лаборатория Пермского земства.

Таблица 37

Средний состав генеральных проб по работам  
1912, 1913 и 1925 гг.

Наименование участка	Год исследования	Аналитические данные в %	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Горшковский . . . . .	1912	26,00	6,48
Пьянковский . . . . .	1913	26,66	7,00
Нырмичский . . . . .	1925	27,45	5,30

Примечание. Класс не указан, но близок к +5 мм.

В результате такой характеристики средних проб руды по участкам А. В. Казаков приходит к следующему выводу: «при прочих равных условиях средний состав фосфоритов северных участков (Нырмичский) выше по сравнению с южными (Горшковский), где получает сильное развитие глауконитовая генерация. Пьянковский участок занимает промежуточное положение». Далее А. В. Казаков пишет: «эти цифры, констатирующие ухудшение качества массовых проб фосфоритов южного района, заставили более детально разобраться в химическом составе и продуктивности фосфоритной серии».

Результаты этой работы (1920—1921 гг.) сведены им в табл. 38.

Таблица 38

Характеристика слоя	Мощность	Продуктивность в кг/м <sup>2</sup>	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в %
Из верхней 1/3 главного слоя . . . . .	0,21	230	20,5
Из нижней 2/3 главного слоя . . . . .	0,42	507	26,5
Из ауцеллового слоя . . . . .	0,21	108	27,3
Суммарно-средн. цифры	0,84	845	25,0

А. В. Казаков считает, что эти данные подтверждают ранее высказанные предположения о значительном развитии в южных районах глауконитовой генерации, приуроченной к верхней части слоя, и увеличении продуктивности слоя. Для более полной качественной характеристики фосфоритов Горшковско-Пьянковского участка остается еще упомянуть об анализах повагонных проб, которые за последнее время отбирались при эксплоатации месторождения. Метод отбора проб был следующий: при погрузке в вагоны из каждой вагонетки лопатой берется не менее 5 кг. Вся отобранная из партии проба квартованием доводится до 200 кг, определяется влажность. Далее последовательным дроблением до 26, 10 и 0,5 мм проба доводится до 50, 10 и 2 кг и поступает в химическую лабораторию на анализ (табл. 39—42).

Таблица 39

Массовые пробы, отобранные в период времени с 19/III по 15/V 1933 г. Класс  $+4 \text{ мм}$

Количество вагонов	Аналитические данные в % от—до		
	Влага	$P_2O_5$	$R_2O_3$
202	1,6—26,0 2,38	19,2—27,05 24,2	6,92—11,4 8,43
Суммарно-среднее 202			

Примечание. Анализы произведены в химической лаборатории Пермской ж. д.

Таблица 40

Анализы массовых проб, отобранных из нескольких вагонов каждая, в период времени с 29/V по 26/VI 1933 г. Класс  $+4 \text{ мм}$

Аналитические данные в %	
$P_2O_5$	$R_2O_3$
22,96—26,11 Среднее: 24,2	6,03—11,15 8,1

Примечание. Анализы произведены в химической лаборатории Пермской ж. д.

Таблица 41

Анализ массовых проб, отобранных с одной баржи, в период времени с 15 по 29/V 1933 г. Класс  $+4 \text{ мм}$

Аналитические данные в %		
Влага	$P_2O_5$	$R_2O_3$
11,2—14,6 Среднее: 12,42	20,55—24,85 23,36	6,97—10,03 7,86-

Примечание. Анализы произведены в химической лаборатории Пермской ж. д.

Таблица 42

Анализы проб, отобранных с конвейера в период времени с 15 по 29/X 1933 г. Класс  $+4 \text{ мм}$

Аналитические данные в %				
$P_2O_5$	$R_2O_3$	$SiO_2$	CaO	MgO
24,52	7,82	12,09	46,04	1,45
24,55	8,82	13,27	43,20	1,35
25,41	7,02	—	—	—
24,40	7,65	—	—	—
25,27	7,55	—	—	—
Среднее 24,83	7,77	12,68	44,68	1,40

Примечание. Анализы произведены в лаборатории Пермской ж. д.

Сводя данные последних четырех таблиц в одну, будем иметь картину, характеризующую сырье (концентрат), поступающее на химический завод (табл. 43).

В 1933 г., когда возник вопрос о том, откуда будет снабжаться сырьем строящийся Ревдинский химический комбинат, по заданию НИИУ, в связи со взятием проб для технологических опытов, было произведено качественное и количественное опробование фосфорита в Горшковском и Пьянковском карьерах этого участка. Полученные результаты сведены в табл. 44.

В последнем примере обращает на себя внимание чрезвычайно низкое процентное содержание  $P_2O_5$  для концентрата  $+4$  мм, тем не менее подобные случаи возможны.

Принимая для концентрата класса  $+4$  мм среднюю влажность в 5%, продуктивность по сухому весу будет равна:

$$448 - \frac{448 \cdot 5}{100} = 426 \text{ кг/м}^2.$$

Для определения расчетной продуктивности заслуживают внимания полученные нами от рудоуправления сведения о добыче за июнь, июль и август 1933 г., которые мы и приводим в табл. 45.

В эту таблицу необходимо внести корректизы в отношении процента потери; фактический объем в грунте равен 30 140  $\text{м}^3$ ; принимая объемный вес в грунте 1,8 т, мы должны были получить 54 300 т фосфоритной руды. При выходе концентрата класса  $+4$  мм в 45% должны были получить 24 500 т концентрата  $+4$  мм, а получили 20 931 т, т. е. процент потерь равен 14,5%, иначе говоря, продуктивность концентрата класса  $+4$  мм по сырому весу, по данным рудоуправления, равна 448  $\text{кг/м}^2$ .

Для подсчета запасов А. В. Казаковым для класса  $+4$  мм взята средняя расчетная продуктивность в 400  $\text{кг/м}^2$ . Распределение площади по зонам вскрыши и запасы приведены в табл. 46.

Таблица 46

Запасы фосфоритного концентрата класса  $+4$  мм по планшетам и зонам вскрыши Горшковско-Пьянковского участка. (Разведка 1918—1921 гг.)

№ план- шетов	Продук- тивность в $\text{кг/м}^2$	Зона 0—3		3—6		6—10		> 10		Всего	
		площадь в га	запасы в тыс. т								
33/4	426	37,8	161	65,4	278	87,6	373	63,1	269	253,9	1 082
37/5	—	—	—	10,1	43	36,1	154	355,7	1 515	401,9	1 712
38/6	—	67,7	288	74,6	318	67,2	286	75,7	322	285,2	1 214
39/7	—	36,2	154	18,5	79	14,0	60	8,2	35	77,0	328
Всего:	—	141,7	603	168,6	718	205,0	873	502,7	2 141	1 018	4 336

Причение. Запасы ЦКЗ не утверждены, часть из них уже выработана.

Таблица 44

## Полевое опробование и мокрое обогащение фосфоритной руды. (Сентябрь 1933 г.)

Мощность руды в м	Мощность слоя в м	Сечение по слою в м <sup>2</sup>	%	% выхода по сухому весу			Продуктивность			Химический анализ									
										P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
				+ 4	- 4 + 0,5	- 0,5	руды	+ 4	- 4 + 0,5	- 0,5	руды	+ 4	- 4 + 0,5	- 0,5	руды	+ 4	- 4 + 0,5	- 0,5	руды
Горшковский участок, карьер 1																			
4,00	0,48	0,95	18	45,6	4,6	49,8	100	357	36	390	783	24,93	15,61	5,63	14,89	5,05	11,36	24,47	15,01
Горшковский участок, карьер 4																			
4,85	0,70	0,81	19	49,8	2,8	47,4	100	449	25	427	901	25,14	24,01	7,24	16,56	7,43	12,41	17,96	12,54
Пьянковский участок, карьер 1																			
7,00	0,46	0,84	17	58,4	5,4	36,2	100	466	43	289	793	21,53	17,67	6,27	15,07	5,15	4,50	20,54	10,67

Таблица 45

## Сведения о добыче за июнь, июль и август 1933 г.

Участки	Площадь в м <sup>2</sup>	Мощность в м	Объем в грунте	Добыто сырой руды	Получено из нее концен- транта в т	Продуктив- ность сырой руды в кг/м <sup>2</sup>	Продуктивн. концентраты класса + 4 в кг/м <sup>2</sup>	% выхода класса + 4	% потери
Горшковский рудник . .	39 900	0,58	23 142	46 519	20 983	852	383	45	12
Пьянковский рудник . .	14 900	0,53	7 897	46 519	20 983	852	383	—	—
Среднее . . . . .	54 800	0,55	30 140						

## Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Сеимском участке

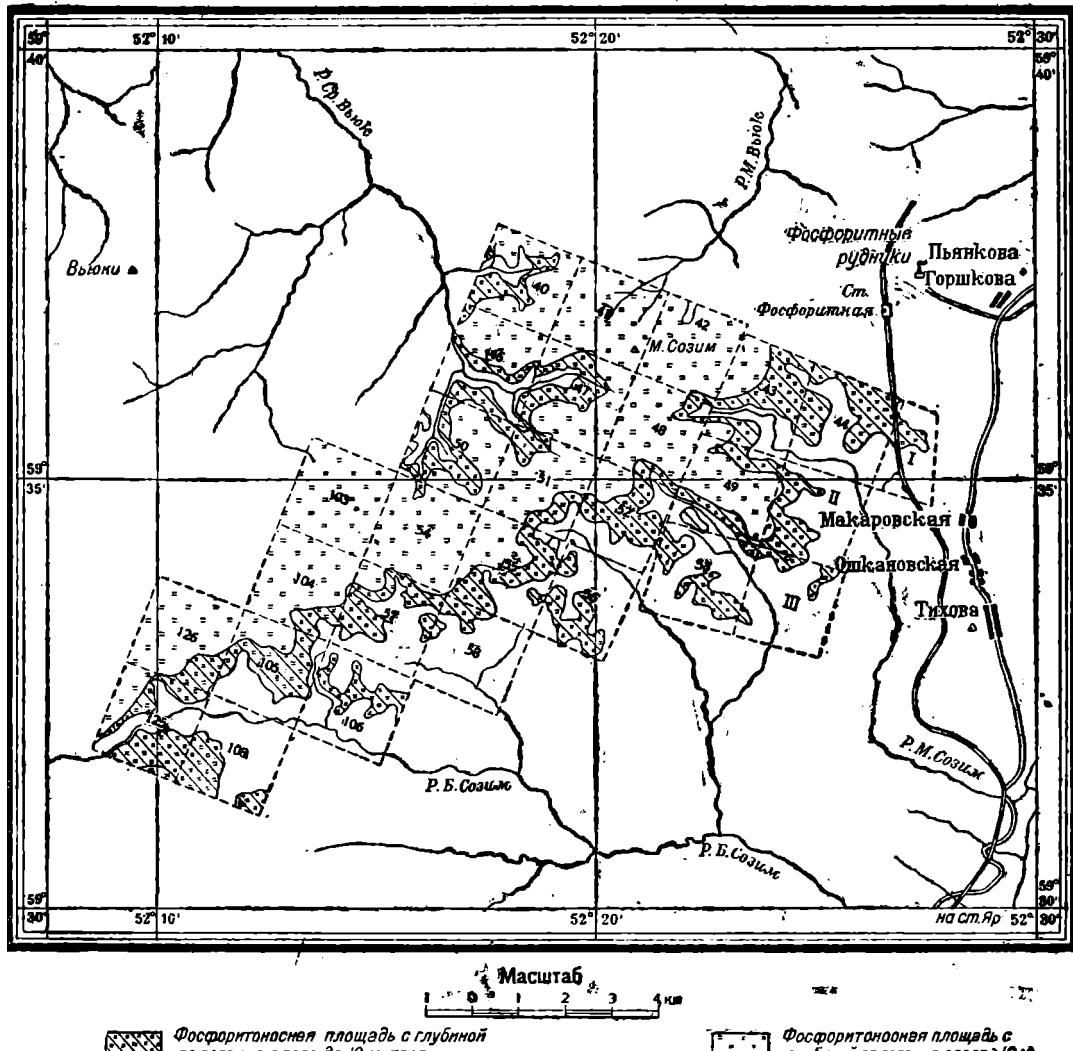


Рис. 15. Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Созимском участке

**Созимский участок.** Первые сведения о фосфоритоносности этого обширного района были получены в 1928 г., когда был пройден маршрутный ход от Горшковского рудника в направлении к Дедовским починкам. В 1929 г. НИУ были поставлены разведочные работы на Малосозимском участке на площади 16 км<sup>2</sup> (планшеты 43/531, 44/530, 49/532 и 53/533). С 1930 г. работы по разведке были продолжены в юго-западном направлении на площади 40 км<sup>2</sup> (планшеты 40/820, 41/821, 42/822, 46/823, 47/824, 48/825, 51/827, 52/828, 55/830, 56/831) и, наконец, в 1931 г. в пределах выделенного нами Созимского участка были проведены разведочные работы на планшетах I/784, II/785, III/952, дополнительно на планшете 52/533 1929 г. Прирудничного участка и на планшетах 50/826, 54/829, 55/830, 56/831, 104/954, 57/955, 58/956, 59/957, 126/958, 105/959, 106/960, 125/961, 108/962 Большесозимского участка. Всего таким образом разведано 66 км<sup>2</sup>.

Строение фосфоритного слоя на площади Созимского участка может быть представлено в следующем виде (снизу):

На размытой поверхности волжских глин залегает ауцелловый плитняк (рис. 16, слой 3), состоящий из фосфатизированных ядер ауцеля отдельных желваков фосфорита, скементированных фосфатом в плиту. Мощность до 0,15 м.

Желвачный фосфоритный слой в темнозеленом глауконитовом песке (рис. 16, слой 2). В верхней части (0,3—0,4 м), как правило, желваки фосфорита менее сгруженны, но отличаются большей крупностью (до 0,2 м в диаметре), а в нижней желваки размером меньше, но количество их значительно увеличивается. Необходимо отметить, что в южных частях участка глауконитовый песок становится сильно глинистым и уже в пределах кварталов 106 и 108 переходит в песчаную глину. Мощность верхнего прослоя до 0,7 м. Общая мощность слоя доходит до 0,9 м.

На основании имеющихся данных можно составить себе ясное представление о характере поверхности фосфоритного слоя. Созимский участок располагается в восточной части котловины. Рельеф слоя по всему участку в целом может характеризоваться как неспокойный. Одновременно с общим понижением к западу и юго-западу имеется значительное количество понижений и всхолмленности, располагающихся без какой-либо закономерности. Так, в пределах квартала 40/820 в северной его части мы имеем всхолмленность и впадину, с колебанием в них отметок от 177 до 167 м на расстоянии 500 м, т. е. уклон равен 1° 10'. Не всегда поднятия и понижения имеют соответственно куполообразную и воронкообразную форму: через квартал 41/821 протягивается впадина, имеющая корытообразную форму; в пределах квартала 41/821 она тянется с северо-запада на юго-восток, а перейдя в квартал 42/822 изменяет направление на северо-восточное.

Как правило максимальные отметки имеют части залежи, располагающиеся по юго-восточной окраине, понижения приурочены к северо-западной, западной и юго-западной частям.

Разность отметок в пределах всего участка равна 25 м, от 188 м на квартал 52/828 до 163—квартал 125/961.

В табл. 47—56 приведены основные качественные и количественные показатели и запасы по отдельным частям участка.

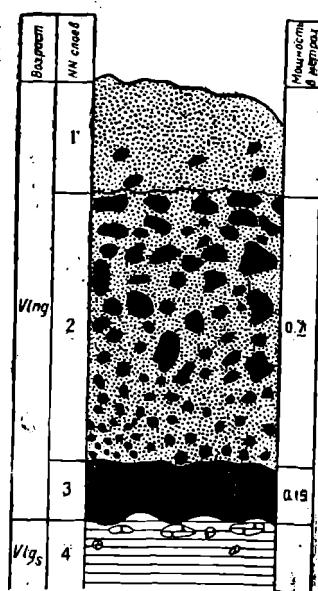


Рис. 16. Фосфоритная серия Созимского участка.

Химические анализы фосфоритов по маршрутному ходу 1927 г.

№ по порядку	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					CO <sub>2</sub>		Нерастворимый остаток						
	+	25	25—10	10—3	4—10	+	25	25—10	10—3	+10	3	+	25	+	25	25—10	10—3	+10	3
1	26,50	25,64	20,71	25,9	24,90	6,20	6,55	11,05	6,4	7,3	4,81	12,45	11,9	19,90	12,1	13,6			
2	27,38	25,06	24,34	25,3	24,76	6,65	8,55	10,15	8,3	8,6	4,91	9,54	12,9	14,50	12,1	12,7			
Среднее	26,94	25,40	22,52	25,6	24,80	6,42	7,50	10,60	7,4	7,9	4,86	10,99	12,4	17,20	12,1	13,2			

Сводная таблица опробования и механообогащения

№ кварталов	Коли- чество шурфов	Мощ- ность слоя	Вес 1 м <sup>3</sup> в грунту в т	% влаги руды	Продуктив- ность кг/м <sup>2</sup> на сухое вещество (руды)	Весовой % выхода		
						+ 10	- 10	+ 4
1928 г.								
Маршрутный ход	5	0,83	2,1	19,0	1 733	33,1	7,4	5,1
Среднее		0,83	2,1	19,0	1 733	33,1	7,4	5,1
1929 г.								
Малосозимский участок	5	0,81	1,8	17,5	1 156	36,9	5,0	6,5
	3	0,93	1,9	17,4	1 428	32,6	5,5	6,4
	5	0,73	1,8	17,8	1 106	38,6	4,7	6,4
	2	0,68	2,2	16,1	1 291	40,5	4,6	5,4
Среднее		0,79	1,9	17,2	1 245	37,1	4,9	6,1
1930 г.								
40	4	0,74	2,20	22,13	1 246	30,6	2,3	1,7
41	1	0,49	1,84	23,00	649	30,1	0,8	0,6
46	4	0,62	1,99	20,17	1 042	31,4	6,2	4,0
47	8	0,82	1,92	19,16	1 340	30,2	4,5	2,3
48	3	0,85	1,97	16,43	1 387	36,5	5,4	3,6
51	9	0,78	2,02	21,00	1 250	42,2	2,7	1,6
52	8	0,82	1,86	21,60	1 175	33,3	5,2	2,7
55	5	0,65	2,15	20,30	1 127	37,3	6,4	3,6
56	2	0,66	2,04	24,00	907	29,7	10,5	5,6
Среднее		0,71	2,00	20,76	1 236	33,4	4,8	2,8
1931 г.								
53/533	11	0,82	1,96	27,2	1 168	21,8	11,7	10,3
1/784	3	0,96	1,73	26,4	1 198	33,1	9,8	5,4
2/785	8	1,07	2,02	22,8	1 647	26,3	12,7	8,0
3/952	3	1,23	1,70	22,5	1 571	23,4	8,9	5,8
57/955	10	0,86	2,01	20,7	1 381	28,0	10,5	7,7
58/956	4	0,74	2,00	23,6	1 103	25,9	14,4	9,2
105/959	7	0,82	1,94	20,5	1 172	34,0	6,6	5,3
50/826	6	0,82	2,28	22,4	1 439	42,7	4,7	2,2
106/960	8	0,90	1,75	20,7	1 304	26,5	15,4	11,6
106/962	2	0,53	1,99	20,8	842	44,8	10,3	7,1
125/961	6	0,58	2,25	20,5	1 014	44,2	6,0	6,4
126/958	3	0,74	2,13	21,2	1 243	42,0	8,5	5,1
54/829	1	0,70	1,98	21,7	1 087	39,2	5,6	3,8
Среднее		0,82	1,98	22,4	1 244	33,2	9,6	6,7

Таблица 47

## Фосфоритного слоя Созимского участка

Классов по сухому весу				Продуктивность классов по сухому весу в кг/м <sup>2</sup>							
- 1+0,5	- 0,5	+ 4	- 4+0,5	+ 10	- 10+4	- 4+1	- 1+0,5	- 0,5	+ 4	- 4+0,5	
1928 г.											
59,2	40,5	—	553	137	91	952	690	—			
59,2	40,5	—	553	137	91	952	690	—			
1929 г.											
51,6	41,9	—	425	59	79	595	484	—			
55,5	38,1	—	465	78	91	794	543	—			
50,3	43,3	—	427	52	70	557	479	—			
49,5	45,1	—	523	59	70	639	582	—			
51,7	42,0	—	460	62	80	643	522	—			
1930 г.											
5,0	60,3	32,9	6,7	381	28	21	65	751	421	89	
5,0	63,5	30,8	5,6	209	6	4	35	440	215	39	
5,0	54,3	37,6	9,0	327	65	42	52	566	392	94	
5,0	58,0	34,9	7,4	405	60	32	66	777	465	98	
5,0	49,5	41,9	8,6	506	74	50	70	687	580	119	
5,0	48,7	44,9	6,6	505	34	19	63	629	538	82	
5,0	54,8	38,5	7,7	390	60	32	58	644	450	81	
5,0	50,6	43,7	8,6	425	62	32	56	552	487	88	
5,0	49,2	40,2	10,6	269	95	51	45	447	348	104	
5,0	54,0	38,2	7,8	380	56	31	56	713	436	87	
1931 г.											
5,0	51,2	33,5	15,3	255	136	120	59	598	391	179	
5,0	46,7	42,9	10,4	397	117	65	60	559	314	125	
5,0	48,0	39,0	18,0	434	209	132	82	798	643	214	
5,0	57,2	32,0	10,8	368	135	91	78	899	503	169	
5,0	48,8	38,5	12,7	386	145	107	69	674	531	176	
5,0	45,5	40,3	14,2	285	159	102	55	502	444	157	
5,0	49,1	40,6	10,3	399	77	62	58	576	476	120	
5,0	45,4	47,4	7,2	615	67	31	72	654	682	103	
5,0	41,5	41,9	16,6	346	200	151	65	542	546	216	
5,0	33,3	54,6	12,1	373	87	60	42	280	460	702	
5,0	36,4	52,2	11,4	448	81	65	51	369	529	116	
5,0	39,4	50,5	10,1	522	106	63	62	490	628	125	
5,0	46,4	44,8	8,8	426	61	41	54	505	458	95	
5,0	45,5	42,8	11,7	405	121	84	62	572	526	146	

## Сводная ведомость

СТВОРИМЫЙ ОСТАТОК	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						CO <sub>2</sub>					
	1	4	7	4	10	-10 + 4	1	4	1	4	10	-10 + 4
руда необогащенная												
год												
20,27	64,96	11,45	42,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20,77	64,17	11,90	36,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,40	53,12	8,60	31,53	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,43	61,13	21,90	45,57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16,22	60,84	13,46	39,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
год												
15,20	—	10,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15,02	—	10,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16,82	—	13,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,71	52,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15,14	52,44	11,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
год												
26,28	63,35	21,70	44,35	9,12	11,03	—	—	9,30	—	4,23	3,97	4,22
21,15	51,42	17,40	36,98	8,10	14,60	—	—	9,45	—	3,20	2,27	3,00
16,24	—	13,40	—	7,20	—	—	—	—	—	5,34	—	—
19,16	62,18	—	—	6,00	—	—	—	—	—	5,60	—	—
—	47,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16,27	61,27	13,50	41,09	9,15	—	—	—	—	—	5,67	3,73	5,30
19,53	58,46	—	—	6,55	9,30	—	—	—	—	4,84	7,14	5,07
26,35	60,68	15,30	44,40	6,10	9,05	13,10	13,50	6,8	11,38	3,94	2,67	3,62
15,81	—	18,90	—	8,05	9,05	—	—	8,07	—	4,94	5,58	4,70
12,13	52,60	—	—	5,60	10,65	—	—	—	—	3,97	6,84	—
16,75	57,72	—	—	6,40	8,50	—	—	—	—	—	—	—
17,70	—	12,20	—	6,70	8,15	—	—	6,70	—	5,57	7,20	5,80
18,85	57,05	16,05	41,65	7,18	10,04	13,10	13,50	7,74	11,38	4,73	4,92	5,53
год												
—	—	—	14,70	—	7,72	8,50	—	—	8,20	—	—	—
—	—	—	11,10	—	7,60	8,90	—	—	8,020	—	4,94	4,99
15,48	52,84	11,05	35,08	6,05	8,15	21,20	11,48	6,50	10,26	5,81	—	—
13,41	43,45	12,40	22,79	7,50	9,02	11,50	21,45	7,90	15,33	4,90	—	—
16,00	41,88	13,20	41,80	9,77	10,46	10,78	24,92	9,90	18,71	—	—	—
18,58	47,55	13,70	45,14	7,98	14,44	23,19	7,85	7,85	17,89	—	—	—
28,92	54,50	11,70	29,07	6,66	12,00	16,60	22,93	7,85	18,90	5,64	3,83	—
10,20	36,54	9,50	18,02	5,50	4,40	4,09	20,92	5,36	10,12	—	5,10	—
17,70	47,80	—	—	4,53	—	11,40	22,10	—	4,90	—	6,47	—
17,27	46,45	12,17	32,98	7,03	8,49	11,93	21,68	7,63	14,87	5,24	4,86	4,90
6*												

Таблица 50

Подсчет запасов фосфоритного концентратата по планшетам и по зонам вскрыши для М. Созимского участка, утвержденным ЦКЗ.  
(Разведка 1929 г. Категория А<sub>2</sub>)

№ планшетов	Продуктивность <sup>1</sup> в кг/м <sup>2</sup>	Зоны вскрыши над фосфоритным слоем												Всего				
		0—3		3—6		6—10		10—15		> 15								
		площадь в га	запасы в тыс. т	площадь в га	запасы в тыс. т	площадь в га	запасы в тыс. т	площадь в га	запасы в тыс. т	площадь в га	запасы в тыс. т							
		+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	площадь в га	запасы в тыс. т	запасы в тыс. т				
44/530	480	120	81,5	391,0	106,0	73,5	353,0	95,2	1,3	6,2	1,6	—	—	—	156,3	750,2	202,8	
43/531	490	120	10,0	49,0	12,0	63,0	309,9	75,5	84,8	415,0	102,0	46,3	227,0	55,6	81,8	400,8	98,1	285,9
49/532	460	140	4,0	18,4	5,6	40,5	186,0	56,5	57,7	237,8	72,4	88,6	407,6	124,0	144,8	666,0	202,7	329,6
Итого	—	—	95,5	458,4	123,6	177,0	848,0	227,2	137,8	659,0	176,0	134,9	634,6	179,6	226,6	1 066,8	300,8	771,8
																3677,0	1 007	

<sup>1</sup> Приведенные цифры продуктивности приняты ЦКЗ при утверждении запасов.

Таблица 51

Подсчет запасов фосфоритного концентратата по планшетам Созимского участка. (Разведка 1930 г. Категория A<sub>2</sub>)

№ планшетов	Квартал	Площадь в га по зонам						Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , I вариант (сухой вес)	Запасы концентратата, в тыс. т		Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , II вариант (сухой вес)	Запасы концентратата по II варианту			
		0—3	3—6	6—10	10—15	> 15	всего		+ 4 <sup>1</sup>	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4		
820	40	3,13	20,76	43,11	32,32	22,71	122,03	392	82	478,4	99,7	376	78	458,8	95,2
821	41	—	—	5,51	11,05	12,75	29,31	216	40	63,3	11,6	276	50	80,9	14,7
823	46	2,55	39,20	33,49	28,65	8,72	112,61	407	95	458,3	107,5	413	103	465,1	116,0
824	47	4,02	45,79	61,63	38,18	45,38	198,21	416	89	804,7	172,6	418	88	807,6	170,0
825	48	—	2,53	8,69	11,34	9,45	32,01	720	13	232,4	27,4	464	95	148,5	30,4
827	51	0,11	29,57	50,96	50,57	81,46	212,70	532	73	1 127,8	164,7	552	77	1 174,1	163,8
828	52	11,26	92,55	16,44	14,70	9,31	144,26	429	85	618,4	121,9	365	72	526,2	103,8
830	55	19,96	85,20	27,57	18,99	4,31	156,03	496	78	773,7	121,3	497	91	775,5	142,0
831	56	84,60	16,28	—	—	100,90	306	102	308,9	102,9	375	99	378,4	99,9	
Всего		125,63	331,88	247,40	205,70	192,38	1 103,00	442	87	4 866	930	—	—	4 815	936
По средневзвешенной продуктивности . . . . .										487	958	415	89	4 578	926

Всего по Созимскому участку по категории A<sub>2</sub> окончательно утверждено ЦКЗ:для концентратата + 4 мм  $\frac{4866 + 4875 + 4815 + 4578}{4} = 4784$  тыс. т, что составляет продуктивность 434 кг/м<sup>2</sup>.для концентратата 4 + 0,5  $\frac{930 + 958 + 936 + 926}{4} = 938$  тыс. т, что соответствует продуктивности 85 кг/м<sup>2</sup>

Таблица 52

Подсчет запасов фосфоритного концентратата по планшетам для Созимского участка Вятско-Камского месторождения, утвержденных ЦКЗ. (Разведка 1930 г.)

№ кварталов № планшетов	Площадь в га для каждой зоны					Средняя продуктивность в кг/м <sup>2</sup> по концентрату	Запасы концентратата в тыс. т		
	3—6	6—10	10—15	> 15	всего		+ 4	- 4 + 0,5	+ 4
Категория В									
40 820	—	13,94	40,95	119,98	174,87	409	—	85	149
41 821	—	14,11	75,92	90,03	215	39	194	35	
42 822	—	11,15	25,37	58,20	94,72	485	101	459	96
46 823	0,10	4,00	12,17	106,52	122,79	370	94	464	115
47 824	—	8,73	33,44	124,92	167,09	463	99	782	165
48 825	1,29	17,72	25,79	259,21	304,01	580	119	1 763	362
51 827	—	0,16	1,52	129,36	131,04	582	81	763	106
52 828	—	0,58	4,04	42,33	46,95	453	90	213	42
55 830	0,11	9,72	14,73	88,12	112,63	489	90	551	101
	1,50	66,00	172,12	1 004,56	1 244,18			5 904	1 171
По средней продуктивности . . .					433,7		85,0	5 396	1 057,5
Категория С									
40 820	—	—	0,35	53,80	54,15	409	85	221	46
41 821	—	—	—	271,71	71,71	215	39	584	106
43 822	—	8,00	8,87	239,66	256,53	485	101	1 244	259
47 824	—	—	—	1,15	1,15	463	99	95	1
48 825	—	—	—	1,47	1,47	580	119	8	2
	8,00	9,22	567,79	585,01		—	—	2 062	414
По средней продуктивности . . .					433,7		85,0	2 537,2	497,2

Таблица 54

Запасы фосфоритного концентратата по зонам, утвержденные ЦКЗ для Мало-созимского участка. Категория А<sub>2</sub>

Границы планшета	Квартал	Площадь в га для каждой зоны			Продуктив- ность в кг/м <sup>2</sup>	Запасы концентратата в тыс. т		
		0—3	3—6	всего		0—3	3—6	всего
		+ 4	+ 4	+ 4		+ 4	+ 4	+ 4
4	533	86,45	3,45	89,9	357	154	309	133
						12	5	321
								138
								+ 4 + 0,5

Таблица 53

Подсчет запасов фосфоритного концентраты Прирудничного участка. (Разведка 1931 г. Категория А<sub>2</sub>)

Планшет	Квартал	Площадь в га по зонам						Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , вариант I (сухой вес)	Запасы концен- транта в тыс. т, вариант I	Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , вариант II (сухой вес)	Запасы концен- транта в тыс. т, вариант II				
		0—3	3—6	6—10	10—15	>15	всего								
784	I	45,46	2,44	—	—	—	47,90	250	120	119,0	57,6	428	104	205,0	49,8
785	II	46,69	37,94	19,66	14,04	0,70	119,08	658	187	783,0	23,0	631	210	751,1	250,0
952	III	17,73	12,03	—	—	—	29,80	540	177	160,3	52,7	335	113	99,8	33,7
Всего		110	52,41	19,66	14,04	0,70	197	—	—	1 177	332	—	—	1 056	333
По средневзвешенной продуктивности: . . . . .										1 141	341	463	142	912	279

Всего по Прирудничному участку окончательно утверждено ЦКЗ:

для концентраты + 4 мм  $\frac{1 177 + 1 141 + 1 056 + 912}{4} = 1 071$  тыс. т, что составляет продуктивность 544 кг/м<sup>2</sup>;для концентраты - 4 + 0,5  $\frac{332 + 341 + 333 + 279}{4} = 322$  тыс. т, что составляет продуктивность 163 кг/м<sup>2</sup>

Таблица 55

Подсчет запасов фосфоритного концентратата по планшетам Созимского участка, утвержденным ЦКЗ. (Разведка 1931 г. Категория А<sub>2</sub>)

Планшет	Квартал	Площадь в га по зонам						Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , вариант I (сухой вес)		Запасы концентратата в тыс. т, вариант I		Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , вариант II (сухой вес)		Запасы концентратата в тыс. т, вариант II			
		0—3	3—6	6—10	10—15	>15	всего	+ 4	— 4 + 0,5	+ 4	— 4 + 0,5	+ 4	— 4 + 0,5	+ 4	— 4 + 0,5		
826	50	0,70	21,28	73,48	68,14	116,87	265,47	624	110	1 781,4	312,7	690	104	1 969,7	296,2		
829	54	—	0,10	8,98	22,25	11,53	42,85	474	106	203,0	45,6	654	128	280,2	54,8		
955	57	30,67	67,84	30,68	20,73	3,30	158,22	511	160	783,2	245,1	542	180	800,5	376,0		
956	58	23,85	8,75	—	—	—	32,60	505	160	164,4	52,8	570	202	185,8	65,9		
954	104	—	17,99	21,80	8,00	—	47,79	622	173	291,1	81,0	739	297	353,2	141,9		
959	105	16,81	94,61	38,39	28,78	9,81	183,44	540	145	991,0	267,4	441	111	814,5	203,6		
960	106	79,18	—	—	—	—	79,18	589	187	387,2	148,3	491	194	388,8	153,6		
962	108	10,14	73,86	4,20	—	—	88,20	489	96	431,6	84,9	660	146	582,1	128,8		
961	125	25,72	64,29	80,54	36,91	4,12	206,58	544	120	1 123,7	248,8	684	150	1 413,0	309,9		
958	126	2,65	21,97	31,98	24,53	17,16	98,29	571	120	561,5	118,3	518	103	509,0	101,2		
Итого:		189,72	376,72	290,04	199,34	161,79	1 217,60	—	—	6 719	1 604	599	161	7 327	1 832		
По средневзвешенной продуктивности . . . . .												6 599	1 741	599	161	7 293	1 960

Всего по Большесозимскому участку по категории А<sub>2</sub> окончательно утверждено ЦКЗ:  $\frac{6719 + 6599 + 7327 + 7293}{4} = 6984$  тыс. т;для концентратата — 4 + 0,5  $\frac{1604 + 1741 + 1832 + 1960}{4} = 1784$  тыс. т.Площадь залежи для категории А<sub>2</sub> составляет 1 217,6 га, поэтому средняя продуктивность по участку составляет:для концентратата + 4 мм  $\frac{6984}{1217,6} = 573,6 \text{ кг/м}^2$ для концентратата — 4 + 0,5 мм  $\frac{1784}{1217,6} = 146,5 \text{ кг/м}^2$

Таблица 56

## Запасы фосфоритного концентратата для Созимского участка, утвержденные ЦКЗ

№ кварталов	№ плашетов	Площадь в га для каждой зоны						Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , вариант I (сухой продукт)		Запасы концентратата в тыс. т		Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> , вариант II (сухой вес)		Запасы концентратата в тыс. т		
		0—3	3—6	6—10	10—15	> 15	всего	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	+ 4	- 4 + 0,5	
Категория В																
50	826	—	0,25	1,80	9,60	11,80	23,45	682	103	159,9	24,2	—	—	—	—	
54	829	—	—	0,60	20,65	164,63	185,83	487	95	905,2	176,6	—	—	—	—	
57	955	—	1,10	2,73	3,30	7,55	14,63	531	176	78,0	25,8	—	—	—	—	
104	954	—	0,06	7,10	26,81	28,12	62,08	739	297	458,8	184,4	—	—	—	—	
105	959	4,50	—	—	1,83	38,80	45,18	476	120	251,1	54,2	—	—	—	—	
108	962	20,99	14,12	—	—	—	35,11	460	102	161,5	35,8	—	—	—	—	
125	961	—	0,80	4,08	15,15	28,27	48,30	529	116	255,5	56,0	—	—	—	—	
126	958	—	—	—	6,20	97,26	108,45	628	125	649,7	129,3	—	—	—	—	
Всего		25,49	16,32	16,31	83,59	376,32	518,13	—	—	2 883,7	606,3	599	161	3 104	834	
По средневзвешенной продуктивности																
Категория С																
54	829	—	—	—	—	1,77	155,45	157,22	487	95	765,7	149,4	—	—	—	—
104	954	—	—	—	—	2,34	247,95	250,29	739	297	1 847,6	743,3	—	—	—	—
105	950	—	—	—	—	—	3,15	3,15	476	120	15,0	3,8	—	—	—	—
106	962	—	—	—	—	—	181,85	181,85	628	125	1 142,0	327,3	—	—	—	—
Итого		—	—	—	—	4,11	588,40	592,51	—	—	3 772,6	1 123,8	—	—	—	—
По объемному методу																
По средневзвешенной продуктивности																

**Поповский участок.** Этот участок был выделен как пробный для определения промышленного значения Волосовско-Воронинского фосфоритоносного района по левобережью р. Вятки, который до последнего времени считался не имеющим практического значения.

### Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Поповском участке

фосфоритоносная площадь с глубиной залегания слоя до 10 метров.

> 10

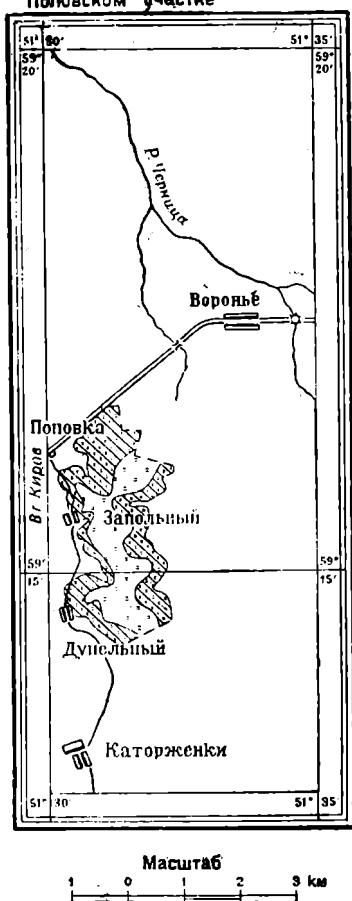


Рис. 17. Схематическая карта распределения фосфоритоносных площадей на Поповском участке.

фосфоритный слой, среди которого легко выделить три самостоятельных прослоя (снизу):

4. Фосфатизированные ядра ауцелл и отдельные гальки черного плотного фосфорита, сцементированные фосфатом и желеzистым цементом в плиту. Мощность . . . . . 0,10—0,15 м

3. Темнозеленый, иногда серо-бурый глауконитовый песок с галькой фосфорита, количество галек неодинаково в различных участках, но в общем необходимо отметить чрезвычайно слабую насыщенность ими слоя. Мощность . до 0,20 \*

2. С своеобразный фосфоритный конгломерат, состоящий из галек фосфорита, среди которых имеется довольно значительное количество крупных конкреций, фосфатизированных ядер ауцелл. Цементом этого прослоя также служат фосфат и окислы железа. Мощность . . . . . 0,25—0,40 \*

Общая мощность слоя . . . . . 0,55—0,75 \*

В фосфоритном слое встречены отдельные кварцевые и яшмовидные гальки; отдельные гальки фосфоритного слоя, а также фосфатизированные ядра аммонитов и ауцелл в сильной степени изло-

Выбор этого участка был обусловлен благодаря его благоприятному географическому положению — близость фракта, наличие населенных пунктов и др.

Строение фосфоритоносной серии в пределах Поповского участка таково:

На размытой поверхности волжских отложений залегает

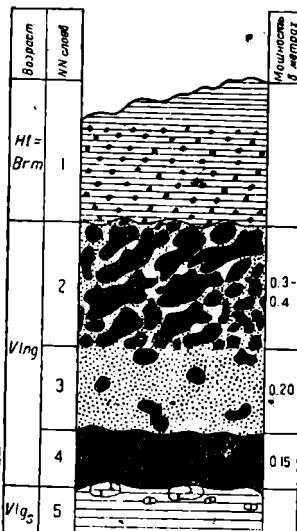


Рис. 18. Фосфоритная серия Поповского участка.

маны, окатаны, источены камнеточками. Все это говорит за сильное механическое воздействие водной среды на компоненты слоя.

Поповский участок представляет собой прекрасный пример резких изменений рельефа слоя в пределах небольшой площади. Казалось бы, влияние близости оси котловины должно было в сильной степени сказаться на характере рельефа этого участка и направлении падения склонов; на самом же деле это заметно в значительно меньшей степени; только в северо-восточной части мы можем наблюдать постепенное понижение к северо-востоку, а в целом по участку рельеф слоя может быть охарактеризован как весьма кипризный, с наличием местных куполообразных поднятий и понижений. Амплитуда колебания на расстоянии 1,6 км достигает 11 м, т. е. угол уклона определяется в 24'.

Кроме постепенных понижений, в пределах Поповского участка приходилось наблюдать более резкие понижения с разностью отметок на расстояниях 5 м до 3 м.

Таблица 57

Полевое опробование и мокрое обогащение фосфоритов Поповского участка Вятско-Камского месторождения

Фосфоритный горизонт	№ шурфов	Мощность фосф. пласти в м	Вес 1 м <sup>3</sup> в грунте в кг	Вскрыша	Сечение по слою в м <sup>2</sup>	0% влажности руды	Продуктивность руды в кг/м <sup>2</sup> вес	Весовой % выхода (сухой вес)				Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> по классам (сухой вес)					
								+10	-10	+4	-4	+4	+10	-10	+4	-4	+4
Валанжин.	1	0,68	2,14 <sup>2</sup>	2,53	1,78	19,8	1 168	38,7	1,5	49,8	50,2	452	134	582	586		
	2	0,69	1,87 <sup>4</sup>	3,66	1,61	24,6	693	38,1	17,2	44,7	55,3	264	119	310	383		
	3	0,72	1,86 <sup>4</sup>	2,68	2,25	19,0	1 087	30,7	11,7	51,9	42,3	334	124	529	458		
	4	0,56	1,88 <sup>8</sup>	1,64	1,86	19,0	855	18,9	9,7	71,4	28,6	161	83	611	244		
	5	0,61	1,88 <sup>8</sup>	3,01	1,76	19,2	903	30,1	9,3	60,6	39,4	272	84	547	356		
Среднее:		0,61	1 921	2,70	1,85	20,4	941	31,3	11,8	56,9	43,1	296	109	536	405 <sup>1</sup>		

Таблица 58

№ шурфов	Продуктивность руды в кг/м <sup>2</sup> (сухой вес)	Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> по классам (сухой вес)			
		+ 10	- 10 + 4	- 4	+ 4
1	869	223	88	558	311
2	987	278	93	616	371
3	829	293	88	449	381
4	1 141	265	114	762	379
6	652	214	55	383	269
7	944	291	113	540	404
8	506	158	57	291	214
9	1 117	350	142	626	492
10	1 134	400	101	633	501
12	910	325	145	440	470
13	960	170	94	696	264
14	1 057	229	122	706	351
Среднее		926	266	101	558
					367

<sup>1</sup> В качестве расчетной продуктивности для подсчета запасов взята продуктивность по сухому весу в 400 кг/м<sup>2</sup> и по ней произведен подсчет запасов.

Основные показатели по качественной и количественной характеристике фосфоритного слоя и по запасам представлены в табл. 57—59.

Очень близкие цифры были получены при предварительной разведке по левобережью р. Вятки на площади около  $300 \text{ км}^2$ ; эти цифры сведены в табл. 58.

Таблица 59

Химический анализ по Поповскому участку 1928 г.

№ шурфов	% содержания											
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			CO <sub>2</sub>	Нерастворимый остаток			
	+ 10	- 10+4	- 4	Руда	+ 10	- 10+4	+ 10	+ 10	- 10+4	- 4	Руда	
1	24,62	22,58	10,55	17,38	9,30	11,50	4,55	14,84	18,42	44,26	29,6	
2	24,39	17,45	14,82	18,90	9,50	11,97	—	14,22	22,72	32,36	23,7	
3	23,92	20,58	10,65	15,20	8,25	11,55	—	15,21	21,70	49,65	29,7	
4	25,21	24,25	14,37	17,30	8,60	9,50	4,60	12,14	14,67	33,88	28,0	
5	25,50	22,67	13,31	17,80	10,05	12,85	—	15,85	25,87	51,21	38,1	
Среднее	24,73	21,50	12,74	17,30	9,14	11,17	4,62	14,51	20,68	41,07	29,8	
Класс +4	—	—	23,84	—	—	9,90	—	—	—	15,63	—	

Таблица 60

Наименование показателей	Исходная	+ 10	- 10+4	- 4	+ 4
% выхода . . . . .	100	31,30	11,8	56,90	43,10
Продуктивность . . .	933	281	105	547	386
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . .	16,24	25,04	22,58	10,68	24,30
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	9,14	11,17	—	9,90
Запас концентрата в тыс. т до 10 м .	—	—	—	—	114,60
Запас концентрата в тыс. т > 10 м . .	—	—	—	—	890

Таблица 61

Площади и запасы концентрата класса +4 мм по зонам вскрыши Поповского участка

Зоны	Площадь в га	Продуктивность в кг/м <sup>2</sup> кл. +4	Запасы в тыс. т	Из них:	
				до 10 м	> 10 м
0—3	64,10	400	256	256	—
3—6	94,83	400	279	279	—
6—10	152,71	400	611	611	—
10	222,45	400	890	—	890
Всего:	534,09	400	2 036	1 146	890

Примечание. Запасы к категории A<sub>2</sub> отнесены условно, так как ЦКЗ еще не утверждены.

Сводя основные показатели по количественной и качественной характеристике участка по левобережью р. Вятки будем иметь такую картину (табл. 60 и 61 на стр. 92).

Сводя воедино все данные по разведанной части Вятско-Камского месторождения, получаем следующие средние и суммарные показатели (табл. 62 на стр. 94—95).

На основании приведенного выше фактического материала по количественной и качественной характеристике фосфоритов разведанных участков Вятско-Камского месторождения, мы приходим к следующим выводам:

1. Как в отношении продуктивности, так и площади распространения фосфоритной задежи, а следовательно, и запасов мы не наблюдаем значительных отклонений; тем не менее намечается некоторая тенденция к уменьшению продуктивности в пределах крайнего юго-западного Поповского участка и к уменьшению процентов выходов концентрата + 4  $мм$  на Лоинском участке.

2. В отношении распределения запасов по зонам вскрыши, в пределах всех разведанных участков, мы имеем значительное распространение площадей с глубиной залегания слоя до 10  $м$ , т. е. площадей, наиболее легко освоемых промышленностью. В особенно благоприятных условиях в этом отношении находятся площадь Малосозимского и Прирудничного участков, непосредственно примыкающих с юго-востока к Горшковскому отводу ныне работающего фосфоритного рудника, и площадь Нырмичской разведки 1929 г., примыкающая к Пьянковскому отводу с северо-запада.

3. В отношении качественной характеристики необходимо отметить следующее: имеющийся фактический материал не дает возможности в настоящий момент говорить о том или ином закономерном изменении процентного содержания  $P_2O_5$  и  $R_2O_3$  в горизонтальном направлении; вместе с тем уже сейчас можно сказать, что Поповский и Лоинский участки в отношении содержания  $P_2O_5$  и  $R_2O_3$  в сравнении с другими участками дают худшие показатели, а участки Нырмичский (1929 г.), Малосозимский (1929 г.), Прирудничный и Большесозимский (1931 г.) дают лучшие показатели; из последних выделяется Большесозимский (1931 г.) и особенно Нырмичский (1929 г.).

### Технические показатели

Фосфоритный слой в пределах всех разведанных участков имеет желвачный характер, и только в нижней части желваки фосфорита сцементированы в плиту, мощность которой в редких случаях бывает больше 0,15  $м$ , обыкновенно же колеблется в пределах 0,08—0,12  $м$ .

При условии максимальной струженности желваков в слое, когда выход концентрата доходит до 60% от руды, как верхняя часть слоя, так и плита берутся на кайло. При разведочных работах, в весьма редких случаях при выемке слоя, приходилось прибегать к лому и никогда не употреблялись клинья.

Вмешающая желваки порода — глауконитовый песок — без труда отделяется от желваков при мокром грохочении; только в случае попадания на грохот вместе с рудой глины из подстилающего слоя, или когда вмешающей породой является глина, то в результате мокрого грохочения в качестве примеси к концентрату имеется большое количество катышей из глины.

Для характеристики исходной руды в отношении количественного распределения желваков по крупности, объемных весов и других показателей может служить таблица, заимствованная нами из работы М. А. Фомина [34] (табл. 63 на стр. 96).

Запасы фосфоритного концентратата по зонам вскрыши и по категориям для Вят

Наименование участков	Категория	Площадь в га для зон вскрыши					
		0—3	3—6	6—10	10—15	15—	всего
Горшковско-Пьянковский (1918—1921 г.) . . . . .	Не квалифиц.	141,7	168,6	205,0	502,7	—	1 018
Нырмичский (1929 г.) . . . . .	A <sub>2</sub>	87,0	244,8	95,0	89,4	119,2	635,4
Нырмичский (1930 г.) . . . . .	Не квалифиц.	3,5	88,4	82,4	50,3	160	384,5
Нырмичский . . . . .	A <sub>2</sub>	44	123	175	143	89	574
Пьянковский (1931 г.) . . . . .	B	4	32	96	153	471	756
	C <sub>1</sub>	—	—	3	16	476	495
	A <sub>2</sub> + B + C <sub>1</sub>	48	155	274	312	1 036	1 825
Созимский (1929 г.) . . . . .	A <sub>2</sub>	95,5	177,3	137,8	134,9	226,6	772,1
Созимский (1930 г.) . . . . .	A <sub>2</sub>	126	332	247	206	192	1 103
	B	—	1	66	172	1 005	1 244
	C <sub>1</sub>	—	—	8	9	568	585
	A <sub>2</sub> + B + C <sub>1</sub>	126	333	321	387	1 765	2 932
Большесозимский (1931 г.) . . . . .	A <sub>2</sub>	190	377	290	199	162	1 218
	B	26	16	16	84	376	518
	C <sub>1</sub>	—	—	—	4	588	592
	A <sub>2</sub> + B + C <sub>1</sub>	216	393	306	287	1 126	2 328
Прирудничный (1931 г.) . . . . .	A <sub>2</sub>	110	53	20	14	—	197
Малосозимский (1931 г.) . . . . .	A <sub>2</sub>	86	4	—	—	—	90
Лоинский (1931 г.) . . . . .	A <sub>2</sub>	57	31	34	43	12	177
	B	3	4	13	76	496	592
	A <sub>2</sub> + B	60	35	47	119	502	769
Лоинский (1930 г.) . . . . .	Не квалифиц.	39,2	45,03	30,26	25,06	—	239,5
Поповский (1928 г.) . . . . .	Не квалифиц.	64,10	94,8	152,7	200,4	22,0	534,0
Всего по Вятско-Камскому ме-сторождению . . . . .	A <sub>2</sub>	795,5	1 342,1	998,8	829,3	800,8	4 766,5
	B	33,0	53,0	191,0	485,0	2 348,0	3 110,0
	C <sub>1</sub>	—	—	11,0	29,0	1 632,0	1 672,0
	Не квалифиц.	348,5	396,8	470,4	778,5	182,0	2 176,2
		1 177,0	1 791,9	1 671,2	2 121,8	5 962,8	11 724,7

Таблица 62

ско-Камского фосфоритного месторождения. По данным разведки 1918—1931 гг.

Продуктив- ность в кг/м <sup>2</sup> (сухой вес)	Запасы фосфоритного концентратата в тыс. т по зонам вскрыши											
	0—3		3—6		6—10		10—15		> 15		всего	
	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —	4 + —
426	—	604	—	718	—	873	—	2 141	—	—	—	4 336
492	130	357	104,5	1 163	311	491	125	474	119	638	158	3 123
450	—	16	—	398	—	370	—	226	—	719	—	1 729
469	121	209	54	576	140	821	212	671	173	418	108	2 695
469	121	19	5	152	39	449	116	719	186	2 209	570	3 548
469	121	—	—	—	—	16	4	76	20	2 235	577	2 327
469	121	228	59	729	188	1 286	332	1 466	379	4 861	1 255	8 570
478	130	458	123,6	848	228	659	176	634	179	1 067	301	3 676
434	85	546	107	1 439	284	1 073	210	892	175	834	164	4 784
434	85	—	—	7	1	286	56	746	146	4 357	854	5 396
434	85	—	—	—	—	35	7	40	8	2 463	483	2 538
434	85	546	107	1 446	283	1 394	273	1 678	329	7 654	1 501	12 718
574	146	1 083	278	2 161	552	1 664	425	1 143	292	928	237	6 984
574	146	146	37	94	24	94	24	479	122	2 159	552	2 972
574	146	—	—	—	—	—	—	23	6	3 375	862	3 398
574	146	1 234	315	2 255	576	1 758	449	1 645	420	6 462	1 651	13 354
544	163	598	180	286	86	107	33	78	23	2	—	1 071
357	154	309	133	12	5	—	—	—	—	—	—	321
411	138	234	79	127	43	142	47	176	59	50	17	729
411	138	12	4	18	6	53	18	311	105	2 039	684	2 433
411	138	246	83	145	49	195	65	487	164	2 089	701	3 162
450	—	625	—	201	—	130	—	112	—	—	—	1 074
400	—	256	—	279	—	611	—	802	—	88	—	2 036
—	—	3 799	1 059	6 612	1 656	4 957	1 228	4 068	1 020	3 937	985	23 383
—	—	177	46	271	70	882	214	2 255	559	10 764	2 660	14 349
—	—	—	—	—	51	11	139	34	8 073	1 922	8 263	1 967
—	—	1 501	—	1 596	—	1 990	—	3 282	—	807	—	9 175
—	—	5 477	1 105	8 479	1 726	7 880	1 453	9 844	1 613	23 581	5 517	55 170
												11 464

Таблица 3

Участки	Наименование основных показателей	Классы в мм										Исходная руда	Вес м <sup>3</sup> в кг	Коэффициент разрыхления
		200+ 100+ 100+ 50+ 50+ 25+ 25+ 10+ 10+ 4+ 4+ 1+ 1+ 0,5+												
Горшковский . .	% выхода влажность	4,3 — —	15,6 — —	13,0 — —	7,8 — —	6,0 — —	5,0 — —	5,1 — —	43,2 — —	100 16,1 —	1 968	1,20		
Пьянковский . .	% выхода влажность	5,0 — —	18,3 — —	15,4 — —	6,3 — —	7,9 — —	3,5 — —	4,8 — —	38,8 — —	100 13,8 —	2 046	1,36		
Нырмичский . .	% выхода влажность	3,2 — —	12,7 — —	14,4 — —	9,0 — —	7,3 — —	4,2 — —	5,0 — —	44,2 — —	100 17,5 —	1 869	1,21		
Малосозимский .	% выхода влажность	3,7 — —	23,2 — —	12,1 — —	4,5 — —	5,1 — —	2,7 — —	13,9 — —	29,8 — —	100 14,8 —	—	—		
Лоинский . . . .	% выхода влажность	0,8 — —	6,6 — —	8,8 — —	9,1 — —	5,9 — —	3,8 — —	5,4 — —	60,1 — —	100 17,2 —	1 771	1,21		

**Вскрыша.** Покрывающими фосфоритный слой породами являются (сверху): 1) послетретичные безвалунные суглинки и песчано-глинистые образования; 2) черные готерив-барремские глины; 3) глауко-нитовый песок, в большей или меньшей степени глинистый.

Последретичные суглинки представляют собой довольно однородный тонкозернистый илистый материал, лишенный слоистости; вес 1 м<sup>3</sup> колеблется в пределах 1,5 до 2,0 т.

Залегая непосредственно у поверхности, эти породы подвергаются максимальному разрушению атмосферными агентами, растительным покровом и животными организмами. Благодаря указанным выше влияниям они, обладая пористостью от природы, становятся от внешнего воздействия трещиноватыми, и по трещинам происходит фильтрация воды. Это можно наблюдать в свежеобнаженной плоскости. Возможность проникновения воды по трещинам делает эти породы абсолютно неустойчивыми при смачивании, что наблюдается в карьерах работающего рудника. Это обстоятельство должно быть учтено как при эксплоатации открытым или подземным способом, так и при проведении подготовительных работ.

Залегающие под послетретичными суглинками черные готерив-барремские глины отличаются большей плотностью, с трудом идут на лопату, что вызывало при шурфовке применение кайл. Эти глины в ненарушенном состоянии водонепроницаемы и поэтому являются вполне надежной кровлей от проникновения воды.

В отличие от послетретичных суглинков глины могут быть охарактеризованы как устойчивые породы; они позволяют делать отвесные стены в карьерах и в подземных выработках<sup>1</sup>; находясь в кровле (обнаженность), они также устойчивы, и только при незначительной их мощности и при сильном давлении сверху они проседают.

В черных глинах встречены линзобразные прослои сидерита мощностью до 0,2 м и небольшие конкреции пирита. Других включений встречено не было. Основным отличием этих глин от подстилающих фосфоритный слой юрских глин является их бескарбонатность, что является одной из главных причин отсутствия разбухаемости при смачивании. Мощность черных глин в районе распространения

<sup>1</sup> Степень устойчивости этих глин при применении подземной добычи фосфоритов требует проверки путем пробной эксплоатации. (Ред.)

нения фосфоритов доходит, по всей вероятности, до 80, а может быть и больше метров.

Под черными глинами залегает глинистый глауконитовый песок; это тонкозернистая, иловатая порода, обладающая способностью сильно уплотняться, но, будучи подвержена незначительному давлению, она теряет связанность, и потому может в основном быть охарактеризована как неустойчивая не только в том случае, когда она находится в кровле, но и в боках выработки. В этом отношении она имеет много общего с неустойчивыми безвалунными суглинками.

В качестве включений глауконитовый песок содержит отдельные конкреции фосфорита, фосфоритный гравий, но все это в небольшом количестве.

Мощность глауконитового песка в различных районах различная и колеблется от 0 до 2 м. До последнего времени все разведочные работы строились с расчетом максимального освещения краевых площадей, пригодных для открытых работ; зоны же для подземных работ освещались значительно слабее. При условии эксплоатации месторождения подземным способом глауконитовый песок, как неустойчивый, должен будет выбираться начисто; отсюда ясно, какое важное значение должно иметь точное определение его мощности в пределах отдельных частей участка, что может быть сделано лишь при более густой сети буровых скважин.

Не менее важное значение при эксплоатации месторождения имеет почва рудоносного пласта. Фосфоритный слой подстилается темносерой, сильно известковистой глиной, в верхней части которой в виде отдельных глыб до 1 м в поперечнике залегает прерывистый прослой мергеля и отдельные желваки фосфорита.

Подстилающая слой глина значительно менее плотна, чем описанная выше готерив-барремская глина. Благодаря наличию большего количества включений (мергель, фосфориты, обломки фауны), а также значительной пористости, эта глина легко насыщается водой и превращается в тестообразное месиво, что сильно затрудняет всякой рода работы. Отдача воды этой глиной идет значительно медленнее, чем насыщение ею, поэтому как при открытых, так и при подземных работах при обнажении почвы слоя необходимо в первую очередь озабочиться уборкой воды путем устройства водосточных канав.

Встречающиеся довольно часто в глинах глыбы мергеля залегают непосредственно под фосфоритовым слоем; это обстоятельство имеет положительную и отрицательную стороны; в первом случае, при условии широкого распространения глыб мергеля, мы имеем довольно устойчивую почву, что особенно важно в условиях водоносности месторождения, но, с другой стороны, при открытых работах экскаваторами, последние, как правило, вместе со слоем забирают и куски мергеля, этим самым разубоживая руду.

Высказанные соображения получены исключительно во время разведочных работ, специальных же работ, освещавших технические свойства как покрывающих и подстилающих слой пород, так и самого слоя, не производилось.

### Значение отдельных участков месторождения

При разборе количественных и качественных показателей по отдельным участкам мы уже останавливались на значении каждого из них. В целом месторождение характеризуется довольно однообразными показателями как в отношении качества, так и в отношении количественных показателей. При этих условиях, а также учитывая природные условия района (залесенность, заболоченность и т. д.), наибольшее значение при выборе новых участков приобретают такие

факторы, как транспорт, водоснабжение, наличие подготовленной материальной базы и др.

В настоящее время работает один рудник, разрабатывающий краевые зоны Горшковско-Пьянковского участка.

Учитывая отсутствие опыта по подземной добыче фосфоритов данного месторождения, естественно, что первые годы центр тяжести эксплуатационных работ должен лежать в освоении площадей, доступных для открытых работ с одновременным постепенным развитием подземных работ.

Площади с неглубоким залеганием фосфоритного слоя (до 10 м), как правило, располагаются в краевых частях месторождения: северо-западной, восточной и юго-восточной.

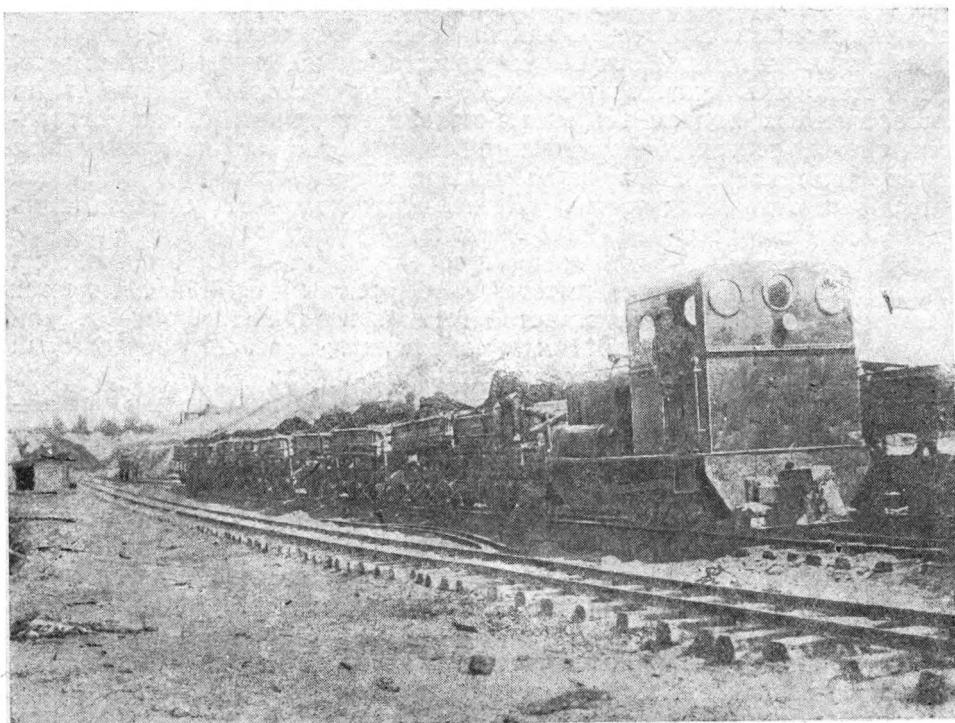


Рис. 19. Транспорт руды.

К северо-западу от Пьянковского отвода работающего рудника находится Нырмичский участок разведки 1929 г. Этот участок, в сравнении с другими, отличается несколько повышенным содержанием  $P_2O_5$  и пониженным содержанием  $R_2O_3$ ; в то же время из всей фосфоритоносной площади, исчисляемой в 635,4 га с запасом концентрата класса + 4 мм в 3 123 тыс. т, на долю запасов, доступных для открытых работ (до 10 м), приходится 61%.

К юго-западу от Горшковского отвода мы также имеем довольно значительные площади с глубиной залегания фосфорита до 10 м; это — участок Малосозимский разведки 1929 г. и Прирудничий разведки 1931 г. Общий запас фосфоритного концентрата класса + 4 мм на этих участках равен 4 747 тыс. т, из них на долю запасов, доступных для открытых работ, приходится 3 055 тыс. т, т. е. 63%. Продолжением этих участков является Созимский участок разведки 1930 и 1931 гг., где также имеются довольно значительные площади для открытых работ.

В гораздо худших условиях находятся участки Поповский и Лоинский. Имея несколько худшие качественные показатели по руде, эти участки значительно удалены от железной дороги (до 35 км). Ранее на Лоинском участке уже работал рудник, и в настоящее время целесообразно было бы включить его в эксплоатацию как обособленную единицу с расчетом транспортировки руды по р. Каме.

Таким образом на основании приведенных выше материалов, мы приходим к такому заключению: наличие разведанных площадей с запасом фосфоритного концентраты класса + 0,5 мм свыше 66 млн. т и резервных площадей, выявленных поисковыми работами с запасом фосфоритного концентраты класса + 4 мм до 800 млн. т дает право считать Вятско-Камское фосфоритное месторождение

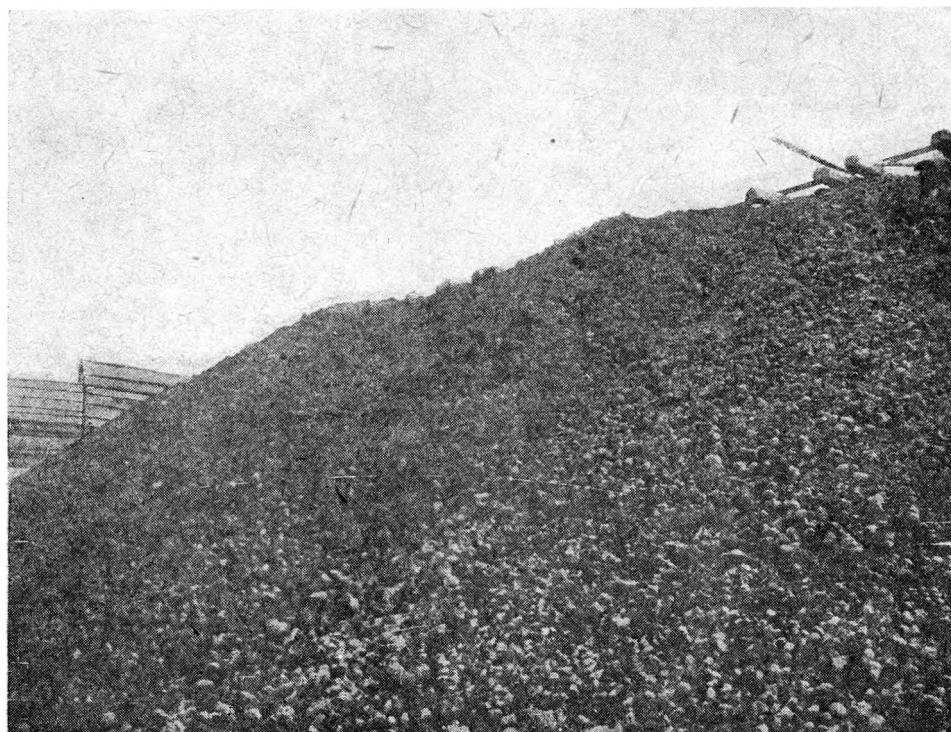


Рис. 20. Склад готового фосфорита.

серьезной базой для снабжения фосфоритным сырьем химической промышленности Урала.

В настоящий момент, когда месторождение связано железной дорогой с химическими заводами и потребляющими центрами, не должно быть никаких причин, задерживающих развитие фосфоритных рудников. Дальнейшее наращивание эксплоатационных площадей должно ити одновременно в двух направлениях: в северо-восточном — освоение Нырмичского участка разведки 1929 г. и, в юго-западном — освоение Созимских участков разведки 1929 и 1931 гг.

### Заключение

Одним из решающих моментов в повышении урожайности наших полей является применение минеральных удобрений. Почти полное отсутствие фосфатной промышленности в старой России поставило перед Советским Союзом во весь рост вопрос о создании этой от-

расли промышленности на базе отечественного сырья. В настоящее время мы уже имеем многомиллионные запасы фосфорного сырья и целую сеть реконструированных, вновь выстроенных и строящихся туковых комбинатов.

Многолетние работы Научного института по удобрениям по изучению Вятско-Камского месторождения фосфоритов на сегодняшний день дают ясное представление о конфигурации залежи, об условиях залегания фосфоритного слоя, о качественных и количественных показателях и др.

Общие запасы фосфоритного концентрата класса + 4 мм в пределах всей изученной площади равны в круглых цифрах 855 млн. т; содержание  $P_2O_5$  для этого класса колеблется от 20,7% до 26,3%, в среднем 24,4%,  $R_2O_3$  — от 5,2% до 9,9% в среднем 7,8%. Степень изученности месторождения неодинакова; из общей фосфоритоносной площади 190 392 га покрыто детальной топографической съемкой и разведано 11 724 га, т. е. 6,1% с запасом фосфоритного концентрата класса + 4 мм 55 170 тыс. т.

Из сравнения потенциальных возможностей Вятско-Камского месторождения, как фосфатной сырьевой базы, с другими месторождениями Союза мы приходим к заключению, что Вятско-Камское месторождение по основным качественным и количественным показателям занимает одно из первых мест в ряду других месторождений. Правда, оно наряду с положительными сторонами имеет и ряд отрицательных, как например обводненность месторождения, преобладание глубоких зон и др., но это ни в какой мере не должно ослаблять нашей энергии в вопросах освоения месторождения.

Однако, несмотря на колоссальные запасы сырья и на 15-летнюю давность эксплоатации месторождения, промышленное освоение его (см. табл. 1) шло весьма замедленными темпами, а в то же время спрос на удобрения резко повышался. Основным тормозом, замедлявшим рост предприятия, был транспорт. С проведением железной дороги от ст. Яр Пермской ж. д. до ст. Фосфоритная положение должно резко измениться.

Вятско-Камское месторождение, занимающее северо-восточную окраину Европейской части Союза, должно явиться основной базой для снабжения фосфатным сырьем туковых гигантов Урала (Красноуральский, Ревдинский, Пермский заводы).

Удельный вес этого месторождения в значительной мере возрастет, если учесть, что в пределах месторождения и в непосредственной близости к нему мы имеем целый ряд других полезных ископаемых, как то: железные руды, горючие сланцы, торф, лесные богатства края и др., комплексное использование которых будет содействовать индустриализации края.

Несмотря на достигнутые успехи, темп исследовательских работ по изучению этого месторождения ни в какой степени не должен быть ослаблен. Мы уже указывали, что из общего количества запасов фосфоритов этого месторождения на долю детально обследованных, разведенных фосфоритных площадей приходится всего лишь 6,1%, остальные же 93,9% обследованы лишь в поисковом разрезе. Поэтому первоочередной задачей является разведка новых фосфоритоносных площадей, имеющих, по данным поисковых работ, оптимальные показатели как в отношении качественной и количественной характеристики, так и по своему положению в отношении транспорта. Одновременно с этим должны быть продолжены поисковые работы в пределах Волжско-Двинского водораздела (по р. Сысоле), где имеются некоторые указания на наличие высококачественных фосфоритов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И. Лепехин. Продолжение дневных записок путешествия по разным провинциям Российского государства 1771 г., ч. III. С.-Петербург 1814.
2. Н. И. Кротов. Материалы по геологии Вятской губ., ч. I. Геологические разрезы берегов рек Чепцы и Вятки. Протоколы общ. естествоиспытателей при Казанском ун-те, т. V, вып. I, 1875.
3. П. И. Кротов. Материалы по геологии Вятской губ. Геологические исследования в северной полосе Вятской губ. Труды общ. естествоиспытателей при Казанском ун-те, т. VIII, вып. 2, 1876—1877.
4. П. И. Кротов. Исследование залежи фосфоритов Вятской губ. Приложение к протоколам заседания общ. естествоиспытателей при Казанском ун-те № 108, 1888—1889.
5. А. П. Иванов. Геологическая экскурсия по р. Каме. Протокол 129-го заседания общ. естествоиспытателей при Казанском ун-те (т. X, вып. I).
6. А. А. Чернов. Отчет по исследованию залежей фосфорита в Вятской губ. Изд. Пермского земства. Пермь 1912.
7. В. Г. Хименков. Геологическое строение и фосфоритовые залежи \*Верхней Камы в Слободском у. Вятской губ. Труды Ком. по исследованию фосфоритов, т. VII, серия 1, 1915.
8. А. М. Жирмунский. Геологическое исследование залежей фосфоритов в Слободском у. Вятской губ. Отчет по геологическому исследованию фосфоритовых залежей. Тр. Ком. по исследованию фосфоритов, т. VIII, серия 1, 1915.
9. Н. Г. Кассин. Общая геологическая карта Европейской части СССР, л. 107. Труды Геологического комитета, новая серия, вып. 158, 1928.
10. А. Д. Архангельский. Верхнемеловые отложения востока Европейской России. Мат. для геологии России, I, XXV, 1912.
11. Д. Наливкин. Пески и течения. Вестник Геологического к-та, № 7, 1927.
12. А. Н. Розанов. Стратиграфия содержащих фосфориты отложений центральной и северо-восточной областей, фосфоритовые горизонты и их вероятное происхождение. Фосфориты СССР. 1927.
13. А. Д. Архангельский. Петрографические и химические типы русских фосфоритов. Фосфориты СССР. Изд. Геологического комитета. 1927.
14. А. Д. Архангельский. Геологическое строение СССР. 1932.
15. А. Игнатович. Залежи фосфоритов Вятской губ. Отчет об исследованих, представленный Вятскому губ. земству. Вятка 1894.
16. К. М. Скородумов и М. И. Михеев. Отчет об исследовании залежей фосфоритов в Слободском у. Вятской губ. летом 1912 г. Вятка. Издание Вятского губ. земства, 1912.
17. А. В. Казаков. Значение вятских залежей в деле развития минеральных удобрений в России. Народное хозяйство, ноябрь 1920.
18. А. А. Левин. Отчет по исследованию залежей фосфорита в Трушинковской вол. Слободского у. Вятской губ. Пермь 1913.
19. А. В. Казаков. Добыча фосфоритов в России. Горное дело, № 415, 1921.
20. А. В. Казаков. Верхнекамское фосфоритовое месторождение. Фонд ГГО НИУ, № 107, рукопись.
21. А. В. Казаков. Фосфориты нерудные ископаемые, т. III, КЕПС, 1927.
22. А. А. Розин. Месторождение фосфоритов в Слободском уезде Вятской губ. Горный журнал, 3—5, 1921.
23. С. Л. Щекlein. Вятские фосфориты и возможность разработки их. Материалы Краевой конференции по изучению производительных сил Вятско-Ветлужского края, в. II. Изд. Вятского губисполкома, 1927.
24. А. А. Шугин. Отчет о геолого-поисковых работах на фосфориты в Вятско-Камском районе 1928 г. Фонд ГГО, НИУ, рукопись.
25. А. А. Шугин. Отчет о разведке Верхнекамского месторождения фосфоритов 1929 г. Фонд ГГО НИУ, рукопись.
26. А. А. Четыркина. Отчет о геолого-поисковых работах в Камском районе в 1929 г., планил 'О-39-10. Фонд ГГО НИУ, рукопись.

27. В. А. Сыромятников. Предварительный отчет на фосфорит в Синегорском районе Вятского округа в сезон 1929 г. Фонд ГГО НИУ, рукопись.

28. А. А. Четыркина. Фосфориты верховьев р. Нырмич и р. Сысолы Верхнекамского района. Труды НИУ, вып. 99. Агрономические руды СССР. Ежегодник за 1930 г., т. I, ч. 1, 1932.

29. А. А. Шугин и Н. С. Гордасников. Разведка фосфоритов Созимского района Вятско-Камского м-ния. Труды НИУ, вып. 99. Агрономические руды СССР. Ежегодник за 1930 г., т. I, ч. 1, 1932.

30. С. М. Бучельников. Фосфориты Ленинского района и бассейна р. Вьюк (разведка рудоуправления 1930 г.). Труды НИУ, вып. 99. Агрономические руды СССР. Ежегодник за 1930 г., т. I, ч. 1, 1932.

31. А. В. Хабаков. Краткий очерк геологического строения и фосфоритных залежей правобережья р. Вятки (ИНПИ ГГРУ). Труды НИУ, вып. 99. Агрономические руды СССР. Ежегодник за 1930 г., т. I, ч. 1, 1932.

32. А. А. Четыркина. Отчет о геолого-поисковых работах в Вятско-Камском районе в 1931 г. Фонд ГГО НИУ, рукопись.

33. А. А. Шугин. Отчет о разведке Верхнекамского месторождения фосфоритов в сезон 1931 г. Фонд ГГО НИУ, рукопись.

34. Н. В. Овчининский и М. А. Фомин. Генеральное опробование фосфоритного месторождения. Труды НИУ, вып. 99, Агрономические руды СССР. Ежегодник за 1930 г., т. I, ч. 1, 1932.

*A. B. Казаков*

## ПЕТРОГРАФИЯ И ПРЕДЕЛЫ ОБОГАТИМОСТИ ВЯТСКО-КАМСКИХ ФОСФОРИТОВ

### I. Петрография

#### Введение

При петрографическом изучении фосфоритов нами введена комплексная методика, схематически представленная в табл. 1.

*Таблица 1*  
Схема петрографического изучения осадков фосфоритных фаций

Объекты	Основная методика	Показатели					химия (реакции)
		механич. со- став, %	минералогич. состав, % (счет)	текстура	структура (микроскопия)	микрофауна	
I. Фосфориты и вмещающие породы	1. Нерастворимый остаток . . . 2. Шлифы . . . . 3. Анишлифы . . .	++	++	--	--	++	+(травление, красители)
II. Фосфатный цемент	4. Центрофугирование в тяжелых жидкостях . . . . 5. Избирательное растворение . . 6. Термика (+терм. анализ) . . .	--	(+)	--	+	--	+

В настоящей работе мы приводим материал по первому, второму и четвертому разделам методики.

Петрографическим изучением верхнекамских фосфоритов занимались немногие исследователи и само изучение началось сравнительно поздно: Н. Г. Кассин (1928) — беглое описание микроскопии ряда верхнекамских фосфоритов, И. Е. Худяев (1931) — главным образом исследование микрофaуны сысольских фосфоритов, Е. А. Бужинская (1932) — механический анализ и микроскопия нырмических фосфоритов, А. А. Четыркина и А. Г. Трухачева (1933) — литологический очерк фосфоритов и вмещающих пород Верхнекамского фосфоритного бассейна, Г. И. Бушинский (1934) — петрохимический очерк фосфоритов Горшковского и Пьянковского рудников, А. В. Казаков

(1933—1935) — исследования по термике, избирательному растворению, изучению фосфата-цемента, методика работ с «нерасторимым остатком».

Литологический характер осадков фосфатной серии (Vlg. 2.—Vlg. m.) Верхнекамского бассейна.

### Изучение «нерасторимых остатков»

Основными генетическими минеральными компонентами морских осадков являются:

- терригенный — эрозионный и абразионный снос дисперсного материала с континентов;
- хемогенный — морские химические осадки (соли, фосфаты, карбонаты и др.);
- гальмированный — продукты диагенеза и подводного выветривания (глауконит, пирит, нередко сидерит, листочки мусковита, частично кремнегель и др.);
- биогенный (органогенный) — кремнистые, карбонатные, иногда фосфатные органогенные осадки.

При петрографическом изучении осадков фосфатной серии нас в первую очередь интересует характеристика терригенного компонента с точки зрения его механического состава. Так как обычно все породы фосфатных фаций в той или иной степени после их отложения сцеплены фосфатом кальция и  $\text{CaCO}_3$  (в основном — хемогенная фаза цементации), то для вскрытия истинной породы терригенного материала необходимо удалить цемент методом растворения. Отсюда мы и приходим к методике получения и работы с «нерасторимыми остатками».

Механический и минералогический состав этих «нерасторимых остатков» дает возможность:

- классифицировать осадки (особенно по процентному содержанию илов 0,01  $\text{мм}$ ) для составления основы литологической карты изучаемого бассейна (принимается номенклатура ГОИН);
- характеризовать количественно особенности различных «генераций» фосфатов по их терригенному компоненту;
- дать определенные указания на тонкую размола фосфоритов для их механического обогащения (флотация, магнитная сепарация и т. д.).

Разработанный нами метод получения «нерасторимых остатков» из фосфоритов сводится к следующему:

- Средняя проба породы дробится до 3  $\text{мм}$ <sup>1</sup>.
- Полученная крупка растворяется в течение 1 часа при комнатной температуре в 3%-ной соляной кислоте, при  $\text{T:Ж} = 1 : 50$ . Растворение проводится при непрерывном перемешивании (лучше — взвешивании). За 1 час реакция фосфат и карбонат нацело растворяется; глауконит, пирит и другие минералы — практически полностью остаются в остатке.

- После растворения отмывают по методу Вильямса частицы + 10  $\mu$ . Остаток + 10  $\mu$  классифицируют на классы и взвешивают.

+ 1 $\text{мм}$	+ 16 меш	Ситовой анализ
-1 + 0,50	-16 + 32 "	
-0,50 + 0,25	-32 + 60 "	
-0,25 + 0,10	-60 + 150 "	
<hr/>	<hr/>	
-0,10 + 0,05	(150 + 300 меш)	Гидравлический анализ
0,05 + 0,01 $\text{мм}$		

<sup>1</sup> Рекомендуется пользоваться для этого лабораторными валками и сократителями Джонсона.

Приводим цифровой материал по 11 образцам фосфатной серии (табл. 2).

Таблица 2

Механический анализ „нерасторимого остатка“ из валанжинских верхнекамских фосфоритов

П о р о д ы	Число образцов	П о к а з а т е л ы								Выход нерасторимого остатка	Автор
		+ 1 мм	- 1 + 0,5	0,50—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	- 0,01	Сумма		
Глауконитовый песок .	1	—	4,7	53,9	10,7	10,7	100	—	—	—	Е. А. Бужинская, 1932
Фосфоритные желваки .	5	—	0,8	57,0	14,8	27,4	100	15,7	—	То же	
Фосфоритная пластина .	3	—	0,4	64,6	13,5	21,5	100	15,3	—	”	
Фосфоритизированная ауцелла . . . . .	1	—	3,3	56,2	10,7	29,8	100	18,2	—	”	
Генеральная проба с Горшковского рудника + 4 мм . . . . .	1	1,6	0,6	2,2	10,3	49,8	10,7	24,8	100	25,9	Г. И. Бушинский, 1935
Среднее из 11 образцов (ср. взвеш.) .	—	—	—	—	—	—	—	26,0	—	—	

Рассмотрение этой таблицы приводит нас к следующим выводам:

1. По механическому составу «нерасторимый остаток» всех образцов попадает в категорию «песчанистого ила» (интервал 10—30% частиц — 0,01 мм, по классификации ГОИИ).

2. «Нерасторимый остаток» всех верхнекамских фосфоритов (желвачный тип, плитный, фосфатизированные ауцеллы), а также

Выхода от сушицы нер. остатка

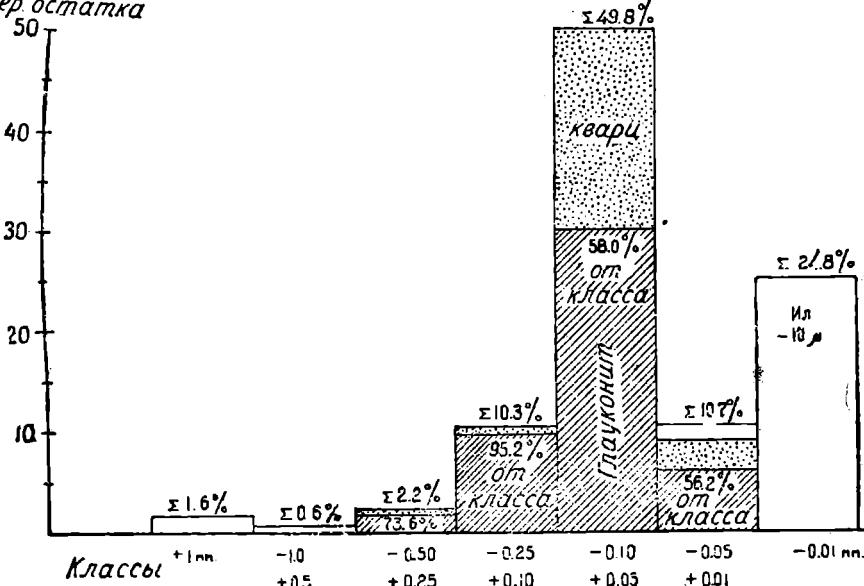


Рис. 1. Распределение глауконита по классам „нерасторимого остатка“ из верхнекамских фосфоритов (Горшковский рудник).

вмещающий и непосредственно покрывающий породы глауконитовый песок, — практически одинаков по механическому составу. Это указывает на то, что в течение всего нижнего и среднего валанжина седиментация приносимого с суши терригенного материала происходила в тождественных условиях (глубина, удаленность от береговой линии, характер течений); также сходны были и гальмированные процессы (образование глауконита). Однако, хемогенный фактор фосфатизации этого глауконитового песчанистого ила протекал с различной интенсивностью — от плотного фосфатного ауцеллового плитняка, с содержанием 25—26%  $P_2O_5$ , до слабо сцементированного глауконитового песка в кровле фосфоритного слоя, с валовым содержанием около 5%  $P_2O_5$ .

Переходим теперь к минеральному составу «нерасторимых остатков», сведенному в табл. 3.

Таблица 3

Минералогический анализ по классам нерасторимого остатка  
Средняя проба с Горшковского рудника; мытый фосфорит + 4 мм  
(Г. И. Бушинский, 1934)

Классы	10 мк + 1,0—0,5	0,5—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	0,01	Пересчет для класса + 0,01 мм
% выхода	1,6	0,6	2,2	10,3	49,8	10,7	24,8
Кварц . . . . .	6,5	8,1	7,8	2,4	39,7	24,9	—
Глауконит . . . . .	—	—	73,6	95,2	58,0	56,2	—
Пирит и пиритизированная глина	17,6	16,4	2,0	0,7	0,7	—	—
Бурый железняк . . . . .	3,7	6,0	2,0	0,2	—	—	—
Слюдя . . . . .	0,8	—	—	—	0,4	9,5	—
Агрегаты, цементированные се- рой глинистой плотной мас- сой . . . . .	71,4	68,3	—	—	—	—	—
Серые зерна глины . . . . .	—	1,2	14,6	1,5	1,2	9,4	—
Итого . . . . .	100	100	100	100	100	100	—

Химический анализ нерасторимого остатка в %

$SiO_2$	$P_2O_5$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	C
49,90	—	15,03	12,03	9,00

Главная масса глауконита приходится на размеры 0,10—0,05 мм (рис. 1). Этот рисунок четко показывает необходимость помола для флотации в 150 меш (—0,10 мм) для вскрытия фосфата во всех сростках.

#### Текстура и микроструктура (шлифы и аншлифы)

Текстура. Текстурно довольно четко различаются два типа (генерации) фосфоритов. Первый тип, наиболее распространенный, глинисто-глауконитовый, радиоляритовый, образующий основную массу плитного ауцеллового слоя и конкреций + 10 мм. По составу содержит 25—26%  $P_2O_5$  и 6—7%  $R_2O_3$ .

Второй тип — более рыхлый, менее сцементированный фосфатом; нередко облекает коркой нарастания желваки первого типа и обычно

<sup>1</sup> В пересчете на весь «нерасторимый остаток» — 40,7% (около 45%).

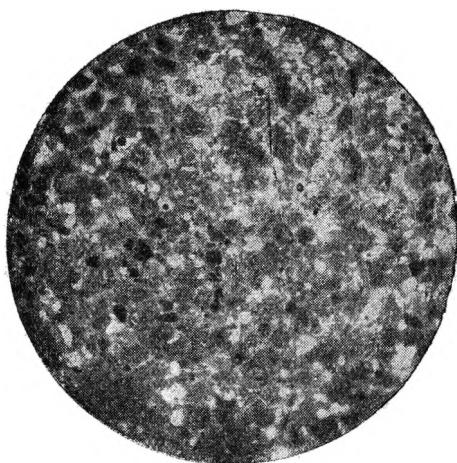


Рис. 2. Глинисто-глауконитовый тип.  
 $\times 25$ . Нег. 645-а. Фосфорит пористый.  
Развиты фосфатные сфероиды.

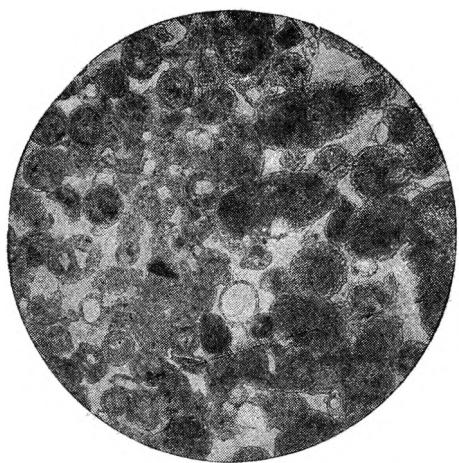


Рис. 3. Плотный радиоляритовый, фосфоритная плита из М. Созим.  
 $\times 50$ .  
Видны фосфоритные сфероиды (псевдоморфозы по шаровым радиоляриям)  
с оторочкой (корочкой) радиально-лучистого окристаллизованного фосфорита.

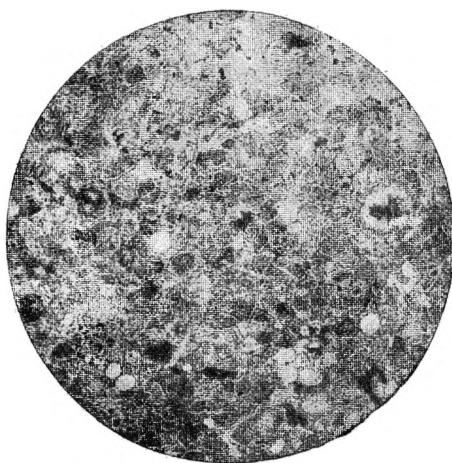


Рис. 4 . Глауконитовый тип.  $\times 25$ . Нег.  
643, шлиф 8851.

образует рыхлый цемент фосфоритного слоя. При мойке обычно уходит в мелкие классы — 10 мм, давая продукты 2-го сорта:

	$P_2O_5$	$R_2O_3$
Классы — 4 + 1 и — 1 + 0,5	18—20 16—17	14—15 16—17

На большей части площади распространения верхнекамских фосфоритов в сущности нет настоящего фосфоритного галечника, с глянцевой поверхностью, со следами сверлящих моллюсков, как это мы видим на фосфоритах древних генераций (Кт. с. и Vig. i, под Москвой). Здесь фосфатизация началась в верхневолжский век (фосфатизированные ауцеллы) и постепенно нарастала до конца среднего заланжина, без какого бы то ни было перерыва осадочного цикла.<sup>1</sup> Все фосфориты имеют матовую, слегка шероховатую округлую поверхность нормального роста конкреций.

Микроструктура. Общий минералогический состав фосфоритов (по шлифам) виден из следующей схематической таблицы (табл. 4).

Таблица 4  
Последовательные фазы выделения минералов при фосфоритообразовании

Терригенный материал	Органогенный	Гальмированный	Хемогенный (цемент)	Диагенез
	1 фаза	2 фаза	3 фаза	4 фаза
Сварц	Спикаули губок	Глауконит	Фосфат	Радиально-лучистая разность фосфата (оторочки)
Глинистое вещество	Скелеты радиолярий и др.	Слюды (редко)	Кальцит (высокодисперсная примесь)	Пирит
Аксессорные минералы		Цеолиты		Поры в фосфате (выщелачивание)

Структурно различаются три типа фосфоритов; при этом нередко они могут сочетаться в одной и той же конкреции, переходя друг в друга, что, как мы увидим далее, имеет значение при избирательном залегании.

1-й тип — глинисто-глауконитовый (рис. 2)

2-й тип — плотный — радиоляритовый (рис. 3)

3-й тип — глауконитовый (рис. 4)

Пористость. Большинство фосфоритов, особенно радиоляритовой структуры, характеризуется пористостью (см. рис. 26). Поры имеют округлую форму, диаметром большей частью 50—100 микрон. Происхождение этих пор, несомненно, связано с растворением кремистых спикаул губок (отчасти выпадение при шлифовании сферитов), оолитов (фосфата-цемента).

Кучность распределения глауконита. Распределение глауконита в шлифах довольно неоднородное. Обычно наблюдается кучность («пятнистость») глауконита, чередующаяся с участками, почти лишенными глауконита. В этом сказывается, повидимому, процесс дифференциации гелей в донном иле в процессе самого образования глауконита.

<sup>1</sup> На этот непрерывный нормальный осадочный цикл с Vig. s. до Vig. m. указывал еще Н. Г. Кассин (1928).

Средние размеры этих более мягких «глауконитовых пятен—кучностей» — около 2—4 мм, а более твердых участков слабого развития глауконита — 1—2 мм. На этой базе идет процесс избирательного размola отдельных фосфоритных конкреций, при котором в мелкие классы уходит более мягкий и ожелезненный материал.

### Фосфат-цемент

1. Микротекстура. Большей частью фосфатное вещество имеет сферитовую микротекстуру с диаметром сферитов 0,1—0,2 мм.

Эти сферитовые образования в основном представляют собой фосфатизированные радиолярии шаровых форм, полости которых выполнены аморфным (скрытокристаллическим) темноокрашенным фосфатом, а внешняя их оболочка покрыта корочкой (толщиной большей частью 10—13 микрон) хорошо окристаллизованного радиально-лучистого водяно-прозрачного фосфата, хорошо поляризующего.

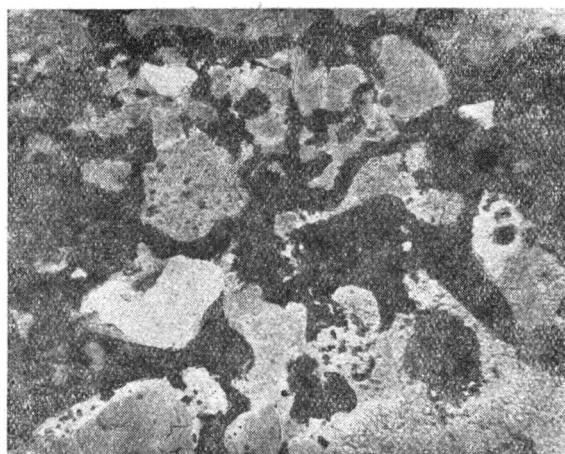


Рис. 5. Пиритизация фосфата (метасоматоз) и глауконита.  $\times 100$ . Шмиф 9764, нег. 508.

Исходя из обилия остатков радиолярий в верхнекамских фосфоритах, И. Е. Худяев (1931) предложил их называть «радиоляритами».

2. Структура. Фосфат-цемент, включая фосфатное вещество сферитов, обычно пигментирован бурым органическим веществом окислами железа, пиритом и высокодисперсным глауконитом. Строение его — тонкозернистое.

Соотношение основного фосфата и окристаллизованного радиально-лучистого в среднем от 10:1 до 6:1.

3. Включенные в фосфат-цемент зерна кварца имеют обычно остроугольную форму; угасание большей частью волнистое.

Пиритизация. Изучение структур фосфоритов по шлифам приводит к выводу, что образование пирита происходило в последнюю стадию последовательного выделения минералов — в зоне диагенеза, в восстановительной среде разложения органического вещества. По шлифам видно, что пирит обычно отлагается по трещинам и не редко замещает фосфат-цемент, кремневые скелеты радиолярий даже глауконит (рис. 5).

На рис. 28 особенно хорошо видна пиритизация фосфата-цемента и глауконита. Все фосфатное поле корродировано пиритом, с нарушением сплошности фосфата-цемента, от которого остались баухром

чные, пронизанные пиритом островки. Пиритизация частично захватила и зерна глауконита, но в менее резкой степени.

Такой процесс замещения фосфата-цемента приводит к ослаблению фосфатной цементации, так как пирит разрушается в самых первых стадиях выветривания, дезинтегрируется (образование «пиритного песка» на месте прежде плотных пиритовых образований) и вместе с остатками фосфата попадает при мойке в мелкие классы.

Следует отметить, что процесс пиритизации осадочных пород (в частности фосфоритов) хорошо описан в монографии М. Н. Сауэх [1, с. 270], где даются прекрасные иллюстрации образования псевдоморфоз пирита по органическим остаткам (спикулы губок, фораминиферы, диатомовые, радиолярии). Процессы пиритизации фосфоритов были также хорошо разобраны в работе Г. И. Бушинского [6].

### Подсчет минералов в шлифах

Таблица 5

#### Средний минеральный состав верхнекамских фосфоритов по шлифам

Концентрат + 4 мм	% содержания минералов					
	Фосфат	Глауконит	Кварц	Пирит	Лимонит	Прочие
Пьяновский рудник . . .	81,0	12,0	3,0	2,0	2,0	—
Горшковский рудник . . .	72,0	12,0	5,0	1,5	2,0	6,5
Распределение $R_2O_3$ по минералам (в % на сухую навеску) по Горшковскому участку . . . .	1,7	3,0	—	0,7	1,5	—

Таблица 6

#### Химический состав классов дробленого (до —3 мм) мытого вятского фосфорита класса +10 мм (Нырмичский участок)

Меш	м.м.	$P_2O_5$	CaO	$CO_2$	F	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$R_2O_3$	Нераст. остаток
— 7	—	28,25	—	—	—	—	2,87	4,70	6,82
— 7 + 9	2,79 + 1,98	28,06	—	—	—	—	2,67	3,82	6,50
— 9 + 10	— 1,98 + 1,65	27,00	43,97	—	—	—	—	—	—
— 10 + 12	— 1,65 + 1,40	27,22	43,82	—	—	—	—	—	—
— 12 + 14	— 1,40 + 1,17			—	—	—	—	—	—
— 14 + 16	— 1,17 + 0,99	26,92	—	—	—	—	—	—	—
— 16 + 32	— 0,99 + 0,50			—	—	—	—	—	—
— 32 + 60	— 0,50 + 0,25	26,57	—	—	—	—	—	—	—
— 60 + 100	— 0,25 + 0,15	26,60	—	—	—	—	—	—	—
— 100 + 170	— 0,15 + 0,088	25,42	40,16	5,69	2,84	1,86	4,34	6,20	11,84
— 170	— 0,088	25,84	41,27	5,71	2,78	2,43	4,07	6,50	12,11
Исходная	—	около 26,0	—	5,41	—	—	—	—	—
Коэффициенты $\frac{\% x}{P_2O_5}$									
— 100 + 170	—	—	1,565 1,563	0,224 0,221	0,112 0,108	—	—	0,244 0,252	—
— 170	—	—							

## II. Разделение фосфорита по удельным весам (метод центрофугирования)

### Образец Нырмичского участка

#### Характеристика исходного фосфорита

Для опытов взят фосфорит нормального 26%-го производственного состава для мытых классов + 10 мм Нырмичского района (Ving. табл. 6, стр. 109).

Обращает на себя внимание ясно выраженный процесс избирательности дробления вятского фосфорита. В мелкие (мягкие) классы уходит более низкосортный материал, в крупные (твёрдые) классы — более высокосортный.

Методика разделения по удельному весу на центрофуге в основном осталась прежней. В качестве методического исследования был изучен лишь фактор тонкого доизмельчения в агатовой ступке и удлиненные сроки операций центрофугирования.

Итоговые результаты четырех серий опытов сведены в табл. 7.

Класс — 100+170 меш не дает достаточно высокосортного материала. Более тонкое измельчение значительно улучшает качество концентрата центрофуги.

Увеличение продолжительности центрофугирования с 3 до 10 мин. не внесло существенного изменения на ход процесса.

Подробный анализ фосфата-концентрата (фракция уд. в. 2,91—3,04).

В анализ взята наиболее чистая фракция фосфата уд. в. 2,91—3,04, полученная из класса — 170 меш, дополнительно измельченного в агатовой ступке (табл. 8).

Таблица  
Подробный анализ фракции уд. в. 2,91—3,04 вятского фосфорита  
(из класса — 170 меш)

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	CO <sub>2</sub>	F	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Нер. ост.
Исходный — 170 меш	25,84	41,27	5,71	2,78	1,58	4,07	5,65	12,11
Концентрат . . . . .	30,52	47,50	5,93	3,41	0,68	2,37	3,05	1,43
				Коэффициенты $\frac{\% x}{P_2O_5}$				
Исходный . . . . .	—	1,563	0,221	0,108	—	0,158	0,218	—
Концентрат . . . . .	—	1,560	0,194	0,112	—	0,078	0,100	—

Вышеоприведенный анализ фракции уд. в. 2,91—3,04 отвечает максимально чистому «фосфатному цементу» вятских фосфоритов, с содержанием: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 30,52%; нерастворимого остатка — 1,43%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 3,05%.

Соединения Al и Fe высокодисперсно рассеяны в фосфатном цементе и не поддаются механическому выделению.

Таким образом, предел обогащения R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 1 : 10.

Микроскопия различных фракций (по уд. весу) нырмичского фосфорита сведена в табл. 9.

**Результаты разделения по удельным весам верхнекамских фосфоритов  
(центрофугирование в жидкости Туле)**

Удельный вес (Туле)	% выхода	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	CO <sub>2</sub>	F	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Нер. ост.	Коэффициент извлечения P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
---------------------	----------	-------------------------------	-----	-----------------	---	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-----------	--

**I. Класс — 100 + 170 меш**

< 2,54	0,54	—	—	—	—	—	—	—	43,54	—
2,54—2,75	3,26	8,12	—	—	—	—	—	—	43,23	—
2,75—2,85	19,65	18,84	—	—	—	—	—	—	22,26	—
2,85—2,91	54,78	27,61	—	—	—	—	—	—	7,60	—
2,91—3,04	20,60	26,79	—	—	—	—	—	—	5,85	—
> 3,04	1,16	14,23	—	—	—	—	—	—	35,04	—
Исходной	100%	25,42	40,16	5,69	2,84	1,86	4,34	6,20	11,84	—

**II. Класс — 170 меш**

< 2,54	0,65	—	—	—	—	—	—	—	43,79	—
2,54—2,75	8,85	5,28	—	—	—	—	—	—	62,89	—
2,75—2,85	10,35	14,12	—	—	—	—	—	—	30,00	—
2,85—2,91	38,61	28,83	—	—	—	—	—	—	5,09	—
2,91—3,04	39,36	29,20	—	—	—	—	—	—	2,55	—
> 3,04	2,18	8,23	—	—	—	—	—	—	42,29	—
Исходной	100%	25,84	41,27	5,71	2,78	2,43	4,07	6,50	12,11	—

**III. Класс — 170 меш, дополнительно тонкоизмельченный в агатовой ступке**

**а) Вариант центрофугирования — тройной по 3 мин.**

< 2,54	0,79	—	—	—	—	—	—	—	—	0,21
2,54—2,75	8,46	6,67	—	—	—	—	—	—	66,04	2,19
2,75—2,85	10,07	18,18	—	—	—	—	—	—	25,75	7,08
2,85—2,91	41,29	28,67	—	—	—	—	—	—	5,64	45,85
2,91—3,04	37,14	30,28	—	—	—	—	—	—	1,60	43,55
> 3,04	2,25	11,60	—	—	—	—	—	—	44,15	1,13

**б) Вариант центрофугирования — тройной по 10 мин.**

< 2,54	0,66	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11
2,54—2,75	8,11	6,03	—	—	—	—	—	—	69,40	1,90
2,75—2,85	8,80	13,15	—	—	—	—	—	—	27,80	4,50
2,85—2,91	42,45	29,12	—	—	—	—	—	—	5,57	47,91
2,91—3,04	37,70	30,52	47,50	5,93	—	0,68	2,37	—	1,43	44,42
> 3,04	2,28	13,17	—	—	—	—	—	—	44,83	1,16
Исходной	100%	—	—	—	—	—	—	—	—	100%

Таблица 9

Микроскопия различных фракций (по уд. весу) вятских фосфоритов — Нырмичский участок кл. + 10 м.м. Измельчение — 170 меш. Ориентировочные наблюдения)

Фракции (Туле) уд. веса	% выхода фракций	Фосфат	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Кварц-опал	% SiO <sub>2</sub> (пер. ост.)	Глауконит-пирит
< 2,54	0,65		—	Гл. обр. аморфная SiO <sub>2</sub> . aq	43,8	—
2,54—2,75	8,8	Примазки и сростки — ок. 15%	5,3	Кварц. зерна — ок. 20%. Аморфная SiO <sub>2</sub> . aq — ок. 5—10%	62,9	Около 60% глауконита гл. обр. в индивидуальных зернах
2,75—2,85	10,3	Гл. обр. в сростках с кварцем. Цвет желтобурый — ок. 30%	14,1	Кварц и опал в сростках с фосфатом	30,0	Изолированные зерна и сростки глауконита
2,85—2,91	38,6	Фосфат довольно однородный, ок. 95%. Включения зерен пирита не видно, а мелк. глаук. — заметны	28,3	Редкие сростки кварца и опала с фосфатом	5,1	Редкие изолир. зерна глауконита и сростки (ок. 50%)
2,91—3,04	39,4	Текстурно-однородный фосфат. В фосфате изредка видны включения мелкозернистого пирита и мелк. глауконита	29,2	Изолированных зерен нет	2,5	Изолированных зерен глауконита нет
>3,04	2,2	Гл. обр. „тяжелые минералы“. Фосфорит с включениями мелкозернистого пирита. Чистых изолированных зерен фосфата нет	8,2	Кварца-опала нет	42,3	Пирит — мелкие изолированные зерна и включения в фосфат, размер до 70—100 микрон

**Образец Горшковского рудника**

В работу была взята генеральная пробы вятского фосфорита с Горшковского рудника, класс + 4 мм.

Анализ фосфорита (лабор. № 3697, инв. № 262).

$P_2O_5$	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	$CaO$	$CO_2$	$MgO$	$F$	$SO_3$	$Fe_2S_2$
25,88	10,20	4,29	1,89	41,19	5,47	0,90	2,49	2,42	1,08

Результаты центрофугирования этого тонкоизмельченного в агатовой ступке фосфорита сведены в табл. 10.

**Таблица 10**

**Центрофугирование в жидкости Тулé вятского фосфорита кл. + 4 мм, с сод. 25,88%  $P_2O_5$  (Тонкое измельчение — агатовая ступка)**

Фракция уд. в.	% выхода	$P_2O_5$	Нер. ост.	Группировка фракций	
				Выход	$P_2O_5$
< 2,70	4,86	3,06	76,36		
2,70—2,75	1,88	8,00	42,92		
2,75—2,80	4,23	17,00	25,54		
2,80—2,85	17,75	22,82	15,97		
2,85—2,90	49,50	27,86	6,41		
2,90—3,00	19,93	29,47	3,42		
> 3,00	0,85	10,06	10,00		
Исходный . . .	100,0	24,97	12,78	—	—

Как видно из табл. 10, качество горшковского концентратата фракции уд. веса 2,90—3,00 близко подходит к аналогичной фракции фосфорита с Пьянковского рудника.

**III. Подробные анализы и характеристика типовых производственных сортов верхнекамских фосфоритов**

В табл. 11 (см. стр. 114—115) сведены все имеющиеся на 1/1 1936 г. подробные анализы верхнекамских фосфоритов.

В табл. 12 приведены анализы производственных сортов верхнекамских мытых фосфоритов.

**Таблица 12**

**Производственные сорта мытых верхнекамских фосфоритов за 1934 и 1935 гг**

	Промыто тонн	№ мойки	Класс, мм	$P_2O_5$	$R_2O_3$	Число анализов	Итого (за вычетом 3-го сорта — 15 + 4 мм)			
							Тонн	$P_2O_5$	$R_2O_3$	Число анализов
Апрель 1935 г.	80	I	+15	24,96	6,35	1	80	24,96	6,35	1
Май	5 292	I	+15	25,27	7,46	47	5 292	25,27	7,46	47
Июнь	8 042	I	+15	25,27	6,77	75				
“	736	I	-15+4	20,77	9,12	8				
“	376	II	+50	25,40	6,56	4	9 010	25,27	6,79	86
“	432	II	-50+4	25,10	7,04	6				
“	160	II	+ 4	25,65	7,35	1				
Июль	13 328	I	+15	25,05	6,42	94				
“	1 944	I	-15+4	20,21	9,12	16				
“	1 896	II	+60	25,56	5,74	14	18 160	25,22	6,37	131
“	2 936	II	-50+4	25,76	6,55	23				
За 1934 г. — средневзвешенное с мойки № 1 + 15 мм							51 375	25,13	7,33	Анализы Пермского суперф. завода

	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13
$P_2O_5$	27,21	26,19	26,21	25,84	25,19	25,51	25,88	25,02	24,71	25,21	25,46	25,4
CaO	41,13	39,33	39,94	41,27	37,46	37,46	41,19	40,30	37,50	37,19	39,44	40,1
$CO_2$	4,55	4,14	2,14	5,71	4,73	4,73	5,47	6,00	4,59	—	—	5,6
F	1,12	2,99	2,04	2,76	2,26	2,26	2,49	—	2,65	—	—	2,8
$SO_3$	2,36	1,39	2,42	—	1,22	—	—	—	1,05	—	—	—
$FeS_2$	—	—	—	—	1,94	—	—	—	—	—	—	—
$Fe_2O_3$	2,62	2,30	2,34	4,07	5,12	4,49	4,29	4,68	5,04	—	—	4,3
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Al_2O_3$	1,63	2,64	2,78	1,88	2,53	2,53	1,94	2,17	3,92	—	—	1,8
MgO	2,52	0,68	0,76	—	0,00	—	—	—	0,84	—	—	—
MnO	0,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O	0,41	0,79	0,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	1,04		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Нер. ост.	—	10,86	10,90	—	—	—	—	—	15,08	12,17	10,71	11,8
$SiO_2$ общ.	9,05	—	—	12,11	12,00	12,00	10,20	9,49	14,43	—	—	—
$TiO_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Потеря при про- каливании	10,28	4,09	2,62	—	4,99	—	—	—	—	—	—	—
C	—	—	—	—	0,52	0,52	0,93	—	0,65	—	—	—
$R_2O_3$	4,25	—	—	5,95	7,65	7,02	6,23	6,85	8,96	5,98	5,15	6,2
Сумма	99,81	101,14	99,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— О соотв. F	0,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	99,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO (+MgO)	—	—	—	+1,03	—	—	—	—	-1,08	—	—	—
Параметры:												
CaO : $P_2O_5$	1,512	—	—	1,563	—	—	—	—	—	—	—	1,56
$CO_2$ : $P_2O_5$	0,167	—	—	0,221	—	—	—	—	—	—	—	0,22
F : $P_2O_5$	—	—	—	0,108	—	—	—	—	—	—	—	0,11

<sup>1</sup> В таблицу не включен ряд заведомо дефективных полных анализов ГГРУ (из работ

Таблица 11

## екамского фосфорита

азцов

50 # +	50+ +25 15		25+ +15 16		15+ +10 17		10+ +10 18		+10 +10 19		-10+ -4+ 20		-4+ +0,5 21		-4+ +0,5 22		23	24	Флотконцентраты		
																			25	26	27
39	25,72	26,31	25,55	24,81	23,47	22,61	17,10	20,11	31,68	30,52	27,83	28,25	28,00	—	—	—	—	—	—	—	
20	5,21	5,07	5,18	4,94	4,49	5,86	3,28	4,45	3,79	5,93	44,30	45,08	43,88	—	—	—	—	—	—	—	
11	3,88	4,23	4,23	4,95	3,34	7,41	10,23	9,76	2,17	2,37	3,01	3,15	3,10	—	—	—	—	—	—	—	
4	1,12	0,82	—	2,85	2,06	3,50	4,02	5,84	1,31	0,68	0,73	0,66	1,09	—	—	—	—	—	—	—	
4	10,91	9,33	9,64	11,56	15,62	15,70	—	—	—	—	1,43	4,37	4,27	6,39	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	12,46	15,45	25,90	17,08	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	0,10	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	4,76	3,98	—	—	4,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,71	0,58	0,70	0,64	0,74	0,40	—	—	—	1,31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5,00	5,05	—	7,80	7,27	—	14,25	15,60	—	3,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	100,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	1,09	1,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	99,67	99,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	0,00	—5,03	—	—	+2,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cp. 0,200	—	—	—	—	1,582	1,465	—	—	—	—	1,560	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	0,191	—	—	—	—	—	0,194	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	0,112	0,128	—	—	—	—	0,112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

(кассина 107 лист) и местных лабораторий.

№ обр.	Характеристика образцов	Аналитик	Год
1	Бассейн р. Нырмич. Типовой сорт мытого фосфорита кл. $+10 \text{ мм}$	НИУ	1927
2	Синегорский	Вятский науч.-иссл. институт краеведения	1925
3	То же	То же	1925
4	Фосфоритная мука — 170 меш. из отчета А. В. Казакова по избирательному растворению $\text{CaCO}_3$		1933
5	Пьянковский рудник; кл. $+4 \text{ мм}$	НИУИФ, М. Загорский	1935
7	Средняя проба из 7 номеров шурфов Пьянковского рудника	НИУИФ	1935
8	Средняя проба из 4 номеров шурфов Горшковского рудника Пробы 7 и 8 взяты А. А. Четыркиной осенью 1934 г.		
9	Из работ по обжигу. Крупка — $10 + 1 \text{ мм}$	АВК + СНР (НИУ)	1933
10	То же		
11	Средняя проба мытого фосфорита кл. $+4 \text{ мм}$ из Пьянковской штольни; добыча 1934 г.		
12	То же концентрат окатки	НИУИФ, фонд № 2819	
13	Нырмич		
14	Фосфорит рудничной добычи (1933 г.)	НИУИФ, фонд № 2739	
18	Горшковско-Пьянковского рудника вторично мытый на Опытном заводе НИУИФ. Из работ А. В. Казакова.	НИУИФ, фонд № 2739	
19	Лев. берег р. Вятки. Олений Бор. Кл. $+10 \text{ мм}$	НИУИФ	1930
20	Нырмич. Ср. проба; кл. — $10 + 4 \text{ мм}$	НИУИФ, М. Калужская	1930
21	Нырмич. Ср. проба; кл. — $4 + 0,5 \text{ мм}$		
22	Горшковский рудник кл. — $4 + 0,5 \text{ мм}$		
23	Фосфориты валаяжина в виде сцепментированных галек	Геолком (по Худяеву)	1931
24	Концентрат центрофугирования. Фр. у. в. 2,91 — 3,04		
25	Флотконцентрат Ф. Н. Белаш	НИУИФ, Фонд ГГО № 2430 <sup>1</sup>	1933
26	„ Ф. Н. Белаш	НИУИФ, Фонд Т. О. № 667 <sup>2</sup>	
27	„ В. М. Видонов		1934

<sup>1</sup> Ф. Н. Белаш и В. Н. Езучевская. Отчет по приготовлению вятского флотированного концентрата. Фонд ГГО № 2430, 1934.

<sup>2</sup> С. К. Воскресенский. Экстракция вятского фосфорита, обогащенного методом флотации. Фонд Т. О., № 667, 1935.

И, наконец, на основе аналитического разбора табл. 11 и 12 в, табл. 13 приведена характеристика производственного типа мытых фосфоритов Горшковско-Пьяниковского рудника для различных технологических расчетов (электровозгонка, экстракция и т. д.).

Таблица 13

Типовые производственные сорта верхнекамских фосфоритов (для проектных расчетов)

	Мытый + 4 мм Горшковско- Пьяниковский рудник	Флотконцентрат (ср. из № 25, 26, 27)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25,00	28,00
CaO	38,75	44,40
CO <sub>2</sub>	5,50	6,60
SO <sub>3</sub>	1,00	2,00
F	2,87	3,05
FeS <sub>2</sub>	2,00	1,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,00	0,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,36	3,10
MgO	0,80	0,50
MnO	0,20	
K <sub>2</sub> O	1,50	
Na <sub>2</sub> O		1,00
SiO <sub>2</sub>	12,0	5,00
Потери при прокаливании	4,02	4,05
<b>Итого:</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Параметры:</b>		
CaO : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,550	1,594
CO <sub>2</sub> : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,220	0,236
F : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,115	0,109

#### IV. Корреляция R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Математическая обработка массового аналитического материала позволила найти четкую зависимость между процентным содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Цифровой материал этих выводов приведен в табл. 14 и в форме кривой выражен на рис. 6.

Рис. 29 показывает четкую закономерность соотношения R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> для верхнекамских фосфоритов, позволяющую по проценту P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> графически находить соответствующий процент R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для концентратов первичного обогащения и различных генераций фосфоритов.

В основу построения этой корреляционной кривой взяты 87 номеров достоверных анализов, расгруппированных по интервалам процентного содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (см. табл. 13).

Концентраты вторичного обогащения, в основу которых положены принципиально иные методы более тонкого расчленения первоначальной структуры фосфоритов и селективной сепарации фосфатоцемента, дают кривую, сдвинутую влево (точки 8 и 9), приблизительно на 1% R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

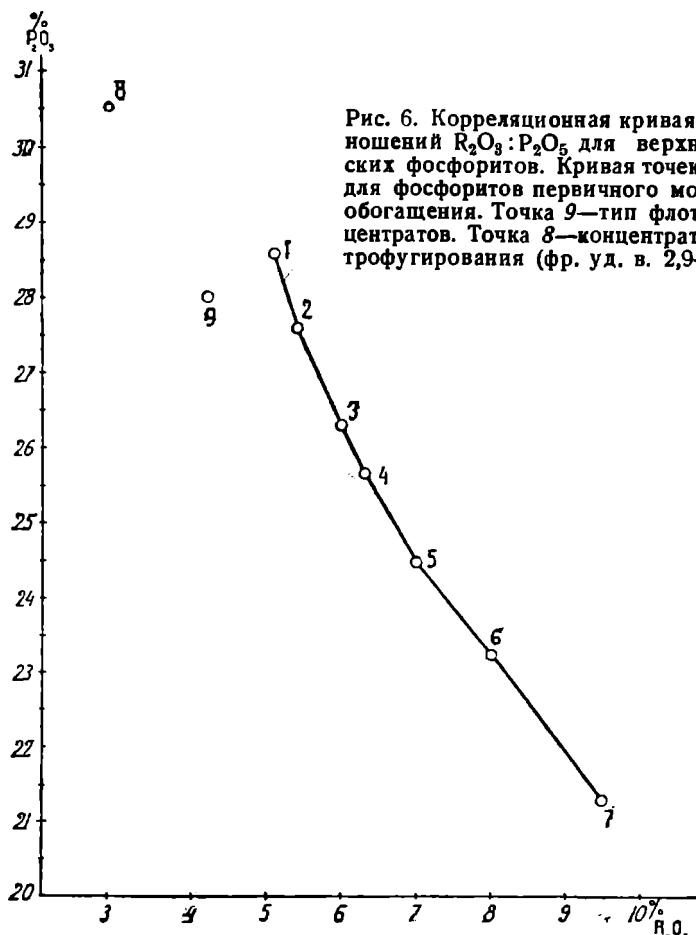
Максимальный предел механического обогащения, характеризующий наиболее чистый фосфатоцемент верхнекамских фосфоритов, отвечает составу вещества 30,52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 3,05% R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (точка 8 диаграммы) с параметром R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,100.

Таблица 14

## Корреляционная таблица для верхнекамских фосфоритов (растворение в царской водке)

№ точек	Группы по % $P_2O_5$	$P_2O_5$	$R_2O_3$	$CO_2$	Нер. ост.	$C_2O$	$\frac{R_2O_3}{P_2O_5}$	Число анализов
1	30—28	28,58	5,11	—	9,01	—	0,179	8
2	28—27	27,60	5,40	4,78	9,33	—	0,196	15
3	27—26	26,30	6,00	4,63	10,50	—	0,228	21
4	26—25	25,68	6,32	5,16	11,45	—	0,246	15
5	25—24	24,50	7,06	—	—	—	0,288	12
	25—24	24,66	—	4,66	—	—	—	6
	25—24	24,87	—	—	—	38,90	—	2
6	25—24	24,63	—	—	13,43	—	—	11
7	24—22	23,20	8,00	—	—	—	0,845	6
8	22—20	21,30	9,50	—	—	—	0,446	2
9		30,52	3,05	5,93	1,43	47,50	Фр. уд. в. 2,9—3,0 центрофугирования (из работ А. В. Казакова)	
		28,00	4,19	5,97	6,39	43,88	Флотконцентрат. (В. М. Видонов, 1934)	

Примечание. Анализы относятся главным образом к району р. Нырмич — р. Созим.



Практический же предел производственного обогащения флотацией для необожженного материала: 28,0%  $P_2O_5$  при 4,5%  $R_2O_3$  (растворимые в царской водке).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Г. Кассин. Общая геологическая карта Европейской части, СССР. Лист 107. Труды Геод. кбм., вып. 158, 1928.
2. Е. Е. Худяев. О радиоляриях в фосфоритах Сысольского района. Труды ГГРУ, вып. 46, 1931.
3. Е. А. Бужинская. Петрографическое описание фосфоритов из Нырмического м-ния Верхнекамского фосфоритного массива. Рукопись. Фонд ГГО НИУ, № 1739, 1932.
4. А. В. Казаков, О. Н. Соболева, А. И. Володченкова. Избирательное растворение свободного  $CaCO_3$  в фосфоритах. Рукопись. Фонд НИУИФ, № 2183, 1933.
5. А. А. Четыркина и А. Г. Трухачева. Литология вятских фосфоритов. Рукопись. Фонд ГГО, № 2121, 1933.
6. Г. И. Бушинский. Пetroхимическая характеристика вятских фосфоритов. Рукопись. Фонд ГГО, № 2597, 1934.
7. А. В. Казаков и Н. М. Фролова. Характеристика типовых вятских флотконцентратов по растворимости  $Fe_2O_3$  и  $H_3PO_4$  и HCl. Рукопись. Фонд НИУИФ, № 2378, 1934.
8. А. В. Казаков и Г. И. Бушинский. Изучение «нерасторимого остатка» некоторых фосфатных серий в связи с вопросами генезиса фосфатных слоев. Рукопись. Фонд НИУИФ, № 2555, 1935.
9. А. В. Казаков и Е. И. Волкова. Пределы обогащимости фосфоритов (метод центрофугирования). III. Вятские фосфориты. Рукопись. Фонд НИУИФ, 1935.
10. А. В. Казаков и И. А. Соловьева. Обжиг и избирательное дробление верхнекамских (вятских) фосфоритов. I и II. Рукопись. Фонд НИУИФ, № 2819, 1935.
11. M. L. Cayeux. *Introduction à l'étude petrographique des roches sédimentaires*. Paris, 1931.

*Н. А. Афанасьев*

## РАЗРАБОТКА ВЯТСКО-КАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ

Вятско-Камское месторождение фосфоритов, расположеннное в верховьях рр. Камы и Вятки, представляет собой пластообразную залежь, вытянутую в направлении с юго-запада на северо-восток. Протяженность залежи в этом направлении составляет около 100 км. Площадь фосфоритной залежи — 1 904 км<sup>2</sup>. Запасы всех категорий, в пределах охваченной разведкой и поисковыми работами площади, — 855 млн. т концентратов класса + 4 мм.

Запасы по категориям приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

Категория запасов	Запасы концентратов в тыс. т			Из них залегаю- щих на глубине	
	класса +4 мм	4—0,5 мм	всего	до 10 м	до 15 м
I. Запасы, выявленные поисковыми работами . . . . .	799 581	Нет данных	799 581	179 671	Нет данных
II. Запасы, выявленные разведкой:					
1. Категория A <sub>2</sub> . . . . .	23 383	5 948	29 331	19 311	24 399
2. . . . . B . . . . .	14 349	3 549	17 898	1 660	4 474
3. . . . . C . . . . .	8 263	1 967	10 230	62	235
4. Неквалифицированные . . . . .	9 175	Нет данных	9 175	5 087	8 369
Итого по разведке . . . . .	55 170	11 464	66 634	26 120	37 477
Всего . . . . .	854 751	11 464	866 215	205 791	37 477

Из общего количества запасов разведанные запасы составляют лишь около 66 млн. т, т. е. 7,7%. Являясь одним из самых крупных месторождений Союза, Вятско-Камское месторождение, однако, как сырьевая база, в целом недостаточно выявлено.

В силу горно-технических условий преимущественное применение при разработке месторождения найдут открытые горные работы на участках с глубиной залегания фосфоритного пласта до 15 м. Разведанные же запасы этих участков составляют 37 477 тыс. т, причем 25 000 тыс. т из них относятся к категории A<sub>2</sub>. Остальные же разведанные запасы в количестве около 12,5 млн. т и запасы, выявленные

поисковыми работами в количестве 180 млн. т, залегающие на глубине до 10 м, могут рассматриваться как реальная сырьевая база лишь после проведения разведочных работ. Однако, уже разведанные запасы делают месторождение крупнейшей сырьевой базой химической промышленности Урала.

Основной разведанный участок расположен в восточной части фосфоритного массива в бассейне левых притоков р. Волосницы — рр. Большой Созим, Малый Созим, Ольховики и правых притоков р. Нырмич — Нижний и Средней Вьюк. Несколько обособленно расположены Лоинский и Поповский участки.

В связи со значительным расстоянием последних от основного участка и железной дороги и относительно небольшими разведанными запасами фосфорита, залегающего на глубине до 15 м (Лоинского 2,2 млн. т и Поповского 1,95 млн. т класса + 4 мм), эти участки не будут иметь существенного значения в первые годы развития добычи на месторождении.

Базой для развития добычи на месторождении, таким образом, может служить основной разведанный участок, расположенный в восточной краевой части фосфоритного массива, от истоков р. Большой Созим до р. Нырмич, протяжением около 30 км.

Горно-технические условия Вятско-Камского месторождения подробно изложены в работе А. А. Четыркиной и А. А. Шугина в главе «Технические показатели» (стр. 93), поэтому на них здесь не останавливаемся.

### Способы разработки месторождения

Значительная часть месторождения может быть разработана открытым способом. Как видно из табл. 1, запасы фосфорита, залегающие в зоне до 10 м, составляют от общих запасов по разведенным участкам около 30%, в зоне до 15 м — около 55%.

Предельная мощность вскрыши, при которой применение открытых работ целесообразно, проектом НИУИФ определилась в 15 м. При этой последней себестоимость фосфорита из открытых и подземных работ будет приблизительно одинакова; при большей мощности себестоимость открытых работ будет больше, чем подземных, и наоборот. Это определение надо рассматривать как весьма ориентировочное, так как в отношении подземных работ нет достаточно обоснованных практикой техно-экономических показателей.

Наличие больших запасов в глубоких зонах придает особое значение подземным работам. В связи с этим на месторождении с 1934 г. начаты экспериментальные подземные работы, которые позволяют разрешить вопрос о степени целесообразности применения подземных работ и их масштабе. За счет освоения глубоких зон месторождения подземными работами можно несколько увеличить мощность рудников, организуемых на базе запасов мелких зон.

Некоторые затруднения при развитии экскаваторных работ большого масштаба делают целесообразным изучение вопросов применения гидравлической разработки. По грунтовым, водным, энергетическим и топографическим условиям гидравлическая разработка, повидимому, не будет иметь преимущественного значения, а только вспомогательное.

Относительно тяжелые горно-технические условия месторождения требуют комплексного разрешения всех поставленных вопросов в отношении способов разработки. Однако, для комплексного разрешения вопроса необходимо провести экспериментальные подземные и гидравлические разработки. Если первые в настоящее время ведутся и будут закончены в 1936 г., то гидравлические не вились и не ведутся. Что касается экскаваторной разработки, то она осуществляется на

Верхнекамском руднике и проектно разработана для дальнейшего развития добычи. Поэтому в дальнейшем изложении мы будем касаться вопросов разработки месторождения лишь применительно к экскаваторной разработке.

### Экскаваторная разработка

Добыча фосфорита на месторождении ведется в настоящее время Верхнекамским рудником, организованным в 1915—1916 гг. Участки

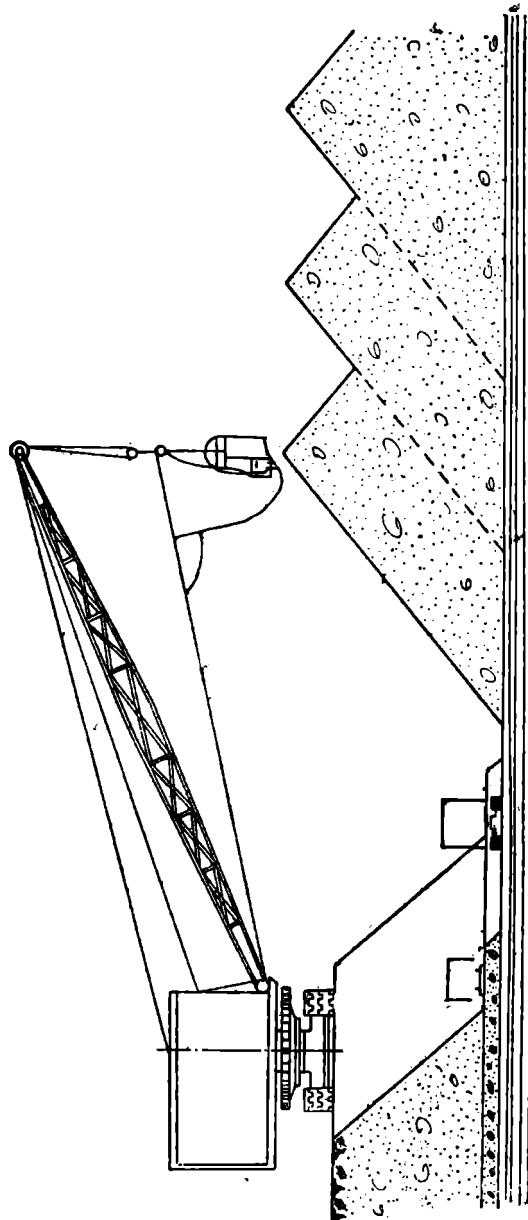


Рис. 1. Схема экскавации с применением на вскрыше экскаватора типа драглайн.

рудника — Горшковский и Пьянковский, — расположенные в бассейне р. Ольховки, разрабатываются в зонах до 6—7 м. Зоны больше 6—7 м разрабатывать имеющимися экскаваторами не представляется возможным. Для разработки рудник располагает на вскрыше экскаваторами типа драглайн, на добывче фосфорита — экскаваторами типа механи-

ческой лопаты. Схема экскаваторных работ представлена на рис. 1. Как видно из схемы, максимальная мощность вскрыши в 6—7 м определяется радиусом действия вскрышного экскаватора.

На 1936 г. рудник располагал следующим экскаваторным парком:

Назначение экскаватора	Фирма	Тип, класс	Количество экскаваторов
Вскрышные работы	Марион	тип 125 класс 80-В	3
Добыча фосфорита	Бьюсайрус Ориштейн-Коппель	тип 6	2
Вспомогательные работы	Рустон	,	3
			1
Итого			10

Добыча в размере 850—900 тыс. т фосфорита-концентраты класса +0,5 мм, определенная Главхимпромом, не может быть осуществлена применяемой на Верхнекамском руднике схемой экскавации главным образом в связи с ограниченностью запасов на месторождении в зоне до 7 м. Поэтому возник вопрос о применении других схем экскавации и экскаваторов. Поскольку вопрос развития рудников базировался на применении отечественного оборудования, то в решении этого вопроса при развитии добычи в первые годы (по проекту 1936 г.) необходимо было учесть и реальные возможности на этот период отечественной экскаваторостроительной промышленности. Это обстоятельство повлекло запроектирование для разработки первоочередного рудника (Малосозимский) применения на вскрыше экскаватора типа механической лопаты ВОМТ, модель III (ковш 1,5 м<sup>3</sup>), с бандвагеном и на добыче — механической лопаты модель II (ковш 0,75 м<sup>3</sup>). Схема экскавации с применением этого оборудования представлена на рис. 2. Рабочие размеры вскрышного экскаватора позволили запроектировать разработку участков с мощностью вскрыши до 9 м.

Эта схема вызвала сомнение у ряда работников в отношении ее эффективности в связи с физическими свойствами пород вскрыши. Здесь имеется в виду прилипание глины к стенкам ковша и к транспортерной ленте бандвагена и в связи с этим снижение их производительности. Этот недостаток схемы НИУИФ имел в виду, но запроектирована она была по вышеуказанным причинам и только для рудника, вступающего в работу в 1936 г.

Для рудников, вступающих в работу начиная с 1937 г., были запроектированы на вскрыше — многочерпаковые экскаваторы с бандвагеном, на добыче — механические лопаты, модель II. Схема экскавации представлена на рис. 3. Эта схема по техническим факторам практически уже не ограничивает мощности вскрыши, однако, применение ее запроектировано преимущественно для вскрыши до 10 м и на отдельных участках до 15 м. Предусмотренное проектом НИУИФ применение ее для мощности вскрыши до 10 м сделано на основании нижеизложенных соображений.

Максимальная мощность вскрыши 15 м, определенная путем сравнения себестоимости фосфорита из открытых работ, является, как было указано выше, сугубо ориентировочной, поскольку не было достаточных данных для определения себестоимости подземных работ. По последним в 1931—1932 гг. Гипронеметом был составлен проект, причем из-за отсутствия опытных данных разработка была запроек-

тирована в качестве опытной. Поскольку проект не был реализован и, следовательно, основные техно-экономические показатели не были проверены опытом, а себестоимость фосфорита, определенная проек-

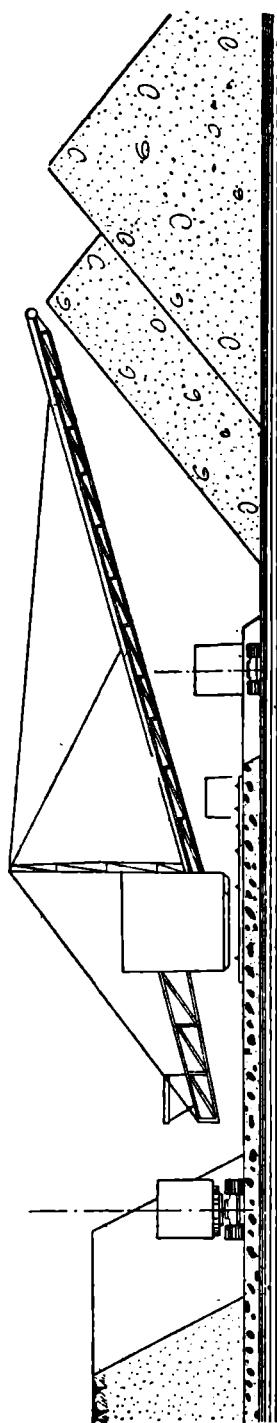


Рис. 2. Схема экскавации с применением на вскрыше механической лопаты с бандажем.

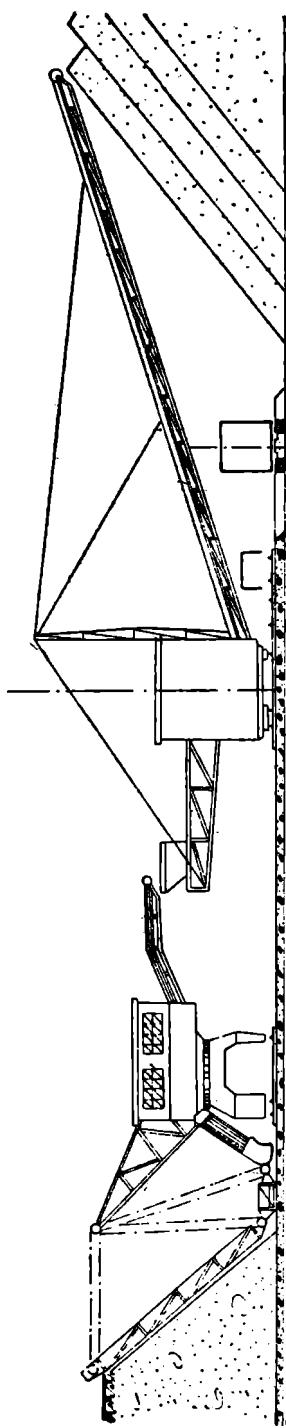


Рис. 3. Схема экскавации с применением на вскрытии многочелюстного экскаватора и бандвагена.

том, сравнительно высока, то, естественно, возник вопрос о рентабельности подземных работ на месторождении вообще. В связи с этим определение максимальной мощности вскрыши путем сравнения стои-  
124

мости открытых подземных работ требовало более осторожного подхода. На основании этих соображений и была запроектирована разработка с мощностью вскрыши до 10 м и только для некоторых участков до 15 м.

Все вышеприведенные схемы имеют на добыче экскаваторы типа механической лопаты. Применение механической лопаты, а не многочерпаковых экскаваторов, обуславливается наличием фосфоритной плиты мощностью 10—12 см в нижней части пласта и мергеля в почве. Для применения многочерпаковых экскаваторов это является чрезвычайно неблагоприятным фактором. Однако, в 1935 г. руководством верхнекамских рудников был поставлен вопрос о составлении варианта проекта с применением на добыче многочерпаковых экскаваторов вместо механических лопат. В конце 1935 г. этот вариант НИУИФ'ом был составлен.

Учитывая тяжелые условия для многочерпаковых экскаваторов на добыче фосфорита, по последним запроектированы сравнительно мощными, с ковшами емкостью 400 л. Поскольку такие экскаваторы не могут быть полностью использованы только на добыче, в связи с незначительной мощностью пласта, они запроектированы поворотными, приспособленными для работы как на добыче, так и на вскрыше (рис. 4). Применение многочерпаковых экскаваторов по этой схеме имеет следующие преимущества перед всеми вышеизложенными схемами: меньшее разубоживание фосфорита вследствие лучшей зачистки кровли и почвы фосфоритного пласта при выемке; меньшие потери фосфорита при добыче; упрощает организацию работ по транспорту фосфорита из карьера; позволяет применить большегрузные вагоны для транспортировки; большая концентрация горных работ и др.

Если при механических лопатах на добыче нецелесообразно применение большегрузных вагонов, в связи с незначительной производительностью механической лопаты, то при многочерпаковых

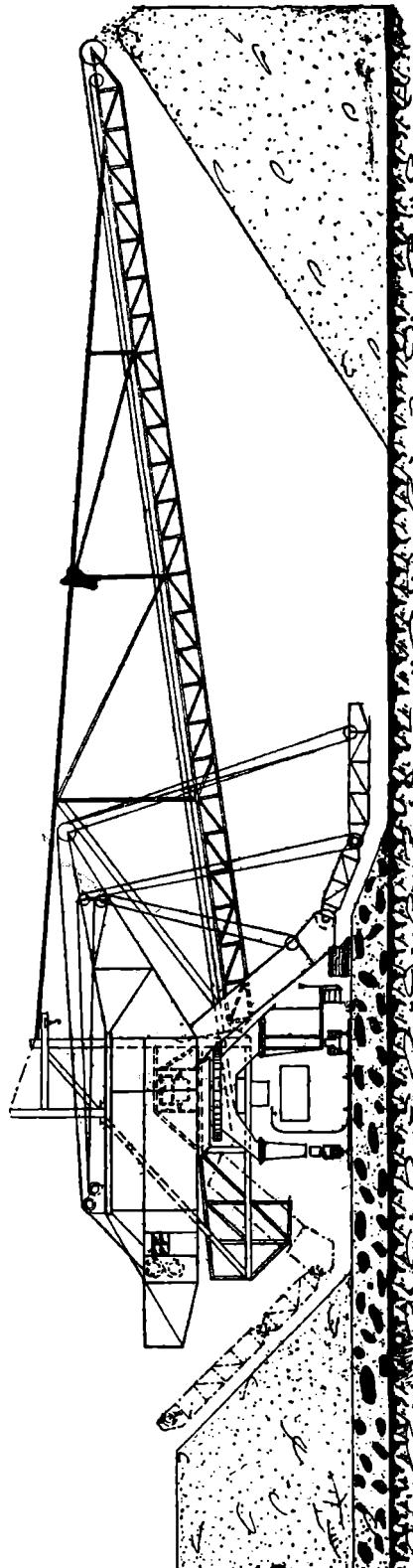


Рис. 4. Схема экскавации с применением многочерпакового экскаватора и бандвагена.

экскаваторах с емкостью ковшей 400 л применение большегрузных вагонов делается необходимостью и преимуществом.

Если при механических лопатах транспорт по проекту осуществляется вагонами емкостью 5 м<sup>3</sup> и электровозами весом 13—16 т, то при многочерпаковых экскаваторах соответственно — 14 м<sup>3</sup> и 50 т.

Преимущества многочерпаковых экскаваторов дали по проекту удешевление горных работ на 1 м<sup>3</sup> горной массы на 18,5%. Это позволило запроектировать разработку участков с увеличенной мощностью вскрыши (до 15 м) с незначительным удорожанием (на 6%) средней себестоимости 1 т сырой руды.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в случае возможности применения многочерпаковых экскаваторов на добыче, что должно быть проверено экспериментальным путем, применение схемы, представленной на рис. 33, является экономически наиболее целесообразным.

Многочерпаковые экскаваторы и бандвагены предусматриваются на рельсовом ходу, а не гусеничные, в связи с недостаточной устойчивостью почвы для последних.

### Карьерный транспорт

Транспорт руды от экскаватора на обогатительную фабрику (мойку) на Верхнекамском руднике осуществляется помощью узкоколейных (колея 750 мм) паровозов Коломенского завода, мотовозов Отто-Дейтц, мощностью 50 НР, и Оренштейн-Коппель, мощностью 20 НР, вагонов Костромского завода, емкостью 2,5 и 5 м<sup>3</sup>. Транспорт в карьере осуществляется по одноколейному пути в связи с ограниченным радиусом отгрузки вскрышного экскаватора. Учитывая недостатки одноколейного пути, в запроектированных схемах экскавации, за исключением схемы на рис. 4, предусмотрен двухколейный путь. Что касается транспорта в карьере применительно к схеме рис. 33, где добычными снарядами являются многочерпаковые экскаваторы, то для этой схемы запроектирован одноколейный путь по следующим причинам. Двухколейный путь, значительно утяжеляя конструкцию экскаватора, в данном случае не использует полностью своих преимуществ в связи с тем, что экскаватор, являясь и вскрышным и добычным, в меньшей степени зависит от транспорта.

Запроектированная емкость вагонов определяет следующую ширину колеи: 5 м<sup>3</sup> вагоны — 750 мм, 14 м<sup>3</sup> — 1 000 мм. Возможность применения в последнем случае вместо метровой колеи нормальной (1 524 мм) признана проектом менее целесообразным.

Передвижка карьерных рельсовых путей на Верхнекамском руднике ручная запроектирована — механическая помощь путепереводчиков.

### Производительность Верхнекамских рудников

Для эксплоатации в разведанной части месторождения выделены следующие участки: 1) Горшковско-Пьянковский; 2) Созимский I; 3) Созимский II; 4) Созимский III; 5) Нырмичский I; 6) Нырмичский II; 7) Лоинский.

Из перечисленных участков только Горшковско-Пьянковский в настоящее время разрабатывается Верхнекамским рудником.

Площадь и запасы участков по зонам вскрыши приведены в табл. 2 (см. стр. 127).

По территориальному признаку эти участки являются более или менее обособленными. На базе запасов этих участков и запроектированы рудники с тем же наименованием.

Таблица 2

## Запасы концентрата по классам и зонам вскрыши

Наименование эксплуатационных участков	Средн. мощность слоя в м	Производ-фоссл. по сух. концентр. в кг/м <sup>2</sup> по классам	Площадь в га по зонам вскрыши					Запасы концентрата в тыс. т по классам и зонам вскрыши									Из них утвержд. ЦКЗ по кат. А <sub>2</sub>			
			0-3 м	3-6 м	6-10 м	10-15 м	всего	0-3	3-6	6-10	10-15	всего	0-3	3-6	6-10	10-15	всего			
			+4	-4+0,5	+0,5	+4	-4+0,5	+4	-4+0,5	+4	-4+0,5	+4	-4+0,5	+4	-4+0,5	+4	-4+0,5			
Горшковско-Пьянковский <sup>1</sup> .	0,65	898	151	483	145,59	—	—	145,59	—	628,30	73,00	—	—	—	—	628,3	73,00	701		
Созимский I . .	0,80	503	142	—	163,57	242,48	168,40	160,56	735,01	856,0	249,65	1221,15	342,24	839,65	229,08	781,7	222,82	3 697,0	1 044,69	3 738
Созимский II . .	0,75	455	103	—	225,69	235,89	105,44	104,46	671,47	902,5	310,60	1080,20	209,40	837,70	86,50	532,5	85,20	3 052,9	691,60	3 120
Созимский III . .	0,83	562	156	—	190,66	356,66	221,50	169,63	938,45	1 005,0	315,90	1964,00	520,80	1 292,80	347,20	1 012,6	285,00	5 274,8	146,90	5 440
Нырмический I . .	0,70	430	121	—	128,91	208,59	58,12	50,10	445,72	536,9	163,50	882,30	242,50	266,50	69,60	224,5	60,00	1 920,2	524,60	2 085
Нырмический II . .	0,76	500	128	—	5,31	211,92	257,84	226,91	701,98	28,3	3,50	151,50	206,70	1 255,50	267,10	1 057,9	254,30	3 493,2	731,60	1 950
Лоинский																				
Кварталы № 0(1), 1(6), 25(2) . . .	1,22	450	135	—	139,21	45,08	30,26	25,06	239,56	625,0	187,80	201,00	60,30	136,00	40,80	112,0	33,60	1 077,0	3 225,00	—
№ 12, 16, 11 . . .	1,07	—	—	—	59,85	35,42	47,22	118,56	261,05	250,6	89,00	147,30	49,40	195,60	64,10	507,3	163,10	1 100,8	366,20	625

<sup>1</sup> По запасам Горшковско-Пьянковского участка внесены корректизы к разведочным данным, учитывающие как выработанные площади так и изменения в рудоносных площадях, внесенных дополнительной разведкой рудника.

В соответствии с потребностью в фосфорите и производительностью рудников, по срокам ввода их в строй, они разбиваются на две очереди. К первой относятся: Горшковско-Пьянковский (Верхнекамский), Созимский I, Нырмичский I и II; ко второй — Созимский II, III и Лоинский.

В последнее время рудники первой очереди разбиты на свои две очереди. Первая — Горшковско-Пьянковский и Созимский I, вторая — Нырмичские рудники.

Рудники первой очереди расположены в северной части месторождения, находящейся в более благоприятных условиях для ее освоения в отношении энергетических, водных и транспортных ресурсов. Существующая железная дорога, соединяющая Горшковско-Пьянковский участок с Пермской ж. д., строящаяся электростанция на р. Нырмич, близость водных источников, как рр. Кама, Волосница и Нырмич, большая населенность этого района являются теми факторами, которые определяют развитие добычи в этой части месторождения в первую очередь.

При определении производительности рудников НИУИФ исходил из следующей потребности в вятско-камском фосфорите (табл. 3).

Потребность в вятско-камском фосфорите

Таблица 3

Потребляемое фосфоритное сырье	1-я очередь				2-я очередь	
	неполная мощность		полная мощность			
	количество в тыс. т	в пересчете на мытый концентрат в тыс. т	количество в тыс. т	в пересчете на мытый концентрат в тыс. т	количество в тыс. т	в пересчете на мытый концентрат в тыс. т
Флотконцентрат ( $P_2O_5$ — 28,2%) . . .	100	150	175	265	300—350	455—530
Мытый концентрат с содерж. $P_2O_5$ не ниже 24,5% (класс +10 м.м.)	—	230	—	140	—	250
Мытый концентрат с содерж. $P_2O_5$ 22% (класс +10—4 м.м.) .	—	50	—	50	—	50
Фосфоритная мука из мелких оставшихся классов ( $P_2O_5$ —18—19%) . . .	—	74	—	47,5	—	85
Итого по мытому концентрату . . .	—	504 и 500	—	502,5	—	840—915
Кроме этого, путем обработки хвостов мойки получается:						
а) глауконит промышленный . . . . .	—	6,0	—	12,5	—	12,5
б) мучного полупродукта ( $P_2O_5$ —18—19%) . . .	—	15,0	—	32,5	—	65,0
Всего муки . . .	89,0	—	80,0	—	150,0	

## Производительность рудников по мытому концентрату класса + 0,5 мм в тыс. т по годам

Наименование рудников	Порядковый год эксплоатации																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Рудники, снабжающие сырьем флот-фабрику																					
Созимский I . . . . .	—	168	247	245	249	260	259	270	255	248	229	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Созимский II . . . . .	—	—	—	—	151	200	201	190	205	212	230	200	200	200	200	—	—	—	—	—	—
Созимский III . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	260	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Итого . . . . .	—	168	247	245	400	460	460	460	460	460	460	460	600	600	600	400	400	400	400	400	400
Рудник подземных работ на глубоких участках Созимского I-го рудника (условно)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	150
Рудники, служащие для выработки мытого концентратата																					
Горшковско-Пьянковский . .	133	138	125	127	150	150	150	150	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Нырмичский I . . . . .	—	—	106	230	218	206	188	186	190	182	238	119	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Нырмичский II . . . . .	—	—	79	171	188	175	147	165	155	187	176	180	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Лоинский . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Итого по всем рудникам	183	306	557	773	956	991	945	961	955	929	974	929	850	850	850	700	700	700	700	700	700
Из них по подземной добыче (условно) . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	150
Вероятные рудники открытых работ на подлежащих разведке участках (Сординский и др.) или подземная добыча на глубоких зонах разведанных участков (условно) . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100	100	200	200	200	200	200	200	200
Всего . . . . .	133	306	557	773	956	991	945	961	955	929	974	929	950	950	950	900	900	900	900	900	900
С учетом потерь . . . . .	130	300	540	750	930	960	920	930	930	900	950	900	920	920	920	880	880	880	880	880	880

Таблица 5

## Добыча концентрата класса + 0,5 мм в тыс. т

Рудники	Порядковые годы эксплоатации															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	1	1	15	16
I. Горшковско-Пьянковский . . . . .	135,0	165,0	148,3	150,8	165,4	146,6	137,7	140,8	135,5	—	—	—	—	—	—	—
II. Созимский I . . .	—	263,7	247,8	243,1	283,0	295,0	274,7	247,5	234,3	222,7	205,8	196,2	177,7	172,3	—	—
III. Нырмичский I . .	—	—	58,6	110,7	195,0	215,9	193,9	199,5	191,2	168,9	191,9	187,8	225,0	194,9	76,5	—
IV. Нырмичский II . .	—	—	208,1	190,8	229,1	196,0	186,7	183,5	184,1	198,0	211,3	187,3	180,3	192,7	194,0	101,1
Всего . . .	135,0	428,7	662,8	695,4	872,5	853,5	793,0	771,3	745,1	589,6	609,0	571,3	582,9	559,9	270,5	101,1

Запроектированная производительность рудников не удовлетворяет, однако, полностью потребность в фосфорите на длительный срок, поэтому условно была предусмотрена дополнительная добыча из подземных работ и на участках еще не разведанных — из открытых работ.

Производительность рудников и последовательность их ввода приведены в табл. 4.

Указанная добыча и сроки существования рудников определены на базе запасов фосфорита, залегающего в основном в зоне до 10-м. При разработке же участков до 15-м зоны производительность и срок существования рудников первой очереди приведены в табл. 5.

Как видно при соблюдении примерно той же производительности рудников, срок существования их увеличился, что является одним из преимуществ этого варианта.

Возможности Вятско-Камского месторождения фосфоритов не ограничиваются приведенными цифрами. Разведка участков, охваченных поисковыми работами, может внести в них значительные корректировки.

---

## THE VYATKA-KAMA PHOSPHORITE DEPOSITS

A collected volume of studies edited by

P. I. Dubov, A. V. Kazakov and I. M. Kurman

## THE GEOLOGICAL STRUCTURE AND PHOSPHORITE DEPOSITS OF THE VYATKA-KAMA REGION

A. A. Chetyrkina and A. A. Shugin

### Summary

The Vyatka-Kama phosphorite deposits belong to the Mesozoic rocks in the northern part of Kirov Territory in the vast forest covering the watershed of the Vyatka and Kama rivers.

The Mesozoic deposits of the region are imbedded in the syncline shaped depression between two sloping anticlines of the Vyatka upheaval, composed of rocks of the Tatar layers ( $P_2 + T_1$ ). The lower part of the Mesozoic group is composed of fine-grained, inclined layers of sand and sandy clays with carboniferous vegetable remains and concretions of sulphur pyrites. According to their stratigraphic position, these layers correspond to Lower Kellowey or even Bathonian (Bt — Kl). The superior stratum of sands and clays has more the character of deep-water sediments. The very slight denudation of the layers of this formation makes it difficult to identify the sediments of the different layers, but in view of the fact that the strata contain fauna of the Kellowey and, higher, of the Oxfordian and Kimeridgian, it appears that the whole formation belongs to Km-Kl. Its composition includes sands with *Cadoceras Elatmae* Nik., clays with *Cosmoceras ex gr. jason*; clays with *Aspidoceras perarmatum* Sow. and in the northern part of the region a thin seam of clayey sand with fragments of Kimeridgian ammonites.

The Lower-Volga deposits, widely disseminated in the region, are composed of sediments of three zones.

Glaucconite sands, sandstones and gray marly clays containing *Pavlovia panderi* d'Orb. (Vlg. i. p.), *Aucella pallasi* Keys, *Belemnites magnificus* d'Orb.; gray, dense, marly clays with seams of marl with impressions of *Virgatites virgatus* Buch. (Vlg. i. v.); gray, marly or bituminous clays with impressions of *Pavlovia nikitini* Mich., *Belemnites lateralis* Phil., *Aucella fischeri* d'Orb. The depth of the Lower-Volga formation is up to 33 m.

In a number of places in the Lower-Volga basin combustible shales were formed. In the southern part of this region the combustible shale is imbedded in the upper part of the zone of *Pavlovia panderi*, and in the lower part of the zone of *Virgatites virgatus*. In the northeastern part of the region the combustible shales were formed early in the *Pavlovia panderi* epoch and in the *Pavlovia nikitini* epoch.

The Upper-Volga deposits consist of sediments of the zone of *Garnieria fulgens*. Composed of sandy clays with phosphorites in the upper part, the Upper-Volga deposits, it would appear, were originally quite generally distributed within the limits of the syncline, but in the southern part of the region they were washed away during the Lower Chalk transgression, and phosphoritic nuclei of *Craspedites fragilis* Trd. and of *Craspedites okensis* d'Orb. were found in the overlying phosphoritic layer Valanginian.

The Lower Chalk deposits are composed below of the phosphoritic glauconite series of rocks, and above, of black, dense clays with lenses of sphaerosiderite. The phosphorite-containing series of rocks consists of a phosphoritic plate as the basis of the series and of nodules of phosphorite imbedded in the overlying glauconite sand.

The thickness of the layer of phosphorite is from 0,60 to 1 m.

The phosphorite layer contains nuclei of *Polyptychites triptychiformis* Keys., *Pol. petchoensis* Bog., *Aucella crassa* Pavl., *Auc. contorta*. The lower part of the phosphoritic layer is packed with nuclei of *Aucella terebratuloides* Pavl., *Auc. krotovi* P., *Auc. tenuicollis* and many other varieties.

The glauconite sand imbedded above the phosphoritic layer contains occasional nuclei of phosphorite with *Polyptychites polyptychus* Bog.

The black, dense clays of the upper part of the Lower Chalk formation attain a considerable depth—up to 80 m. They contain hardly any fossils, and the ascription of these clays to Nt—Brm. is by analogy with other regions of the Russian platform.

The Mesozoic strata are imbedded in the syncline not quite horizontally, and their position repeats to a certain degree the curve of the bottom of the syncline. The axis of the greatest dip of the rocks is nearly meridional so that the drop of the layers from the east to the axis of the syncline is steeper than that from the western edge.

The post-tertiary deposits are represented by reddish-brown boulder-free loams up to two meters thick appearing on the upper part of the watershed. In the southern part of the region there are gravelly sands on the watershed. The alluvial and ancient alluvial sediments composing the broad river valleys with two or three terraces are of very great importance.

The phosphoritic layer, conforming to the foundations of the Lower Chalk sediments is imbedded in the marginal portions of the deposit at the hypsometric level of 180—175 m. Following the general dip of the strata with relation to the axis of the syncline, i. e., to the middle part of the deposit, the phosphoritic layer dips under a thick formation of Ht—Brm. clays. Thus the areas where the phosphorite is near the surface are at the edges of the deposit in the basin of the Kama on the left bank where the land slopes to the river.

In the very southern part of the deposit, as the result of an upheaval of the strata, the part of the phosphoritic layer which is near the surface is located on the watershed of the Chernaya Kholunitsa and Elga Rivers. During prospecting in 1929—1931 the contours of the bed of phosphorite were determined on all sides except the north-west and it was cut up into sections for greater convenience in describing it and calculating the supply.

The average productivity of the phosphorite layer for the whole deposit is 450 Kg/sq. m. for the class +4 mm. with a thickness of approximately 1m.

The content of  $P_2O_5$  in the phosphorites varies from 23,5 to 26,3 per cent. In certain concretions it rises to 28 per cent. The content of sesquioxides in the phosphorites ranges from 5 to 12 per cent. The increase in the content of  $R_2O_3$  in the phosphorites is associated with the presence of  $Fe_2O_3$  in the cementation of the layer.

The total area of the deposits, as determined by the prospectors, amounts to 1786 sq. km. and the reserves to 799,581 thousand tons.

The survey was made in the eastern part of the deposit between the Nyrmich River and the Bolshoi Sozim River, with plane tables, by the topographical survey, on a scale of 1:5000, on areas adjoining the existing workings.

In the sections surveyed, the productivity varies between 400 kg./sq. m. and 570 kg./sq. m. for the class +4 mm. The reserves are calculated by zones, according to the depth at which the phosphorite layer lies — from 0 to 3 m., from 3 to 6 m., from 6 to 10 m., from 10 to 15 m. and from 15 m. up. According to the total estimate, the reserves surveyed amount to 55,161 thousand tons, of which 23,373 thous. tons belong to Category A<sub>2</sub>, 14,349 thous. tons to Category B, 8,264 thous. tons to Cat. C<sub>1</sub>, and 9,175 thous. tons of the supply have not been assigned by the Central commission of reserves.

---

A supplement to the collected volume contains an article by A. V. Kazakov entitled "Petrography and the range of dressing of the Vyatka-Kama phosphorite", and an article by N. R. Afanasjev, entitled "Working the Vyatka-Kama phosphorite beds".

---

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
39	9 сверху	Что	Эта	—

Зак. 3909.

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
45	4 сверху	$-10 + 4 - 10$ кг и $-4 - 4$ кг	$-10 + 4, -10$ кг и $-4$ кг	авт.

Зак. 3909.

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
58	1 снизу	№ 0, 1,25.	№ 0, 1,25 соответствуют на карте № 4, 2, 3	авт.

Зак. 3909.

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
59	2 сверху	№ 11, 12, 16.	№ 11, 12, 16 (№ 12 соответствует на карте № 17).	авт.

Зак. 3909.

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
104	9 снизу	+ 10	— 10	авт.

Зак. 3909.

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
106	14 снизу	49,90	47,90	авт.

Зак. 3909.

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
107	13 снизу	(см. рис. 26)	(см. рис. 3)	авт.

Зак. 3909.

О П Е Ч А Т К А

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
121	8 сверху	Ольховники	Ольховки	авт.

Зак. 3909.