

799
95(29)
48

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

95

Т Р У Д Ы ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫП. 95. ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 29), 1948

В. П. ПЕТРОВ

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
УРАЛЬСКИХ БЕЛЫХ ГЛИН И НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ
ПО МИНЕРАЛОГИИ И ГЕНЕЗИСУ ГЛИН ВООБЩЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

В. П. ПЕТРОВ

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УРАЛЬСКИХ БЕЛЫХ ГЛИН И НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ ПО МИНЕРАЛОГИИ И ГЕНЕЗИСУ ГЛИН ВООБЩЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В период Великой Отечественной войны, когда на Урал были эвакуированы многочисленные металлургические предприятия, там создалось крайне напряженное положение с глиной. Старые, эксплуатировавшиеся полукустарным способом месторождения не могли удовлетворить всех нужд промышленности, и геологоразведочным организациям пришлось вести срочные поиски новых месторождений глины, могущей хотя бы частично удовлетворить выросшую потребность в ней. Как известно, работа эта увенчалась успехом, и к концу Отечественной войны уральская промышленность не только снабжалась местной глиной, но последняя даже вывозилась в другие районы страны.

В этой большой коллективной работе принимал участие по поручению и на средства Уральского государственного университета член Академии Наук СССР. У него скопились материалы более чем по 100 месторождениям уральских месторождений глины, причем примерный геологический состав многих из них были лично им изучены.

Несмотря на большую практическую ценность изучения глины, изучены они вообще крайне слабо; вернее, мы знаем только некоторые минералогические свойства глины некоторых важнейших месторождений. Практически все исследования глины обычно сводятся к описанию их в условиях наиболее приближающихся к условиям производства. Минералогия же глины, а подчас и генезис, остается до сих пор в целом ряде пунктов весьма неясными, что, безусловно, мешает поисковым и разведочным работам.

Наши работы на Урале позволили подойти к решению некоторых вопросов петрографии, минералогии и геологии глины, и это сильно помогло нам в практической работе. Мы надеемся, что выводы наших работ могут представить интерес для геологов Урала, но и для других районов нашего Союза, и что они дадут пищу для тех поисковых и разведочных работ на глину вообще, которые несомненно потребуются в ближайшие годы.

ВВЕДЕНИЕ

Общие представления о глин

«Глиной называются землистые минеральные массы, способные с водой образовывать пластичное тесто, по высыхании сохраняющее приданную ему форму, а после обжига получающее твердость камня», — таким чисто технологическим определением охарактеризовал глину (1896 и 1935 гг.) один из лучших знатоков глин — профессор-минералог П. А. Земятченский, подчеркнув этим, с одной стороны, полиминеральность глин (глины вообще — это горные породы, а не минералы), а с другой — наши весьма малые знания в области минералов глин.¹

Только в последние годы, когда к исследованию глин были широко применены метод рентгеновского изучения и термический анализ, начали намечаться некоторые, правда еще крайне неясные, возможности систематизировать все исключительно большое разнообразие глинистых про-

Классификация глин

По И. И. Гинзбургу (Неметаллические ископаемые, т. 4,

Тип глинистого минерала	Минералы глиноземистых		
	группа гидрослюда	группа каолинита	группа монтмориillonита
Отдельные минералы	Гидромусковит (иллит, глиммертон). Левьерит (?)	Каолинит. Диксит. Накрит. Галлуазит. Энделит. Монотермит. Анауксит (?). Фолерит (?)	Монтмориillonит (бейделлит, щелочные бентониты) (?)

Примечание. 1) В скобках указаны важнейшие синонимы.

2) Знаком вопроса отмечены минералы, присутствие которых в глинах или

¹ В технологической практике широко применяется термин **каолин**. Обычно это глинистая порода слабой пластичности, имеющая применение в качестве непластичного наполнителя. Различают обычно **первичные каолины** — продукт выветривания какой-либо горной породы и **вторичные каолины** — осадочную породу, дающую белый черепок при обжиге и могущую применяться так же, как и первичные. Поскольку вторичные каолины значительно более пластичны и провести границу между ними и собственно глинами невозможно, мы под каолинами подразумеваем только первичные каолины, а вторичные каолины и близкие к ним глинистые породы предпочитаем называть **каолиновыми глинами**.

дуктов в несколько крупных групп, хорошо отграничивающихся одна от другой, но внутри имеющих, правда, значительные колебания.

Последнюю по времени попытку систематизировать все глинистые минералы сделал И. И. Гинзбург (Неметаллические ископаемые, 1941). Схематически она представлена в табл. 1; автором сюда внесены только некоторые незначительные дополнения. Уже при первом взгляде на таблицу видна относительная изученность минеральных групп. Для глиноземистых глин мы имеем весьма четкое деление на группы и, в пределах каждой группы, выделение некоторых более или менее определенных минералов. В области железистых и магнезиальных глин, напротив, не только группы, но и отдельные минералы выделяются с крайним трудом, и в большинстве случаев мы должны были отметить их знаком вопроса, подчеркнув этим крайне неясное их систематическое положение. Так например, нонтронит — не самостоятельный минерал, а скорее собирательный термин для железистых глинистых минералов вообще; присутствие в глинах в качестве главного минерала гидробиотита, вермикулита, керолита, сепиолита и сапонита с уверенностью не доказано; природу гидрохлоритов мы до сих пор представляем себе крайне схематично, и т. д.

Несмотря на все несовершенство этой таблицы и наши малые знания о минералах глин, можно вполне уверенно говорить об определенном технологическом значении той или иной группы глинистых минералов. Так, минералы группы каолинита и, как нами показано в дальнейшем, гидрослюда представляют основной компонент каолиновых глин — главного сырья при производстве огнеупоров и тонкой керамики; эти глины идут также в качестве наполнителя в производстве резины, бумаги, карандашей и тому подобных изделий.

Минералы группы монтмориллонита слагают собой весьма характерные флоридиновые и бентонитовые глины, используемые современной

стых минералов

Таблица 1

1941, стр. 20 с дополнениями В. П. Петрова)

глин		Минералы железистых глин	Минералы магнезиаль- ных глин
группа пирофиллита	группа аллофана		
Пирофиллит	Аллофан	Ферриаллофан. Ферригаллуазит. Феррибейделлит. Ферримонтмориллонит. Нонтронит (?). Гидробиотит (?). Вермикулит	Керолит (?). Сепиолит (?). Магнийевый бейделлит. Сапонит (?). Джефферицит (гидрохлориты) (?). Амесит

их систематическое положение неясно.

промышленностью в качестве отбеливающих земель, различных поглотителей, пластификаторов и т. д.

Железистые глины, если они не имеют какого-либо специального применения (например, некоторые элювиальные глины, образовавшиеся за счет гипербазитов, используются как никелевая или железная руда и т. п.), могут быть обозначены как строительные, гончарные и тому подобные глины. Магнезиальные глины — пирофиллит и аллофан — в общем редки и самостоятельного практического значения не имеют; они

чаще примешиваются к глинам, сложенным другими минералами, обуславливая детали свойств глин того или иного месторождения.

Все сказанное выше, хотя вполне четко и определенно, но, конечно, весьма приближенно. Современную технику интересуют значительно большие детали; применимость той или иной глины решают иногда незначительные вариации в степени пластичности, цветовом оттенке, огнеупорности, способности давать «мушку» и т. д. К определению этих деталей работники практики подходят до сих пор чисто эмпирически, проводя большое количество испытаний, где глина изучается в условиях, максимально приближающихся к тем, в которых она будет применяться. Причина того или иного поведения образца при этом обычно остается неясной и, с нашей точки зрения, — именно в силу неясностей минералогического его состава. Выше указывалось, что почти все глины следует рассматривать как полиминеральные горные породы. Кроме преобладающего глинистого минерала, обуславливающего общий тип глины, в ней присутствуют многочисленные минералы — примеси, которые безусловно сказываются на свойствах и зачастую определяют ее применимость.

Расшифровка зависимости технологических свойств глины от ее минералогии является важнейшей задачей дальнейших минералогических работ в этой области, и мы должны стремиться к тому, чтобы минералогические исследования могли бы заменить технологические испытания.

Генезис глин известен нам только в крайне общих чертах: вполне точно мы не знаем пока полей устойчивости того или иного глинистого минерала; не знаем тех условий и причин, которые приводят к концентрации того или иного из них; нет единого взгляда на возможность образования глин как химического осадка того или иного водоема; существуют параллельно десятки теорий образования первичных каолинов и пр. Одна из причин этого, по нашему мнению, — плохое знание минералогического состава глин, многообразие его и разнообразные условия образования одних и тех же минералов.

В современной литературе указываются два основных генетических типа глин:

1) образовавшиеся в результате перехода в глину на месте той или иной, осадочной или изверженной, горной породы своеобразные псевдоморфозы глины по породе;

2) образовавшиеся в виде осадка на дне водоема того или иного типа и встречающиеся среди осадочных пород в качестве члена осадочных стратифицированных образований.

В дальнейшем первый тип глин мы называем *элювиальными*, второй — *осадочными* глинами, стремясь последним термином подчеркнуть факт образования глины именно путем осаждения, не предопределяя заранее природу вещества глины. Часто употребляемые в этом смысле термины *первичные* и *вторичные* глины нам представляются неудачными, так как многие осажденные глины «первичны» в том смысле, что образовались они в том же водоеме, в котором происходило их осаждение.

Оба типа глин, несмотря на противопоставление, мы склонны относить к осадочным породам, принимая этот термин в том смысле, который был дан ему Л. В. Пустоваловым; в обоих случаях это несомненно «геологические образования, представляющие собой скопление минеральных или органических, или же тех и других продуктов, возникшее на поверхности литосферы и существующее в термодинамических условиях, характерных для поверхностных частей земной коры» (Петрография осадочных пород. Геолиздат, 1940).

Роль и относительное значение каждого из этих типов несколько неясны. В общем, повидимому, глин второго типа много больше, чем первого, но в отдельных районах могут быть обратные соотношения. Чрезвычайно интересно в этом отношении сравнить два руководства: наше, отечественное — П. А. Земятченского и американское — Г. Райса. В последнем глава о генезисе глин посвящена именно генезису элювиальных глин, в первом, наоборот, элювиальные глины только кратко упомянуты, главное же внимание уделяется глинам, образовавшимся в результате отложения в водоемах. Причина, по нашему мнению, лежит в том, что в восточных районах США, где происходили основные работы Г. Райса, наибольшее распространение имеют глины, образовавшиеся при выветривании кристаллических и, реже, осадочных пород. В Европейской же части СССР, где преимущественно работал П. А. Земятченский, развиты именно глины — осадки водоемов.

Детали генезиса обоих типов глин до сих пор не совсем ясны. В части элювиальных глин иногда еще указывается на гидротермальный генезис некоторых крупных каолиновых месторождений. Совершенно не изучены формы залегания элювиальных толщ, их изменение в глубину и переходы в материнские породы. Неясно, как влияет сама материнская порода на состав элювиальной глины, и т. д.

В области осадочных глин неясно, является ли глина только механическим осадком из принесенных в водоем тех или иных глинистых материалов, или же она представляет собой определенную фацию и состав глины определяется условиями отложения в данном водном бассейне.

Все эти вопросы, кроме чисто теоретического интереса, имеют и определенный практический смысл. Не зная происхождения глин и условий их залегания, нельзя рационально поставить поиски и разведки отдельных месторождений.

Выше мы указывали, что минералогический состав глин определяет технологические их свойства; в дальнейшем мы постараемся это доказать. Так как минералогия, в свою очередь, определяется условиями генезиса, то, очевидно, можно говорить и об определенных технологических свойствах глин того или иного генетического типа.

Часть I

СПЕЦИАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ УРАЛЬСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛЫХ ГЛИН

Пределы и обоснования темы

Озаглавив свою работу «Геолого-минералогические исследования уральских белых глин», мы хотели подчеркнуть этим следующие моменты:

1. Изучению подверглись лишь глины, т. е., согласно приведенному выше определению, пластичные породы. Из рассмотрения исключались все в той или иной степени уплотненные (метаморфизованные) породы: сланцы, флинты, кремневки, сухари и т. д. В условиях Урала пластичные глины сохранились только в пределах мезозойских и кайнозойских отложений, которые образовались уже после того, как уральская геосинклиналь полностью заполнилась, и не подвергались последующему метаморфизму. Как палеозойские (карбоновые) описываются глины лишь из Журавлинского месторождения, но действительное возрастное их положение возбуждает сомнение.

2. Белый цвет глины, в сыром или обожженном виде, свидетельствует о принадлежности данной глины к типу глиноземистых глин (как указано в табл. 1), содержащих сравнительно крайне малые количества железа. Как известно, в условиях гипергенеза железо обычно накапливается вместе с алюминием, белые же глины являются исключением из этого правила. Здесь наблюдается концентрация алюминия при одновременном выносе железа. До сих пор в пределах Урала неизвестны белые бентонитовые глины. Изученные в последнее время В. П. Рентгартеном бейделлитовые глины, входящие в свиту опоковых образований, только крайне редко дают белый черепок. В литературе нет указаний о наличии на Урале аллофановых глин. Таким образом нашими исследованиями изучены главным образом каолиновые и, в меньшей степени, гидрослюдистые глины.

На прилагаемую геологическую карту (фиг. 1) нанесены все известные в настоящее время выходы глин. Для не посещенных лично районов использованы данные печатной и фондовой литературы. Всего нанесено около 600 точек. Повидимому, это наиболее полная карта подобного рода, хотя возможны, конечно, и здесь некоторые пропуски.

Методика работы

Основным методом, примененным при изучении собранного материала, было детальное микроскопическое исследование. Естественно, однако,

что простое качественное описание породы нас не удовлетворяло. Для полной ее характеристики, в той или иной мере согласованной и с технологией глины, надлежало попытаться дать ее количественно-минералогический состав, что представляло уже значительные трудности, так как каолин — порода рыхлая и крайне неоднородная, а отдельные ее минералы сильно различаются и по относительной крупности зерна. Чтобы получить сравнимые цифры, мы вели подсчет по отдельным фракциям гранулометрического анализа, и цифры составов выражались в процентах от веса данной фракции. Подсчет состава крупных фракций — крупнее 0.20 мм — велся под бинокулярной лупой, более мелких — под микроскопом, при разных увеличениях. Главное внимание уделялось важнейшим минералам породы: кварцу, гидрослюде, каолиниту, полевому шпату и т. д., в зависимости от состава породы. Точное распознавание их, ввиду близости оптических свойств и стремления слюды и каолинита лечь в иммерсионном препарате на базис, не всегда удавалось непосредственно. Применялся тогда следующий прием: в жидкости с $n = 1.543$ подсчитывалось количество полевых шпатов (частиц со светопреломлением ниже жидкости), соответственно в жидкости 1.560 подсчитывалось количество кварца (вместе с полевым шпатом, если таковой был в образце), с одной стороны, и гидрослюды, каолинита и мусковита — с другой. В жидкости 1.570 четко различались каолинит и слюды; если в значительных количествах присутствовал мусковит, то он мог быть подсчитан в жидкости 1.590. Биотит в крупных фракциях выделялся по цвету, в мелких же фракциях отделить его от мусковита не представлялось возможным. Подсчитывались, как правило, минералы в 10 полях зрения и бралось среднее арифметическое, причем показывались наиболее частые пределы колебаний. Хотя в ряде случаев последние бывали довольно высокими (до $\pm 10\%$), однако примененная методика благодаря большому числу подсчетов все же давала возможность более или менее правильно судить о составе породы; характерно, что во всех случаях, когда удавалось сравнить данные подсчетов с химико-аналитическими данными, совпадения получались достаточно удовлетворительными.

Когда необходимо было получить сравнительный материал или возникла необходимость в дополнительных данных, мы прибегали и к другим методам, зарекомендовавшим себя при исследовании глин, — к термическому и спектральному анализам, которые производились следующими исследователями: А. И. Цветков и Г. В. Шмакова (термический), В. А. Молева (химический), Н. В. Лизунов (спектральный). Рентгено-структурный анализ производили И. Б. Боровский и Н. А. Синдеева.

Для рыхлых пород, к которым относятся глины и каолины, одной из важнейших характеристик является их гранулометрический состав, который сам по себе определяет целый ряд технических особенностей глин: пластичность, водозатворение и пр. В комбинации с минералогическим пофракционным изучением гранулометрия дает возможность судить о размерах зерна отдельных минералов и о характере их взаимосвязи. Количественно-минералогические подсчеты рыхлых пород могут быть произведены только пофракционным подсчетом, когда возможно допустить, правда с значительной подчас ошибкой, идентичность размеров отдельных минералов. Главным применявшимся методом гранулометрического анализа был мокрый ситовой анализ; использовались при этом стандартные тейлоровские сита. Для суждения о крупности зерна в мелкой фракции породы мы пользовались методом ареометрического анализа по Казангранде (Попов и Веприцкая, 1936). Хотя недостатки этого метода общеизвестны, тем не менее несложность оборудования, простота и быстрота

работы дают ему преимущество перед другими методами, неточность же (в пределах 5—7%) незначительно искажает интересующую нас общую картину распределения зерен по фракциям.

Классификация уральских белых глин

Общепринятой классификации глин пока не существует; все имеющиеся по этому вопросу материалы следует рассматривать как предварительные. В большинстве случаев классификации эти строятся либо на геолого-генетическом принципе, либо на чисто технологической основе. Наиболее четко первый принцип проведен в классификациях, предложенных Гинзбургом (1915) и Райсом (Riess, 1908 и Райс, 1932). Технологические свойства положены в основу классификации В. П. Зубчанинова (1934) и классификации, предусмотренной ОСТ № 5539.

Разбирая существующее положение, Земятченский (1935, стр. 333) указывает, что «наиболее правильной должна быть такая классификация, в которой за основу будет принят минералогический и гранулометрический состав глинистой массы, так как от того и другого существеннейшим образом зависят и обуславливаются все свойства глинистого материала». И далее (стр. 334): «Минералогический характер глины, несомненно, находит свое отображение в степени и характере изменений, происходящих при высокой температуре. От текстуры же глины зависит в наибольшей степени пластичность — характернейший признак всякой глины». От разработки собственной классификации, однако же, он отказался. Классификация других авторов его также не удовлетворяет. Только «зародыш подобной классификации» видит Земятченский в классификации «фарфоровых глин и каолинов», предлагаемой Бурри (1911; цитируется по Земятченскому, 1935, стр. 333).

Подобно Бурри, мы ограничиваем свою тему только безжелезистыми и маложелезистыми белыми глинами с их относительной минералогической простотой. Ограничение географическими пределами еще больше упрощает нашу задачу.

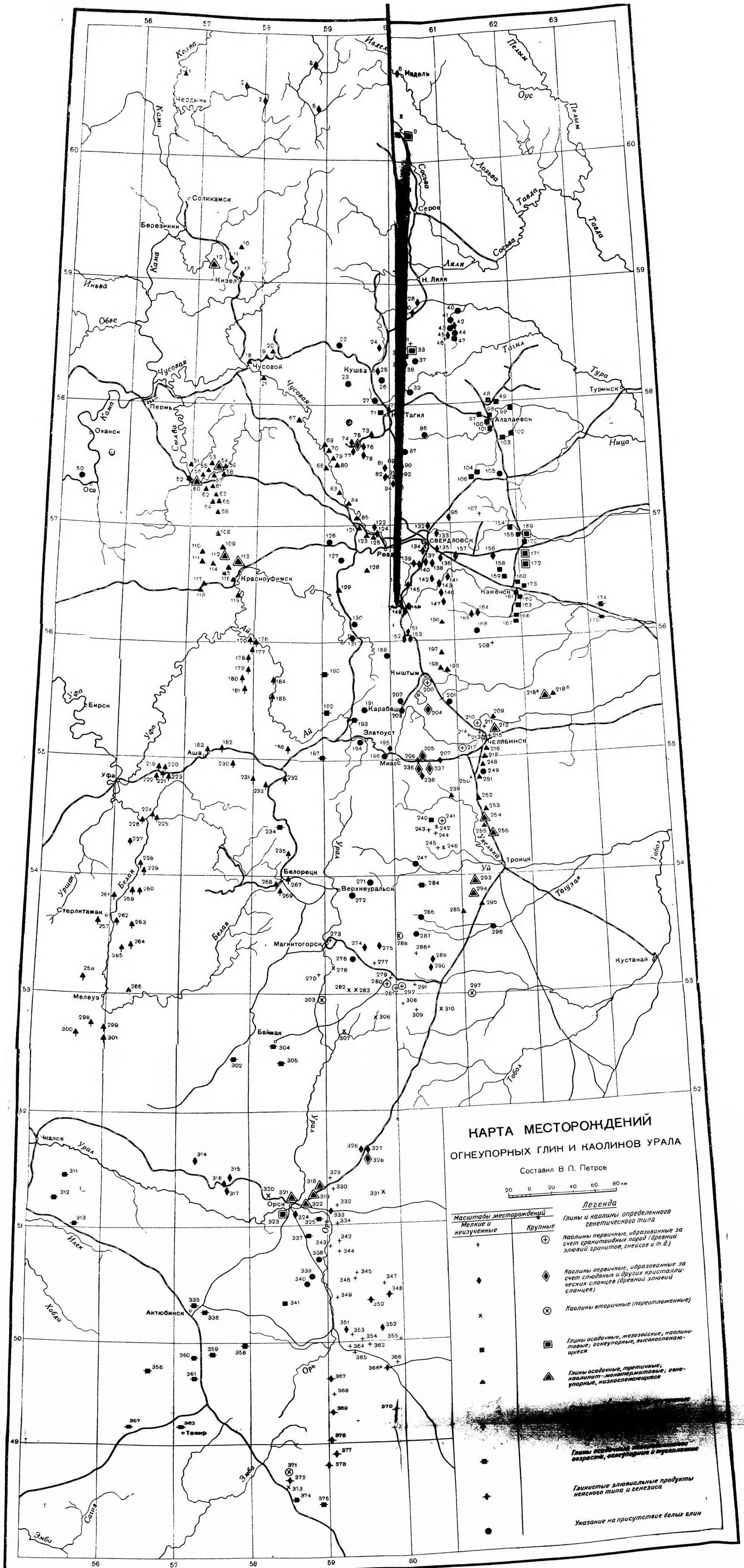
Приведенное ниже минералогическое изучение и критический просмотр имеющихся материалов позволили составить минерало-технологическую классификацию уральских глин, схема которой дана в табл. 2. Первое основное подразделение всего разработанного материала проведено по обычному генетическому принципу: на элювиальные и на отложенные в каком-либо водном бассейне — осадочные — глинистые продукты. Резкая петрографическая противоположность этих двух типов заключается в их макроструктуре. Первые полностью сохраняют структуру материнской породы, вторые совершенно потеряли связь с последней и приобрели новообразованные структуры. Дальнейшее подразделение первых проводится нами по характеру материнской породы, вторых — по степени переработки во время осадкообразования на новом месте, куда они были доставлены в том или ином виде после разрушения элювиальных месторождений. Последующее деление, уже полностью определяющее принятые типы, произведено на основании минералогического состава преобладающей массы глинистого вещества. Таким образом в конечном итоге мы различаем каолиновые каолины, образовавшиеся за счет жильных пород (аплита, сиенит-аплита и т. д.), гидрослюдистые каолины, образовавшиеся за счет жильных пород, монотермит-каолиновые глины, каолиновые глины и т. п. Подобных минерало-петрографических типов теоретически могло бы быть значительно больше,

УКАЗАТЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

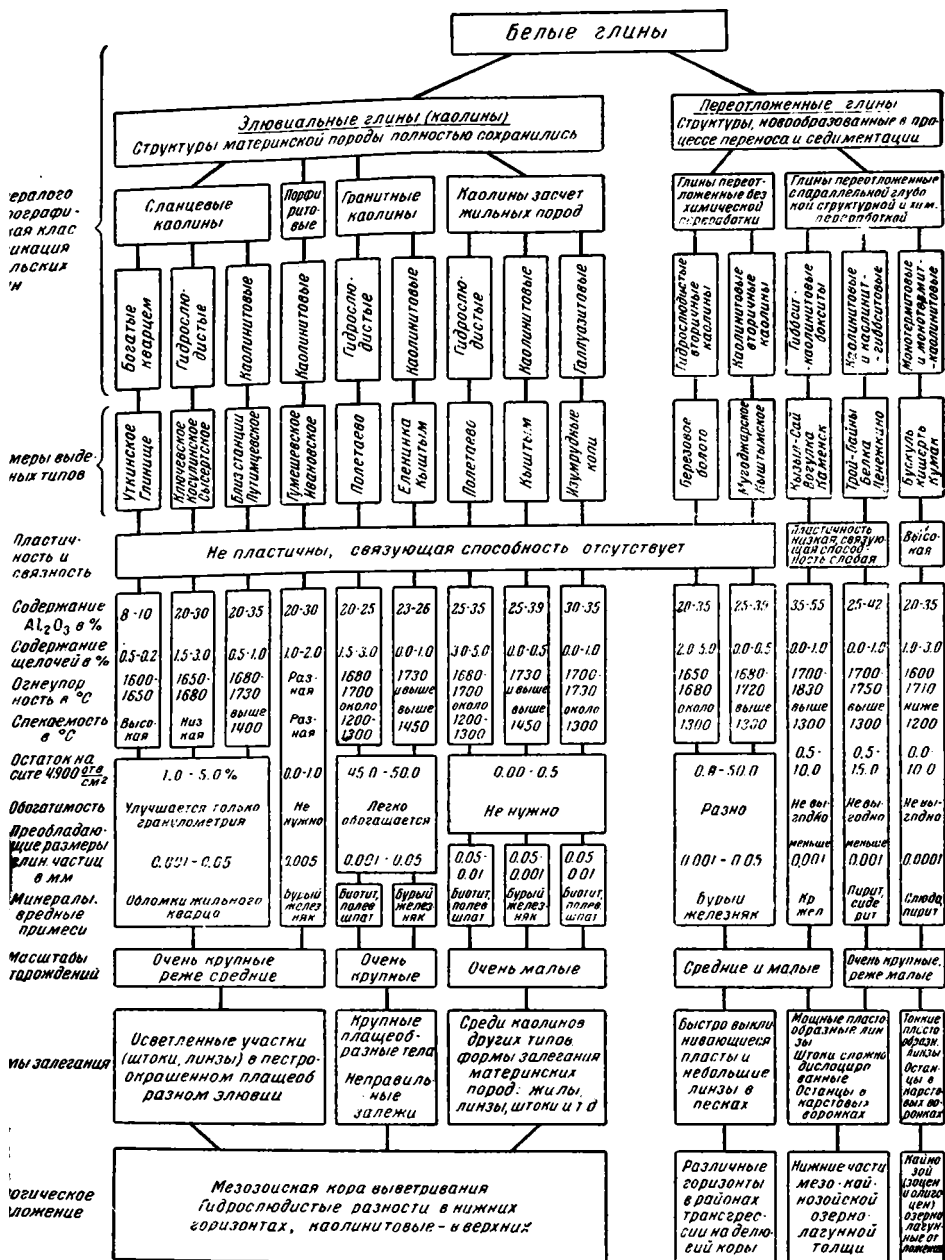
1 — Искорское; 2 — Мартинское; 3 — Акчимское; 4 — Белые мхи, 5 — Кутимское; 6 — Преображенское; 7 — Лангур; 8 — Самское; 9 — Де-нежинское; 10 — Белоглиняный II; 11 — Белоглиняный I; 12 — Усть-Игумское; 13 — Кизеловская группа; 14 — Азурбаховское; 15 — Белки-нинское; 16 — Воронцовский р.; 17 — Гаревское; 18 — Дальневосточное; 19 — Всехсвятское; 20 — Петропавловское; 21 — Журавлинское; 22 — Теплогорское; 23 — Кедровское; 24 — Мостовское (по р. Туре); 25 — До-рохинское, Горбладатское; 26 — Брайжинское; 27 — Мостовское (р-н гор. Нижний Тагил); 28 — Кекурское; Путильское, Шведовское; 29 — Волгино; 30 — Северское; Налымское; 31 — Черемуштинское; 32 — Пюкисское, Бородинское; 33 — Леневское; 34 — Александров-ское; 35 — Гаревское (верховья Пий и Юрь); 36 — Ольховское; 37 — Салдинское 7-е; 38 — Луковское; 39 — Тагил, река; 40 — Монгален-ское; 41 — Салдинское 1-е и 2-е, Ждановское; 42 — Собенинское, Завьяло-ское; 43 — Ланское, Салдинское; 44 — Салдинское 4-е; 45 — Буквинское; 46 — Шумковское, Салдинское; 47 — Карповское; 48 — Чехомовское; 49 — Верхне-Синичихинское, Нижне-Синичихинское; 50 — Осинцовское (ва. р. Кама); 51 — Спасская гора; 52 — Крюково; 53 — Честновское; 54 — Пенковское, Струговское; 55 — Кленовское; 56 — Ефтята, Ершов-ские; 57 — Лобейское; 58 — Тюриковское, Поповлинское; 59 — Сухолюж-ское (Кишертская группа); 60 — Капустинское; 61 — Низковское; 62 — Шарашинское, Камайское; 63 — Мазуевское; 64 — Советинское, Брус-новское (Кишертская группа); 65 — Сасыковское; 66 — Калиновка, Кленовское; 67 — Кыновское; 68 — Королевское; 69 — Илимское; 70 — Романовское; 71 — Высокогорское; 72 — Лебяжеское; 73 — Малая Че-ремшанка; 74 — Висимо-Уткинское; 75 — Уткинское глиняное; 76 — Захаровское; 77 — Дубинин лог; 78 — Шагино-Падунское; 79 — Су-лейное; 80 — Карпушинское; 81 — Белые пески; 82 — Ежовское; 83 — Глинское, Пестерихинское; 84 — Старо-Уткинское; 85 — Попова мельни-ца; 86 — Петрокаменское; 87 — Таволожское; 88 — Трошнинское; 89 — Цемзаводское; 90 — Закладбищенское; 91 — Близ станция (г. Невьянск); 92 — Шуральское; 93 — Березовое болото; 94 — Кировоградское; 95 — Игодный прииск; 96 — Благодатский карьер; 97 — Верхне-Алапаевское, Несочный лог; 98 — Нейво-Алапаевское; 99 — Кабаковское, Надеждин-ское; 100 — Рудник Ветка, Вогульское; 101 — Поскотинский рудник, Зыряновское; 102 — Ялуниинское; 103 — Контеловское; 104 — Першинско (окр. г. Реж), Хволевское; 105 — Знаменское; 106 — Белокаменское; Каракулинское; 107 — Изумрудные копи; 108 — Кондраковское, Осниц-ское (Иригинская группа); 109 — Бурмышевское, Нижне-Иргинское; 110 — Порозовское, Мосинское; 111 — Алтынское, Тахтамышское; 112 — Кошаевское; 113 — Долгогорское; 114 — Верхне-Иргинское; 115 — Вер-хне-Саргинское; 116 — Казачья дача; 117 — Усть-Чадовское; 118 — Ча-товское, Казанбургское; 119 — Сорokinское; 120 — Метели; 121 — Ново-утиинское; 122 — Билимбаевское; 123 — Мокропольское; 124 — Галкин-ское; 125 — Битимское; 126 — Бисертское; 127 — Анкинское; 128 — олочаевский; 129 — Михайловское (окр. Нязепетровского з-да); 130 — урановское; 131 — Нязепетровское; 132 — Балтымское; 133 — Березов-ское; 134 — Угтукское; 135 — Истокское; 136 — Арамилское; 137 — Шуровское; 138 — Малое Седельниково; 139 — Исетская дача I; 140 — Шабровское; 141 — Кандиновское; 142 — Черновское; 143 — Сысерт-Исетская дача II; 144 — Гумешевское, Важенское; 145 — Полесское, Ишметовское; 146 — Ишметовское (окр. Полесского завода); 147 — Среднее Казари-новское; 148 — Абрамовское; 149 — Чигиринский рудник; 150 — Полднее-ское; 151 — Вознесенское (Каслинская группа); 152 — Ново-Черемшан-ское; 153 — Уфалейское; 154 — Белая глина (окр. г. Уфалей); 155 — Брусинское (окр. ст. Кушара); 156 — Мельничноспасское, Кушарское; 157 — Памоденовское; 158 — Косулунское, Брусинское (близ ст. Косулун-но); 159 — Кошарское; 160 — Черноусовское; 161 — Мазулинское; 162 — Каменское; 163 — Закаменское; 164 — Волковское; 165 — Сипаво-Ни-киновское, Пироговское; 166 — Баевское; 167 — Жижинское; 168 — Окуловское; 169 — Нижне-Деревенское; 170 — Ново-Пышминское, Кашиновское; 171 — Межники, Трой-нинское; 172 — Ново-Пышминское, Кашиновское; 171 — Межники, Трой-

Байны, I—III залежь; 172 — Полднеевская залежь (Трой-Байны), Трой-Байны, IV залежь; 173 — Травинское; 174 — Долматовское I; 175 — Долматовское II; 176 — Кандыбаевое; 177 — Гаревское (Месягутовский р-н); 178 — Солыевское; 179 — Ярославское 1-е, Ярославское 2-е; 180 — Тастуб-ское 1-е, Тастубское 2-е; 181 — Дуванское; 182 — Улькунды; 183 — Зеленой пишка, Мишарское; 184 — Козья поляна; 185 — Метлино; 186 — Месягутовское 3-е; 187 — Белая глина (Месягутовский р-н); 188 — Урмаинское; 189 — Саткинское; 190 — Уфимское; 191 — Новый Бело-калай; 192 — Нижне-Навашинское, Ефремовское; 193 — Арасланова; 194 — Старая пристань, Кузинское; 195 — Татарка, река; 196 — Сыро-станское; 197 — Аглинское; 198 — Лазаретское; 199 — Кызылтапское; 200 — Каслинское, Бердешинское; 201 — Кыштымское; 202 — Аргаян-ское; 203 — Американское; 204 — Саймоновское; 205 — Губернское; 206 — Барановское, Дмитриевское; 207 — Чебаркульское; 208 — Бишкульское; 209 — Кулакбаевское; 210 — Большая Балаудина; 211 — Заварухинское; 212 — Першинское (окр. г. Челябинск); 213 — Кругловское; 214 — Кера-мический завод; 215 — Кремненское; 216 — Сапролит; 217 — Смоли-но-Синеглазовское, Смолинское; 218 — Полтавское; 219 — Синеглазо-ское, Вознесенское (Смолино-Синеглазовская группа); 220 — Алабуг-ское; 221 — Ачикуловское; 222 — Боегута, Тавтимапово; 223 — Кар-повское; 224 — Ново-Троицкое; 225 — Екандурово; 226 — Дунель-Би-рин, Аспид; 227 — Кумуля; 228 — Кызыл-Яр; 229 — Охлебинское; 230 — Ефремино; 231 — Явгильдинское; 232 — Павловское, Табынское; 233 — Симский завод; 234 — Устиновское; 235 — Васильевское; 236 — Катав-Ивановское; 237 — Аршинское; 238 — Тирляновское; 239 — Уго-новское; 240 — Головановское, Травниковское; 241 — Мельни-ковское; 242 — Козлинское; 243 — Котликовское; 244 — Чуксинское, Журавлев лог; 245 — Старо-Поклевское; 246 — Михайловский Бор, Михайловское (Кокчар); 247 — Летние хутора; 248 — Вознесен-ское (Капчарская группа); 249 — Юльское; 250 — Степное; 251 — Тимоф-евское, Ново-Синеглазовское; 252 — Коркинское; 253 — Саксанское; 254 — Еманжельинское; 255 — Ключевское; 256 — Кичигинское; 257 — Увельское, Кайское; 258 — Карвинский карьер; 259 — Угрюнская группа; 260 — Ново-Ивановское; 261 — Самородковское; 262 — Кутул-гузинское; 263 — Песочная гора; 264 — Таласинское; 265 — Байгузинское; 266 — Хлебодаровское; 267 — Белая глина (окр. Белорецка); 268 — Кара-тау; 269 — Белорецкое; 270 — Воздвиженское; 271 — Красинское; 272 — Ивановское (окр. Верхнеуральска); 273 — Магнитная, гора; 274 — Оли-гинское; 275 — Тербиновское; 276 — Паваринское; 277 — Наринское, Ле-ной карьер; 278 — Песчаный лог; 279 — Дикабы; 280 — Есенинское; 281 — Чикмакульское; 282 — Кензбисское; 283 — Брайловское; 284 — Архангельское; 285 — Мазеевское; 286 — Армановское; 287 — Порт-артурское; 288 — Астафьевское; 289 — На р. Торгузак; 290 — Велико-Петровское; 291 — Аненское; 292 — Акмулинское; 293 — Берлинское; 294 — Бускуль центральный, Бускуль; 295 — Так-Буды, Бускуль-пристанционный; 296 — Алексеевское; 297 — Городищенское; 298 — Ермо-лаевское (Куургазы), Уралка; 299 — Белая глина (Башкирия); 300 — Сондзинское; 301 — Имансаровское; 302 — Яковлевское; 303 — Сыртин-ское; 304 — Танауль; 305 — Пшмухаметова; 306 — Полоцкое; 307 — Имамловское; 308 — Неплюевское; 309 — Варшавское; 310 — Елиза-ветинское; 311 — Букобайское; 312 — Прохладинское; 313 — Ак-Булак-ское; 314 — Белошаповское; 315 — Первоадежинское; 316 — Елчин-баевское; 317 — Елчинское; 318 — Кумак пристанционный; 319 — Кумак-ская группа, Кумакский карьер; 320 — Губерлинское; 321 — Никель; 322 — Гудрой; 323 — Кызыл-Сай; 324 — Колесовское; 325 — Фермерский; 326 — Зерновхоз, 4-е отд.; 327 — Теренсайское; 328 — Андреевское; 329 — Каменный овраг; 330 — Боуды, река; 331 — Сенная, Мечетинское; 332 — Куон-куль; 333 — Можаровка; 334 — Аше-Бутак; 335 — Зубко-ское; 336 — Песчанское; 337 — Кинжебулак; 338 — Роман-Куль; 339 — Мамыт 1-е, река; 340 — Мамыт 2-е, река; 341 — Матвеевский пос.; 342 — Камас; 343 — Карамалинский; 344 — Болеский; 345 — Кошен-Сай; 346 — Аралча; 347 — Ак-тесты; 348 — Уйтасты; 349 — Сары-Камыш; 350 — Джуса; 351 — Кара-Чоко II; 352 — Уй-Мулла; 353 — Кара-Чоко I; 354 — Биль-Копа; 355 — Караганда-Сай; 356 — Джонинское; 357 — Поселок Ставропольский; 358 — Таврическое; 359 — Семеновское; 360 — Станция Алга; 361 — Батапакты; 362 — Овраг Туркестан; 363 — Сарсым-сай; 364 — Курджук-Сай; 365 — Токбай; река; 366 — Аше-Сай; 367 — Чолак-Койракты; 368 — Баймынь, гора; 369 — Исек-Джаз; 370 — Караган-Сай (и Таты-Сай); 371 — Ток-Бура-Сай; 372 — Мугоджарское 1-е; 373 — Оза-Булак; 374 — Мугоджарское 2-е; 375 — Разъезд № 59; 376 — Джанган, река; 377 — Тайты река; 378 — Дженишке, река; 78 — Каги-ды, река.

Примечание: алфавитный указатель месторождений см. стр. 194—197.
Труды ИГиГ, вып. 95



Т а б л и ц а 2



ем принято нами. Мы ограничились только теми, которые могли быть иллюстрированы имеющимся в нашем распоряжении уральским материалом; ссылка на характерные месторождения для каждого типа дана в ведущем за типом горизонтальном ряду табл. 2. Так как заключение Л. А. Земятченского о зависимости технологических свойств глин от их минералогического состава безусловно правильно, то в нашем случае

Схема петрографического состава палеозойских пластовых горных пород Урала
(по данным объяснительной записки к геологической карте Урала, 1939)

Возраст		Северный Урал	Средний Урал	Южный Урал
Пермский период		Западное Приуралье: глины, глинистые сланцы и доломиты с гипсом, ангидридом и солями (кунгурские слои) — 150—300 м. Коричневато-серые и желтые известняки, переходящие кверху в песчано-глинистые и конгломератовые отложения (артинские), содержащие иногда в верхах известняки (частично рифовые) и фосфориты.		
Каменно-угольный период	Верхний отдел	Западный склон. Синевато-серые известняки и доломиты, местами пахучие и рифовые, постепенно переходящие в выше лежащие породы перми, иногда же кверху мергели и глинистые сланцы.		
	Средний отдел	Западный склон. Синевато-серые известняки и доломиты, содержащие в средних частях прослойки песчаников, мергеля и глинистых сланцев.	Западный склон. Серые оолитовые известняки с прослоями кремнистых пород. Восточный склон. Брекчиевидные известняки, конгломераты и яшмы, реже потоки порфиритов и прослойки известняков и глинистых сланцев.	Западный склон. Обломочные известняки, чередующиеся с песчаниками. Восточный склон. Известняковые конгломераты и известковистые песчаники.
	Нижний отдел	Западный склон. Зеленовато-серые мергели, сланцы, серые и черные известняки, иногда (по Вишере) с доломитами; кверху угленосная толща—500—700 м. Восточный склон. На р. Северной Сосье тонкоплитняковые известняки с мергелями и углистыми сланцами; южнее эффузивы, переслаивающиеся с известняками.	Западный склон. Преимущественно известняки и доломиты с прослоями глинистых и железистых осадков. Мощность — 500—600 м. Восточный склон. В основании песчанистая, выше угленосная толща, иногда содержащая эффузивы и туфы. Выше известняки, кверху переходящие в брекчиевидные разности.	Западный склон. Серые слоистые или брекчиевидные известняки с мергелистыми прослоями. Центральная часть. Эффузивные порфириты, кератофиры, диабазы и их туфы, переслаивающиеся с песчано-сланцевыми породами и известняками. Мощность—1000 м. Восточный склон. Кварциты, конгломераты и глинистые сланцы с прослоями угля.
Девонский период	Верхний отдел	Западный склон. Светлые, черные, темные, желтоватые известняки и доломиты, кверху и к югу (Зилаиро-Бельский район) переходящие в песчанистые и сланцевые породы.		

Таблица 3 (продолжение)

Возраст		Северный Урал	Средний Урал	Южный Урал
Девонский период	Верхний отдел	Центральные части и восточный склон. В центральных частях эффузивная толща порфиритов, кератофиров и туфов, к востоку обогащающаяся нормальными осадками, известняками, глинистыми сланцами, песчаниками и конгломератами.		
	Средний отдел	Западный склон (Вишера и Чусовая). Песчаники, конгломераты, к югу переходящие в известняки и доломиты. Мощность — 200—300 м. Восточный склон (рр. Сосьва и Лозьва). Эффузивная толща: диабазы, порфириты и их туфы, с прослоями известняков, песчаников, сланцев и конгломератов.	Западный склон. Нормальные осадки, преимущественно серые или темные битуминозные известняки, массивные или толстослоистые; реже (р. Аппа у с. Ивановка) желтовато-серые, буроватые песчаники, местные железные руды и линзы боксита (флинт-клей). Мощность — 100—300 м. Центральная часть и восточный склон. Покровы порфиритов, диабазов, кварцпорфиров и прочие; пласты туфов, туфосланцы и другие вулканогенные породы, переслаивающиеся с редкими пластами известняка.	
	Нижний отдел	Западный склон. Красноватые, зеленые, буроватые и серые глинистые сланцы. Мощность — 2000 м. Восточный склон. Известняки, переслаивающиеся местами (р. Лозьва) с авгитовыми порфиритами и их туфами. Мощность — 900 м. На границе со средним девоном — бокситы и железные руды.	Западный склон. Везде нормальные осадки. В Нязепетровском районе — мощные рифовые известняки: по рр. Ай, Катаву, Симу и Юрезани — мощная толща песчаников и глинистых сланцев; в Зилаирском районе — вновь известняки. Мощность — 500—1000 м. Центральная часть. Эффузивная толща: порфириты, диабазы, кварцевые и бескварцевые порфиры, альбитофиры и их туфы, иногда яшмы с редкими прослоями известняков. Восточный склон. В районе Синячихи-Синары — светлые и темные известняки, переслаивающиеся с редкими эффузивами, в районе Полтавки эффузивов нет, известняки частично замещаются конгломератами, песчаниками и кремнистыми сланцами.	
Силурийский период	Верхний отдел	Доломиты серые и красноватые, глинистые сланцы, известняки; на Лозье, кроме того, авгитовые порфириты, спилиты и их туфы.	Известняки, чередующиеся с эффузивами; в отложениях лудлоу — боксит, иногда (верхоя Уфы и Чусовый) эффузивов нет, но есть песчаники и сланцы.	Западный склон. Песчано-сланцевая толща, покрывающаяся известняками. Мощность — 200—500 м. Восточный склон. Известняки, подчиненные эффузивной толще: диабазам, порфиритам и их туфам.

Таблица 3 (продолжение)

Возраст		Северный Урал	Средний Урал	Южный Урал
Силурий-ский период	Нижний отдел	Толщи кварцитовидных песчаников пестроокрашенных, зеленоватых, малиновых и серых, темных и зеленоватых метаморфических сланцев; спорадические прослои известняка. Мощность—1000 м.		
Кембрий-ский период			1. Песчаники, слюдисто-хлоритовые породы, иногда прослои известняка. Мощность—600 м. 2. Мраморы и тонкослоистые известняки. Мощность—300 м. 3. Серые и белые кварциты, зеленовато-серые кварцитовые и хлоритосерпичитовые сланцы. Мощность—600 м.	
Докембрий-ская эра		Кварцево-слюдисто-гранатовые, кварцево-слюдисто-хлоритовые сланцы (Лялинский район)	Слюдистые кварциты, амфиболиты, углистые и слюдисто-песчанистые сланцы. Доломиты, доломитистые известняки; филлиты, глинистые сланцы; слюдисто-хлорито-амфиболовые сланцы.	

риал по пластовым горным породам, даваемый в объяснительной записке к карте Урала масштаба 1 : 1 000 000, только отчасти дополнив его по данным новейшей литературы.

Интрузивные породы, также принимающие весьма существенное участие в строении палеозойского субстрата Урала, не нашли себе вполне определенного места в схеме таблицы. Возрастное их положение до сих пор недостаточно ясно. Очевидно, однако, присутствие здесь нескольких возрастных типов. Для ряда уральских гранитных массивов доказан после-нижнекаменноугольный возраст; кроме них, присутствуют и более древние, судя по наличию галек гранитов в силурийских и девонских конгломератах. Повидимому, из древних гранитов происходят, сверх того, полевошпатовые элементы аркозовых песчаников, условно относимых к кембрию.

По условиям залегания граниты образуют или небольшие массивы типа штоков и лакколитов с явными интрузивными контактами с окружающими породами, или более крупные батолитоподобные тела, а также мп-матитовые выделения среди глубоко измененных гнейсовых пород. Здесь уже исчезает граница между собственно магматическими и регионально-метаморфизованными породами.

Наиболее крупными гранитными массивами являются массивы Южного

Урала — челябинские, кочкарские, граниты, граниты Карагайского бора, Айдырли и т. д., представленные микроклиново-биотитовыми и двуслюдяными разностями с переходами в лейкократовые, почти без плагиоклаза, с одной стороны, и в гранодиоритовые разности — с другой; в последних местах присутствует роговая обманка. Более тесная связь гранитов с гранодиоритами наблюдается в массиве горы Магнитной и Куйбаса. Характерно здесь присутствие ортоклаза и анортотлаза вместо микроклина в качестве щелочных полевых шпатов. Примерами отдельных гранитных штоков и тел могут служить Бердяшский плутон, подробно описанный Заварицким, массивы гранитов к югу от г. Миасса и т. д.

Сиенитовые породы давно известны в массивах гор Высокая и Благодарь; кроме того, они образуют фации в массивах пород других типов: в Магнитогорске, Кыштыме, Бердяше, Ильменских и Вишневых горах (спутники миаскитов).

Широкое развитие основных и ультраосновных пород крайне характерно для Урала. Среди габбро различаются оливиновые и безоливиновые разности, габбро-нориты и т. д. Пироксены в большинстве случаев амфиболлизированы, полевые шпаты цоизитизированы. Структурными переходами габбро связаны с габбро-амфиболитами. С другой стороны, встречаются и разности порфировой структуры. Пироксениты и перидотиты образуют обычно более или менее самостоятельные изолированные тела, также в значительной степени метаморфизованные: амфиболлизированные и серпентинизированные. Встречаются и дуниты; характерно, что последние образуют часто центральные участки массивов, окруженные каймой перидотита, пироксенита и даже габбро (Тагил и др.). Озмеевикование ультраосновных пород — весьма частое, почти постоянное явление, но характерно, что с глубиной оно уменьшается, так что на глубине, например, 500 м тагильской глубокой буровой скважиной встречены были уже совершенно свежие дуниты.

Мезозой и кайнозой. Отмеченные выше особенности уральского мезозоя: крайне малое количество датирующих возраст органических остатков, сходство литологического состава весьма различных по возрасту толщ, распространение их в виде отдельных не связанных между собой пятен и пр., — все это привело к тому, что до недавнего времени возрастное положение того или иного горизонта их не было установлено, и только новейшие детальные работы позволили дать более или менее определенную стратиграфическую схему. Основой определения возраста при этом служило изучение пыльцы, сохранившейся в ряде горизонтов.

Схематическое сопоставление имеющегося на сегодняшний день материала приведено в табл. 4.

Пока не совсем ясна параллелизация отложений восточного склона Урала с выделенными на юге последнего, в Таналык-Баймакской депрессии, Безруковым и Яншиным (1934) континентальными хайбулинской и зирен-агачской свитами. По данным И. М. Покровской (доклад на производственном совещании четвертичного отдела Института геологических наук, февраль 1945 г.), хайбулинскую свиту по найденной в ней пыльце можно отнести к нижней и средней юре. В зирен-агачской свите флоры не найдено, но по соотношениям с предыдущей и по общему ее облику И. М. Покровская, а еще ранее и А. Л. Яншин (1937) считали возможным параллелизовать ее с низами беляковой толщи Каменска и Алапаевска (верхняя юра — нижний мел).

Из кайнозойских континентальных отложений наиболее постоянной является олигоцен-миоценовая песчано-глинистая толща, имею-

Схема подразделения мезозойских и кайнозойских осадков Урала

(по данным В. А. Вахрамеева, К. В. Никифоровой, В. П. Ренгартен, А. Л. Яншина и Н. И. Архангельского)

Ориентировочный возраст	Название и тип свиты	Краткая литологическая характеристика
Голоцен	Пойменные отложения (низкая и высокая поймы), озерно-болотные отложения.	Серые пески и галечники, серые иловатые глины. Супесь, торф, серые и черные глины, галечники.
Плейстоцен	Аллювиальные отложения трех надпойменных террас. Делювиальные отложения склонов.	Галечники, пески, глины, бурые и желто-бурые суглинки. Бурые и желто-бурые суглинки.
Плиоцен	Красноцветная толща, озерно-речные и делювиальные отложения.	Серые и красно-бурые глины, часто пески и галечники кварца и палеозойских пород. Характерно местное присутствие «железистого бобовника».
Верхний олигоцен-миоцен	Континентальные озерно-речные отложения.	Глинистые пески, белые и цветные глины с лигнитовыми прослоями, пески кварцевые тонкозернистые, хорошо отмученные и перемытые. Галечники, преимущественно кварцевые.
Нижний олигоцен	Свита железистых песчаников и конгломератов.	Присутствует только на Южном Урале и в Мугоджарах; континентальная свита. Галечники кварцевые, роговиковые и полимиктовые с железистым цементом. Песчаники кварцевые с железистым цементом, иногда содержат биотит, роговую обманку и др.
Палеоген (палеоцен, эоцен и отчасти олигоцен)	Опская толща (морская).	Опоковые глины, желтоватого и голубоватого оттенка, переходящие в сланцеватые глины. Опоки и трепела; плотные кремнистые породы со спикулами губок. Пески глауконитовые крупно- и мелкозернистые, иногда цементированные. Местами марганценозные слои.
Верхний мел [датский и маастрихтский ярусы (?)]	Морской мел.	Глауконитовые пески, иногда опоки и опоковые глины. Особенно широко развиты на юге Урала, где, кроме того, отмечаются фосфориты, известняки, сланцевые глины и мергели.

Таблица 4 (продолжение)

Ориентировочный возраст	Название и тип свиты	Краткая литологическая характеристика
Альб — сеноман (?)	Верхняя континентальная свита (к северу от Каменска, на юге отсутствует).	Углистые глины. Белые и цветные глины, иногда со свободными окислами железа и алюминия, местами настоящие бокситы.
Верхняя юра — нижний мел	Нижняя континентальная свита. (На юге Урала аналогом, повидимому, является Зирен-Агачская свита Янщина).	Углистые (сапропелитовые) глины. Железистые бокситы и пестроокрашенные глины. Озерные глинисто-песчаные отложения с обломками древесины. Песчаные речные накопления, иногда косослоистые. Беликовская толща (местами): грубо-обломочные накопления окатанных и полускатанных галек и кварца и палеозойских пород, щебня, кремневой муки и окремнелого известняка. В основании оолитовые железные руды и стяжения бурого железняка (присутствуют только в областях развития известняков).
Средняя или нижняя юра	Хайбуллинская свита (Южный Урал).	Разноцветные слюдястые пески. Белые, местами красные, каолиновые глины с железистыми конкрециями, пиритом и сидеритом, иногда угленосные. Грубые галечники; только местами.

Резкий разрыв и несогласие.

Верхний триас — нижняя юра (рэт-лейас)	Угленосная толща.	Плотные или сланцеватые серые песчаники и глины с прослоями угля; конкреции сферосидерита. Песчаники с прослоями конгломерата и сланцев (наиболее полный и хорошо изученный разрез в Челябинском угольном бассейне. В Богословском бассейне имеются только верхи толщи).
--	-------------------	---

Резкий разрыв и несогласие.

Палеозой	Толща разнообразных геосинклинальных осадков с магматическими породами; все в той или иной степени метаморфизовано.	См. табл. 3.
----------	---	--------------

шая большое распространение, особенно в южной части восточного склона и почти на всем протяжении западного склона Урала. Характерно распространение ее редкими пятнами в депрессиях водоразделов, карстовых воронках и т. д.; в большинстве случаев эти пятна пространственно не связаны одно с другим.

Эпохи выветривания на Урале. В табл. 5 включены из табл. 4 все послепалеозойские континентальные эпохи и показаны характер и мощность элювиального (химического) выветривания, если таковое свойственно данной эпохе.

Таблица 5

Эпохи континентального выветривания на Урале в течение мезозоя и кайнозоя (по Никифоровой и Петрову)

Наиболее узкий интервал перерыва седиментации	Мощность (в м)	Общая характеристика
От постплиоцена до современности (современная почва).	0.5—1.0	Незначительное выветривание; разнообразные, преимущественно буро-цветные почвы разной мощности.
Между континентальным миоценом и плиоценовыми красноцветами.	1.0—1.5	Незначительное химическое выветривание; разложение пирита и ожелезнение верхних горизонтов кумакских, увельских и бускульских глин. Характерны яркие окраски продуктов разложения.
Верхний эоцен — нижний олигоцен.	?	Наличие выветривания неясно, возможно, сюда следует отнести эпоху окремнения кварцитов Мугоджар, Орска и т. д. (Гинзбург, 1946).
Между верхней континентальной толщей Каменска и морским палеогеном.	—	Выветривание очень слабое или отсутствует; в глинах верхней континентальной толщи, залегающей под морским палеогеном, сохранились сферо-сидерит, марказит, углистые частицы.
Между верхней и нижней континентальными свитами (средняя юра, Каменск).	1.5—5.0	Только местное выветривание, но подчас довольно сильное; сюда относится дезинтеграция каменистых бокситов Соколовского месторождения и выветривание беляков (Кротов, Гинабург).
Средняя юра.	?	Неясно; выветривание по контакту хайбулинской и зирен-агачской свит не отмечается; обе свиты содержат свежие минералы.
Нижняя юра (между осадками угленосной толщи рэта и хайбулинской толщи).	100.0 и более	Основная эпоха выветривания на Урале. Имеет здесь повсеместное распространение. Установлено мощное выветривание рэта, прикрываемого нижней континентальной свитой в Каменском районе, и палеозоя под хайбулинской свитой.
Между палеозоем и рэтичскими отложениями.	?	Отмечается Г. Ф. Крашенинниковым (личное сообщение) наличие выветрелых пород палеозоя под угленосными отложениями Богословского района.

Естественно, что таблица эта в дальнейшем будет значительно расширена и по числу континентальных эпох, и в отношении мощности и распространенности продуктов выветривания. Несомненным, однако,

представляется тот факт, что масштабы выветривания и результат его различны и характерны для каждой отдельной эпохи.

Основой для составления табл. 5 послужили личные наблюдения, произведенные частично совместно с К. В. Никифоровой в течение лета 1944 г., а также литературная сводка имеющегося материала.

Определение возраста эпохи выветривания в каждом отдельном случае представляет весьма сложную задачу; единственным критерием здесь может служить только возраст пород, подвергшихся выветриванию, и возраст пород, налегающих на элювий. Обычно это оставляет для эпохи выветривания весьма большой интервал, который только в некоторых, особенно удачных разрезах сильно сужается. Суждение об интенсивности выветривания в то или иное время возможно только при сопоставлении таких удачных разрезов между собой; это можно делать, основываясь на том, что выветривание является результатом воздействия на материнскую породу региональных факторов — климата, характера растительности и т. д.

Не следует, конечно, думать, что выветривание в ту или иную эпоху прекратилось одновременно на большой территории. Поскольку почва — конечный итог выветривания — является результатом воздействия продуктов жизнедеятельности растительного сообщества и физико-географических условий местности на слагающие ее горные породы, представляется несомненным, что выветривание продолжалось в течение всего времени, пока в каждом данном месте сохранялись неизменными физико-географические условия, характер растительности, влажности и пр.

С этой точки зрения весьма вероятно, что мезозойская эпоха выветривания, но несколько в иных формах, могла продолжаться в некоторых местах почти в течение всей юры, т. е. все то время, пока сохранялось постоянство флоры; но в ряде мест она прекратилась много раньше; такова, например, Таналык-Баймакская депрессия, где накопление осадков хайбулинской свиты безусловно прекратило дальнейшее выветривание палеозоя уже в средней юре. Не возобновилось оно в полной мере, по-видимому, и во время перерыва седиментационного процесса между хайбулинским и зирен-агачским временем. Во всяком случае, к концу юры выветривание имело значительно меньшую интенсивность, так как континентальные толщи Южного и Среднего Урала (зирен-агачская свита и глинисто-песчанистый нижний мел Каменска), слагавшие поверхность суши по меньшей мере в течение всего мела (до отложения морской опоковой толщи), совершенно свежи, содержат пирит, сидерит, углистые частицы и т. д.

Эпохи отложения белых глин. Подобно выветриванию, формирование осадочных месторождений и глин наблюдается далеко не на всем протяжении истории мезозоя и кайнозоя; определенно намечаются некоторые моменты усиленной аккумуляции глинистых продуктов. Первый такой момент наступает вскоре после образования верхнетриасовой и нижнеюрской элювиальной толщи, перемыв которой ведет к накоплению в ряде мест — иногда непосредственно на ее поверхности (Кыштым, Заворухино), иногда в виде линз среди залегающих выше нее песков — перемытых в той или иной степени глинисто-каолиновых продуктов, по свойствам своим напоминающих отчасти породы, известные у технологов под именем вторичных каолинов. Синхроничными с ними являются, по-видимому, каолиновые глины, образующие крупные пластообразные линзы в верхах беляковых отложений или среди континентальной толщи нижнего мела.

Глины, встречающиеся в средних частях верхней континентальной толщи, повидимому, близки к нижележащим и, весьма вероятно, смешиваются с ними.

Среди морских отложений верхнего мела присутствуют только высококремнеземистые (бейделлитовые, по Н. В. Ренгартен, 1944), так называемые опоковые глины.

Вторая крупнейшая эпоха отложений больших масс глинистых материалов — олигоцен-миоценовое время, когда пласты и линзы глин каолинито-монотермитового состава отлагались в крупных озерах, окаймлявших с востока, запада и юга размываемый Уральский хребт (Бускуль, Красноуфимск, Кумак и т. д.).

Источником глинистого материала как в случае нижнемеловых, так и в случае олигоценовых глин, очевидно, служили породы мощной толщи элювия среднего мезозоя, подвергавшейся как раз в эти периоды наиболее интенсивному размыву.

1. ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ГЛИНЫ (КАОЛИНЫ)

Условия залегания белых элювиальных глин

Современное распределение белых глин, представляющих остатки древнего элювия, определяется четырьмя основными моментами: а) формой и характером толщи элювия в момент ее образования; б) интенсивностью последующего размыва; в) составом материнской породы и г) миграцией окислов железа в процессе выветривания.

Толща элювия в момент своего образования, естественно, не может иметь равномерную мощность на всем своем протяжении; трещины, контакты, жилы и другие нарушения сплошности и однородности материнских пород создают удобные условия для более глубокой циркуляции растворов — агентов выветривания, и, как следствие, вдоль таких нарушений порода выветривается значительно глубже, чем в других местах; шаровое выветривание, матрацевидная отдельность и т. д. — частные случаи изложенного общего правила. В результате нижнюю границу элювиальной толщи следует представлять себе весьма неровной: в отдельных местах она глубоко опускается вниз, образуя своеобразные ответвления элювиальной толщи в область свежих пород. Особенное значение это должно иметь при нижнеюрском выветривании.

Если такая толща элювия с неровной нижней границей подвергается равномерному размыву, то может наступить такой момент, когда вся поверхностная часть элювиальной толщи будет смыта, и среди обнажившихся свежих пород останутся только выветрелые пятна — остатки таких ответвлений книзу от смытого элювия.

Существование таких остатков доказал И. И. Гинзбург, который при описании силикатных никелевых руд Урала выделяет два типа распространения выветрелых пород — коры выветривания: 1) когда более или менее полно сохранилась элювиальная толща — площадная кора выветривания, и 2) когда сохранились только остатки, глубокие ответвления от нее среди свежих пород — линейная кора выветривания. Само собой разумеется, что оба типа могут переходить один в другой.

Для площадной коры выветривания, по Гинзбургу, характерно сплошное развитие более или менее равномерного по мощности элювия, залегающего на поверхности, подвергающейся выветриванию материнской породы. Особенностью площадной коры является распространение

выветрелых пород на большой территории и относительно небольшая их мощность. Линейная кора выветривания развивается, по Гинзбургу, в виде полос и приурочена обычно к тектонически ослабленным зонам или к контактам пород различной плотности. Обычно линейная кора образует в каждом отдельном случае несколько небольших по своему горизонтальному протяжению линзообразных тел, взаимно параллельно расположенных и имеющих в центральных частях весьма большую мощность, нередко свыше 100—200 м. Как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении выветрелые породы сменяются свежими. Разрез линейной коры несколько отличен от такового же покровной; в первой для основных и ультраосновных пород выпадают некоторые средние горизонты выветривания, в частности горизонт н о н т р о н и т о в ы х р у д, характерный для площадной коры южноуральского типа.

Оба типа коры выветривания, выделенные Гинзбургом на основных породах, можно различить также и среди элювия, развитого на других породах.

Влияние последующего размыва поверхности выветрелых пород на форму и масштабы каолиновых месторождений вполне нам понятно. Во всех случаях поверхность размыва является верхней поверхностью каолинового тела, степень размыва которого определяется сохранностью самых ценных практически, наиболее сильно измененных верхних горизонтов месторождения.

Количество окислов железа в толще выветрелых пород определяется в первую очередь содержанием его в первоначальной породе. Белые маложелезистые глины мы наблюдали только образующимися за счет относительно маложелезистых же первоначальных пород: слюдяных, хлоритовых и других сланцев, гранитоидных пород и т. д.; сильно-железистые основные породы дают обычно и железистые глины. Закономерное распределение железа по отдельным горизонтам выветривания намечается только в элювиальных толщах, образовавшихся за счет маложелезистых пород: нижние горизонты, где сохранились еще первоначальные железистые минералы, богаче железом, чем верхние, где эти минералы разложены нацело. В элювиальных глинах, образовавшихся за счет пород, содержащих средние количества окислов железа, последние распределяются в общем более или менее равномерно среди пестроокрашенных красных и желтых железистых глин. Встречаются отдельные пятна и участки белых глин, где железо вынесено почти нацело. Причины такого распределения окислов железа нам не ясны; очевидно лишь то, что состав первоначальной породы здесь не играл никакой роли, так как осветленные участки имеют подчас такую же совершенно структуру и характер, как и распространенные рядом железистые разности; возможно, что определяющими были здесь физико-географические условия эпохи выветривания, заболоченность и т. д. Но объективных данных на этот счет у нас нет.

Все сказанное относительно условий залегания элювиальных глин мы попытаемся иллюстрировать описанием некоторых важнейших уральских месторождений. Намечаются при этом следующие генетические типы:

А. Элювий на маложелезистых породах (вся толща выветрелых пород может рассматриваться как полезное ископаемое):

1) слабо размытый элювий (площадная кора выветривания, по Гинзбургу): Кыштым, Полтаево;

2) только глубокие ответвления вниз сильно размытого элювия (линейная кора выветривания, по Гинзбургу): Еленинское месторождение, гора Высокая, Изумрудные Копи.

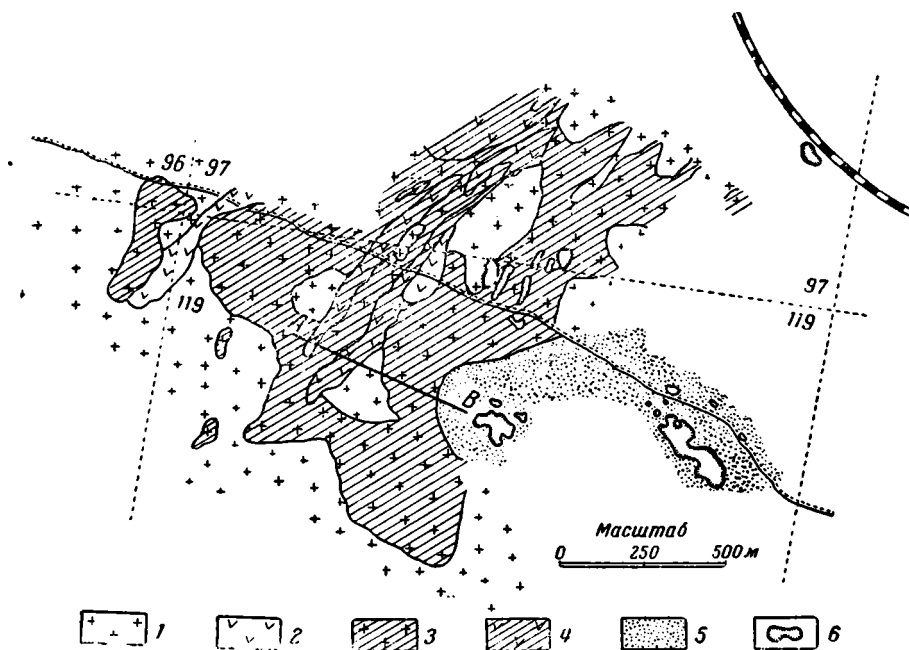
Б. Элювий на железистых или пестрых по составу породах (полезное ископаемое — только отдельные слабожелезные участки):

1) осветленные участки среди однородных железистых глин: Косулино, Сысерть, Невьянск, Гумешевка;

2) участки маложелезистых пород среди сильножелезистых: Уктус.

Описание типичных уральских месторождений элювиальных глин

Кыштымское месторождение. На фиг. 2 мы имеем геологический план Кыштымского месторождения, по А. Г. Белову, где с одной стороны показана область развития молодых песков и характер палеозойского субстрата, слагающего остальную местность, а с другой — степень выветрелости этих пород. На плане этом четко видно, что выветривание одинаково захватывает различные горные породы, слагавшие местность: амфиболиты и гранитогнейсы.



Фиг. 2. Схема строения Кыштымского месторождения каолина (по Займочной дороге).

1 — гранито-гнейсы слабовыветрелые; 2 — амфиболиты и сланцы слабовыветрелые; 3 — элювий гранито-гнейса (каолина 1—2-го сорта); 4 — элювий амфиболитов и сланцев (пластичные глины); 5 — пески формовочные (континентальный мезозой); 6 — выработки и карьеры.

Мощность выветрелых пород колеблется в довольно широких пределах за счет неровностей нижней границы выветривания. Масштабы месторождения крайне велики: уже на разведанной площади, показанной на карте (фиг. 2), сильно выветрелые породы, могущие быть названными каолином, занимают площадь около квадратного километра, общая же площадь возможного развития элювия много больше, и каолинизированные гранито-гнейсы, судя по данным шурфов № 39 и 38а (расположен-

ных примерно у буквы В на фиг. 2), должны продолжаться и под песчаные отложения мезо-кайнозоя.

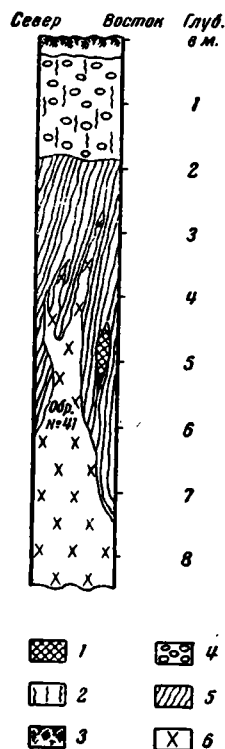
К сожалению, ни одна из разведочных выработок не пробила всей мощности каолинов, хотя в южной части месторождения шурфы достигали 16—18 м, а буровые скважины, пробитые в 1931 г., доходили до 30 м. Поэтому в дальнейшем мы даем описание различных горизонтов выветривания на основании сравнения составов выветрелых гранито-гнейсов в различных участках месторождения.

О строении каолиновой залежи дает представление фиг. 3, изображающая полевую зарисовку северо-восточной стенки шурфа № 49а, и фиг. 4—разрез месторождения по второй геологоразведочной линии. Особенностью шурфа № 49а было то, что им вскрывалась рассекавшая гранито-гнейсы по сланцеватости сиенит-аплитовая жила, перешедшая ныне нацело в чистейший каолин. Из этой жилы взят описываемый ниже образец № 41. Каолины подобного типа в настоящее время с успехом вырабатываются местным каолиновым комбинатом и распространяются под неудачным техническим термином «ж и л ь н ы е к а о л и н ы».

В шурфе 49а наблюдается следующий разрез. Почвенный слой небольшой мощности (около 20 см), обладающий бурым цветом, вызванным обилием гумусовых веществ, постепенно переходит в ниже идущий слой переотложенного каолина, характеризующегося отсутствием структуры и наличием небольшого количества окатанных кварцевых галек. Книзу количество галек увеличивается. Слоем, богатым галькой, вторичный каолин отделяется от первичного, сохранившего полностью структуру материнского гранито-гнейса. На зарисовке (фиг. 3) штриховка первичного каолинита проведена параллельно сланцеватости гранито-гнейсов. Сланцеватость эта видна в расположении зерен кварца, зон чистого каолинита и кое-где сохранившихся листочков слюды. Местами по сланцеватости располагаются более крупные линзы и жилы кварца; нередко с ними ассоциируют участки неразложившейся слюды. Мощность отдельных полос сланцеватости—3—5 мм. На глубине около 3 м по одной из полос сланцеватости появляются более мощные участки сплошного каолина; постепенно книзу такие участки разрастаются и переходят в сплошную жилу, в нижней части превышающую по мощности поперечник шурфа (около 1 м). В верхней части жилы от нее отходят апофизы, секущие сланцеватость.

Весьма интересно распределение железистых подтеков по шурфу. Всего больше их в верхней части шурфа; вторичный каолин содержит особенно много таких подтеков; в верхних 1—2 м первичного каолина они тоже довольно обильны и располагаются большей частью по сланцеватости, но иногда и секут последнюю.

Внизу таких подтеков довольно мало; очевидно, здесь происходит инфильтрация железа сверху.

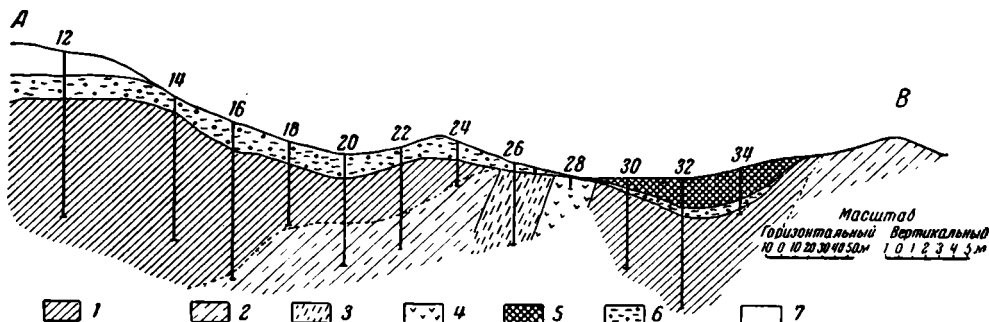


Фиг. 3. Зарисовка шурфа № 49а (Кыштым).

1 — линзы кварца или аметиста; 2 — подтеки бурого железяника; 3 — почвенный слой; 4 — вторичный каолин с гальками кварца; 5 — первичный гранито-гнейсовый каолин; 6 — каолин, образовавшийся за счет сиенит-аплита.

Сопоставляя разрезы по разным шурфам, можно видеть, что слой переотложенного каолинита (вторичного), содержащего кварцевые гальки, вполне закономерен и прослеживается почти по всему месторождению, как это представлено на фиг. 4. Как здесь, так и на карте (фиг. 2), выделены, кроме каолинов, слабо разложенные гранито-гнейсы, сохранившие еще относительно свежий биотит и имеющие характер дресвы. Конечно, границы здесь весьма условны, но общий их характер передается довольно правдоподобно.

В отношении фиг. 4 специально должны быть оговорены еще две детали, а именно: взаимоотношения глин с мезозойскими песками, во-первых, и с торфом в районе шурфов № 32—34 — во-вторых. Пески и каолин пробиты одновременно шурфом № 1а (проходящим вне плоскости разреза). Верхние 2 м этот шурф проходит по пескам, постепенно укрупняющимся и в нижней своей части переходящим в сплошной ожелезненный



Фиг. 4. Разрез по линии АВ через Кыштымское месторождение каолина (вторая разведочная линия).

1 — каолин первичный, сохранивший структуру гранито-гнейса; 2 — слабовыветрелый гранито-гнейс; 3 — слюдяной сланец выветрелый; 4 — амфиболит выветрелый; 5 — торф; 6 — вторичный каолин с кварцевой галькой; 7 — песок формовочный.

галечник мощностью около 0.5 м. Последний постепенно переходит далее в каолин с окатанной галькой, подобный описанному (из шурфа 49а). Мощность вторичного каолина — около 2 м. Ниже он сменяется первичным каолином, прекрасно сохранившим структуру гранито-гнейса. Бываляется в итоге более древний, чем песков, возраст вторичных каолинов, приуроченных к основанию песчанистой толщи кайнозоя. Весьма близкое взаимное родство вторичных каолинов и налегающих на них песков иллюстрируется, сверх всего прочего, также еще и минералогическим их составом; и здесь и там в качестве аксессуарных минералов присутствуют дистен, циркон, рутил, апатит, гранат и даже корунд, не указывавшиеся в первичных каолинах. Вместе с тем перенос каолинового материала здесь был весьма недалеким: амфибол, крупные листочки слюды или образованные за ее счет каолины встречаются только в непосредственной близости от амфиболитовых и слюдяных прослоев. Все это позволяет видеть во вторичных каолинах образования типа древнего делювия.

В западной части разреза, в районе шурфов № 32 и 34, пробитых в самой пониженной части месторождения, вторичный каолин отсутствует, и первичный каолин, сохранивший структуру, прикрывается галечником, переходящим постепенно вверх в двухметровый слой торфа. Особенностью каолина этих шурфов являются его светлый зеленовато-буроватый

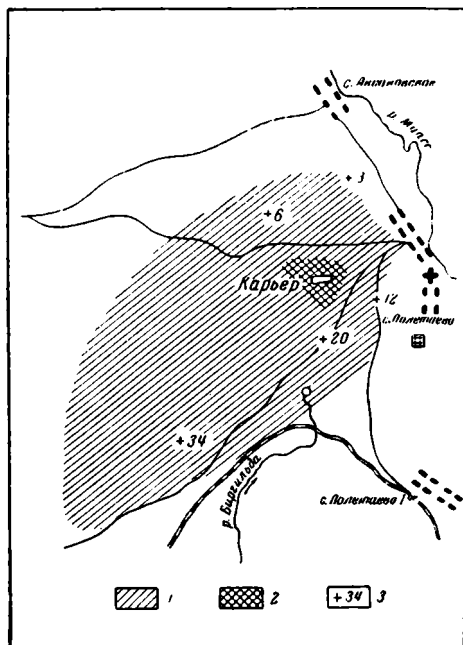
тон (органика?) и отсутствие бурожелезняковых подтеков. Повидимому, здесь мы имеем дело с последующим весьма недавним размывом.

Полетаевское месторождение. Полетаевское месторождение, расположенное к северу от ст. Полетаево-I Южно-Уральской железной дороги, до сих пор не изучено в должной мере. Проведенная в 1942 и 1943 гг. Ленгеолнерудом разведка носила предварительный характер. В результате ее была охватуена область развития элювия на гранитах, но не были выделены области развития качественных каолинов. На прилагаемом плане (фиг. 5) последние выделены в районе карьера, где они были впервые установлены нами

в 1941 г. Основу местности составляют здесь каолины, образовавшиеся за счет местных гранитов и только в некоторых точках пересеченные жилами аплитового типа, превращенными в настоящее время в каолины, лишенные крупных зерен кварца и могущие быть примененными в промышленности без обогащения. Каолины эти разрабатываются небольшим карьером. Строение карьера в плане, в том виде, какой он имел зимой 1941/42 г., представлено на фиг. 6, а фиг. 7 представляет зарисовку забоя в то же время. Жила аплито-каолина имеет неправильный характер, раздваивается и выклинивается. Кроме жильной породы и каолинизированного гранита, наблюдаются участки, сложенные каолином более крупнозернистым и более богатым железом, представляющим собой псевдоморфозу по темноватой шпире.

Широкое развитие элювия в районе Полетаева и наличие в этом же районе других пятен элювия как на гранитах, так и на иных породах свидетельствуют о принадлежности всех этих образований, как и кыштымских, к площадной коре выветривания.

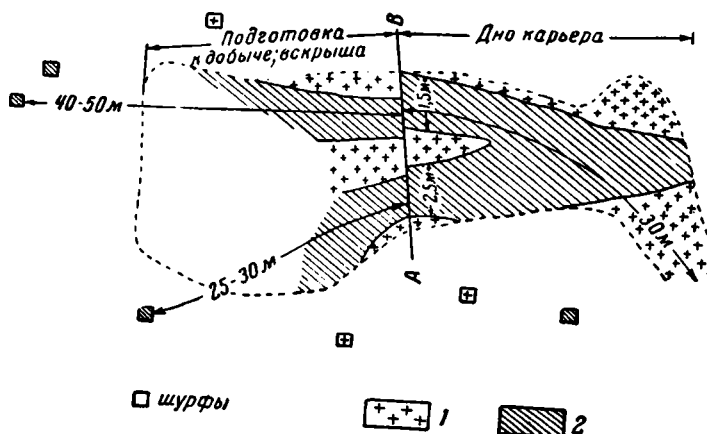
Еленинское месторождение. Расположено в 8 км к югу от ст. Джабык и в 5 км на восток от райцентра — с. Еленинского, на одной из самых высоких точек Джабык-Карагайского гранитного массива. Само месторождение занимает основание довольно крупной впадины, вмещающей полувysохшее болото, называемое Светлым озером. Окружающие впадину каолины сложены свежим или только слабо затронутым выветриванием гранитом. Общий характер месторождения показан на плане и разрезе (фиг. 8 и 9), составленным по данным М. М. Кузьмина. Разведочные работы на месторождении показали, что каолиновое тело, постепенно сужаясь, уходит на довольно большую глубину. В центральных частях тела скважины Кузьмина, местами глубиной свыше 30 м, не достигли его основания и были остановлены в первосортных каолинах, при дви-



Фиг. 5. План района Полетаевского месторождения каолина.

1 — зона развития выветрелых гранитов; 2 — гранитные каолины 1—2-го сорта; 3 — шурфы с образцами, описанными минералогически.

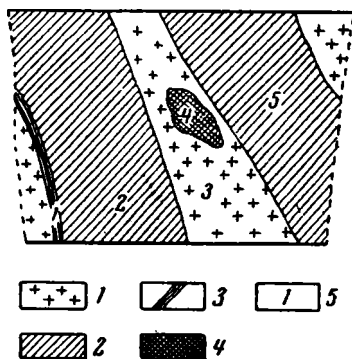
жении же к краям месторождения каолин 1-го сорта быстро сменяется менее разложившимся каолином 4-го сорта, а затем и неразложившимся гранитом.



Фиг. 6. План Полетаевского карьера. Зарисовка. Масштаб не соблюдается.

1 — гранит разрушенный; 2 — каолин (жила аплита, начало каолинизированной). Не закрашенные части — покрытые снегом или почвой.

Своеобразная форма каолинового тела породила ряд гипотез об его происхождении. Первую по времени высказал В. В. Белов, предположивший, что центральные части месторождения слагались иной, более легко выветривающейся породой, которая и дала начало каолинам.



Фиг. 7. Зарисовка забоя Полетаевского карьера (по линии АВ плана).

1 — зона микопитизации с кварцевыми жилами, окрашенными бурым железняком; 2 и 5 — каолин (жила аплита, начало каолинизированной); 3 — гранит разрушенный; 4 — пироксеновые аплитовые выделения. Цифры на чертеже обозначают номера образцов.

Принимая во внимание, однако, то обстоятельство, что структуры, сохранившиеся у каолинов, и структуры развитых по соседству свежих гранитов чрезвычайно близки между собой, эту гипотезу приходится отбросить. Гораздо вероятнее предполагать здесь тектонически ослабленную зону, позволившую агентам выветривания проникнуть более глубоко, чем это было в соседних гранитах. Зависимость формы месторождения от тектоники подчеркивается еще и тем, что, по указанию К. П. Лаврова, «и все прочие месторождения каолина Джабык-Карагайского массива имеют широтное простираание... такое же, как и простираание главнейших систем трещин в гранитах».

Никаких признаков гидротермальных процессов в месторождении не замечено.

Минералогический состав аксессуарных ми-

нералов в каолине совершенно такой же, как и в окружающих гранитах.

Залегание в виде вытянутого пятна или линзы, уходящей на большую глубину, и приуроченность этой линзы к тектонически ослабленным зонам или к каким-либо своеобразным условиям (контакт, различный состав

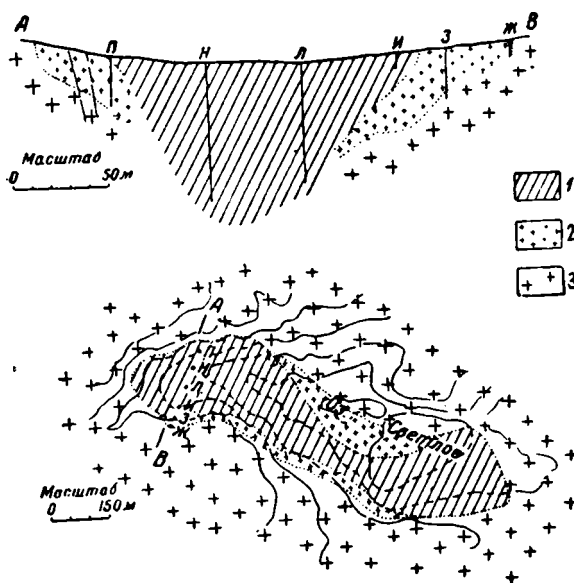
пород и т. д.) характеризуют, по Гинзбургу, линейную кору выветривания.

Гора Высокая. Хотя район горы Высокой и не рассматривается до сих пор как источник керамического сырья, однако местные разрушенные сиениты, несмотря на наличие в них слабо разложенного биотита, могли бы иметь применение в изделиях, не очень страдающих от сушки. Для нас особенно интересно залегание здесь выветрелых пород, прекрас-

но обнаженных открытыми и подземными горными работами. Строение горы Высокой, как известно (Станкевич, 1934), может быть изображено в следующем виде (фиг. 10). Основу местности составляет серия девонских пород, на западе представленных известняками, а на востоке — вулканогенной толщей с прослойкой известняка. Вся эта серия разорвана интрузией сиенита, контактно метаморфизующей вмещающие породы. Форма контакта весьма неправильная. Местами сиенит образует пластовые жилы и непрерывные внедрения в толщу осадочных пород, местами же он захватывает их в виде ксенолитов, образуя в пределе своеобразные эруптивные брекчии. Контактные породы — известняки и, в меньшей

степени, туфы и сланцы — оскарнованы и замещены магнетитом. Месторождение разорвано пострудными сбросами и взбросами, отчасти сбросо-сдвигами, по которым смещены отдельные глыбы горных пород и руды.

В южном крыле месторождения широкое развитие имеют вторичные изменения местных горных пород и руды, выражающиеся, по данным Станкевича (1934, стр. 89), в «мартитизации магнетита, окислении сульфидов, выщелачивании известняков, серицитизации и главным образом каолинизации сиенитов, туфов и скарнов». Наблюдаются, по его данным, вторичные изменения двоякого рода: поверхностные, обусловленные современным выветриванием и распространяющиеся по всей площади месторождения на глубину немногих десятков метров, и «глубинные, тесно связанные со сбросовыми дислокациями». Последние проникают до глубины 300 м от поверхности. Станкевич приписывает им поствулканическое происхождение, связанное с действием кислых низкотемпературных терм. Вряд ли, однако, это предположение верно: связь глубинных измененных зон с поверхностными, приуроченность их к зонам разломов и выклинивание на глубину, указываемое Станкевичем и наблюдавшееся нами в строящейся на западной части месторождения шахте на 119 м глубины, вместе с гидрослюдистым характером измененных

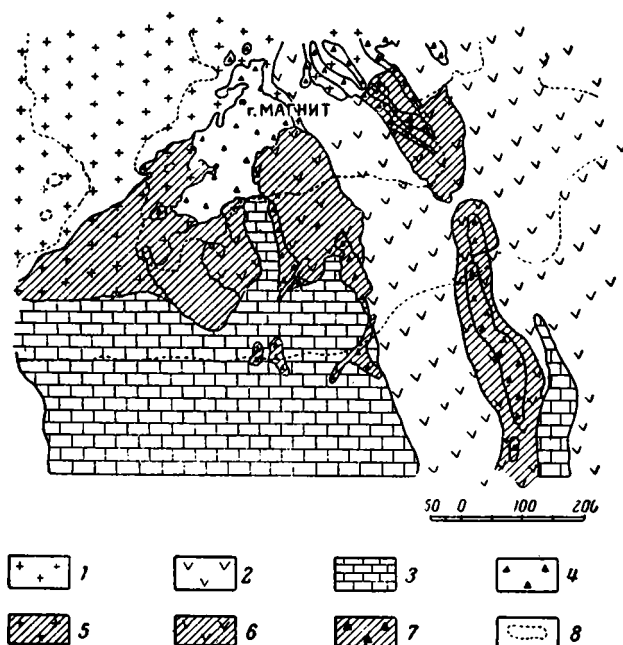


Фиг. 8 и 9. Разрез по линии АВ и схема Еленинского месторождения каолина (по Кузьмину).

1 — каолин 1—3-го сорта; 2 — каолин 4-го сорта; 3 — свежий гранит.

пород,— все это говорит о наличии и здесь поверхностного выветривания, но линейного типа. На прилагаемой схеме (фиг. 10) выветрелые зоны выделены по данным Станкевича.

Большой интерес представляет еще одно образование: так называемые валунчатые руды, располагающиеся по пологим склонам и у подножья горы и образующие в плане подковообразную фигуру, разомкнутую в северо-восточной части. На фиг. 10 район их распространения показан

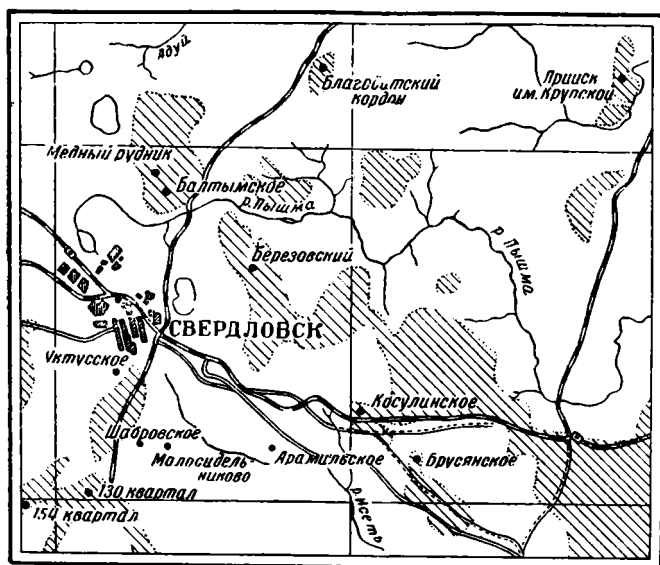


Фиг. 10. Геологическое строение района г. Высокой (по Станкевичу, 1934).

1 — сиениты; 2 — вулканогенные породы; 3 — известняки; 4 — магнетитовые руды; 5 — элювий сиенита; 6 — элювий вулканогенных пород; 7 — мартитовые руды; 8 — зона развития валунчатых руд.

пунктиром. Россыпи эти представляют собой крупные, до метра в поперечнике, валуны и более мелкие куски и зерна мартитовой руды, погруженные в глину. Станкевич рассматривает эти руды как «образование делювиального характера» и считает, что они возникли в результате смывания и сползания по склонам горы продуктов выветривания коренных месторождений. Специальный наш осмотр показал: а) чрезвычайную тонкость вмещающей мартит глины; б) существенно каолинистый ее состав; в) связь преобладающей бурой окраски ее с рудными валунами. В тех местах, где в глине присутствуют рудные валуны, она и окрашена в бурый цвет, причем чем ближе к валуну, тем интенсивнее бурая ее окраска; в участках же, удаленных от валунов, глина имеет совершенно белый или характерный малиновый цвет. Все это вместе взятое заставляет нас предположить, что местным материалом в валунчатых рудах являются только валуны руды, а вмещающая их глина оказывается продуктом, принесенным с относительно удаленных мест в виде тонковзвешенной каолиновой мути; отложившаяся здесь белая каолинистая глина только

впоследствии в местах соприкосновения с рудой окрасилась в бурый цвет. Это находится в согласии и с характером валунов, округлой формой и как бы изъеденной поверхностью, что не могло бы получиться при простом скатывании со склона горы на расстояние максимум 400—500 м. Время образования валунчатых руд совпадает, по нашему мнению, с временем образования каолинистых глин вообще, что происходило в истории Урала только однажды — в нижнем мелу, когда возникли месторождения Денежкинское, Белкинское, Каменской группы и т. д. (см. стр. 114 и далее).



Фиг. 11. Распространение мезозойского элювия (по Е. Н. Щукиной) и месторождения белых элювиальных глин в районе г. Свердловска. Косая штриховка — области развития мезозойского элювия; точки — месторождения белых элювиальных глин.

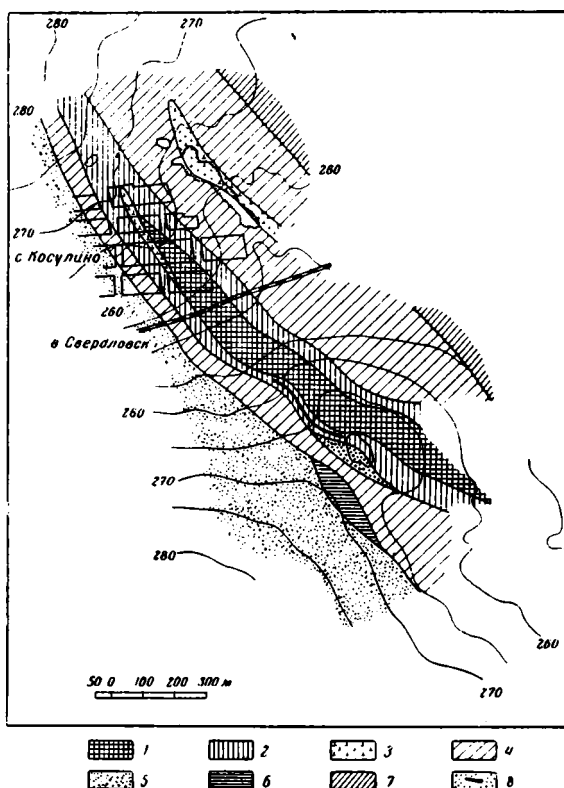
Изумрудные копи. Каолин наблюдается здесь в верхних частях некоторых пегматитовых жил на Свердловском, им. Крупской и других приисках копей. Образовался он в результате выветривания полевошпатовых выделений в центральных частях пегматитов. Размеры каолиновых участков редко превышают 1—1.5 м в поперечнике. Максимальная глубина выветривания — 20—30 м; ниже — полевые шпаты совершенно свежие. Остальные пегматитовые минералы в осмотренных нами точках свежи, хотя в некоторых случаях также и они иногда несколько разложены.

Столь же четко выявляется и приуроченность каолинизации к определенным структурным элементам материнской породы, в данном случае — к пегматитовым жилам. Все это в общем соответствует самым глубоким ответвлениям элювиальной толщи.

Касулинское месторождение. На фиг. 11, по данным Е. Н. Щукиной, представлено распространение древнего элювия в местности, тяготеющей к г. Свердловску, и показаны разрабатывавшиеся в то или иное время месторождения белых глин. Таких месторождений здесь, как мы видим,

довольно много; Косулинское—лишь одно из наиболее крупных. На его базе до Отечественной войны работал огнеупорный завод, в связи с чем оно довольно хорошо изучено и в геологическом отношении.

Более детально строение Косулинского месторождения изображено на фиг. 12, составленной по данным Бельковича и Новикова. Район сложен кварцитами и кварцево-сланцевыми сланцами различного цвета (белыми, голубоватыми, желтоватыми и бурными), местами содержащими довольно



Фиг. 12. Литогеологическая карта района Косулино (по Бельковичу и Новикову).

1 — кварциты и кварцитовидные сланцы; 2 — кварцево-серпичитовые сланцы (белые, голубоватые, желтоватые); 3 — элювий серпичитовых сланцев (белые глины); 4 — элювий серпичитовых сланцев (пестроцветные глины); 5 — бурый песчано-сланцевый сланец; 6 — белый сахаровидный кварцит; 7 — гранит; 8 — ксианитсодержащие породы.

стичная, как и вообще в месторождении, но более плотная, чем ниже. Во всех направлениях она пронизана корнями растительности и приобрела характерную отдельность, продолжающую таковую же бурой почвы. На глубине около 1.0—1.5 м в толще белых глин проявляется характерная реликтовая структура сланца. Слои, более богатые кварцем, чередуются со слоями, более богатыми слюдой различной крупности. Мощность слоев довольно большая — до 2—3 м. Иногда среди однородной слоистой глины типа образца № 200 встречаются линзочки более мелкозернистой и, как показал микроскоп, каолининовой (образец № 201) глины; эта же глина одевает и стенки плоскостей скольжения в слоистой

большое количество ксианита и сменяющимися к востоку и северо-востоку гранитами Баженовского гранитного массива. На поверхности плотных кварцитовидных пород элювиальные толщи отсутствуют, более же богатые слюдой прослои покрыты мощным пластом рыхлых выветрелых пород. Цвет этих глинистых продуктов в большинстве случаев желтый, красный и розовый, и только в центральной части площади развития их встречаются белые породы, которые и разрабатывались довольно крупным карьером. Выветриванием частично, повидимому, захватываются и другие породы района, в том числе и восточный гранит. Шарова указывала анализ белой глины, образованной за счет гранита. При нашем осмотре подобных пород встречено не было.

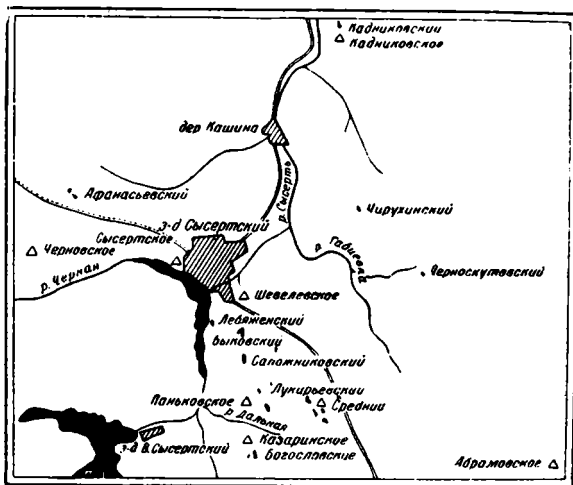
Детали строения толщи элювия видны прекрасно в крупных обнажениях карьера. Под слоем почвы около 20—30 см залегает белая глина, слабо пла-

глине. Как на минералогическую редкость следует указать на зеленый фуксит, встречающийся участками среди белых слюдястых глин.

Месторождения близ г. Сысерть. Уже из карты (фиг. 11) видно, что в таких же условиях залегания, как и Косулино, находятся и некоторые другие месторождения глин, приуроченные к продуктам выветривания той же карбоновой пачки сланцев. Особенно напоминают Косулино многочисленные месторождения близ г. Сысерти. Собственно здесь имеются только две разработки, заложенные специально для добычи глины: 1) Казаринские, которыми добывается элювий серицито-кианитовых сланцев (ср. образец № 185), и 2) Кадниковские, дающие каолиновые глины, образовавшиеся за счет слюдястых сланцев. Все остальные точки, где зарегистрированы каолины и белые глины (фиг. 13), представляют собой старые открытые разработки на бурые железняки, заложенные в толще сланцевого элювия. Некоторые слои сланца здесь совершенно обесцвечены; различаются слои богатые кварцем и слои богатые слюдой, или образовавшимся за ее счет каолином. Примером этих глин могут служить образцы № 172 — 179, взятые в разных точках и иллюстрирующие наиболее типичные местные различия. Лучшую глину представляет специально выбранный образец № 176.

Весьма любопытными, с минералогической точки зрения, оказались разведочные выработки Ленгеолнеруда на Сысертском месторождении. Выветрившийся здесь сланец содержал обильные линзообразные выделения фуксита; при выветривании последний, как и остальной сланец, перешел в рыхлую массу каолинового облика, слабо пластичную в сыром состоянии и рассыпающуюся при высыхании. На фиг. 14 дана зарисовка стенки одного из шурфов, где условия залегания выделенных здесь разновидностей породы выявлены особенно четко.

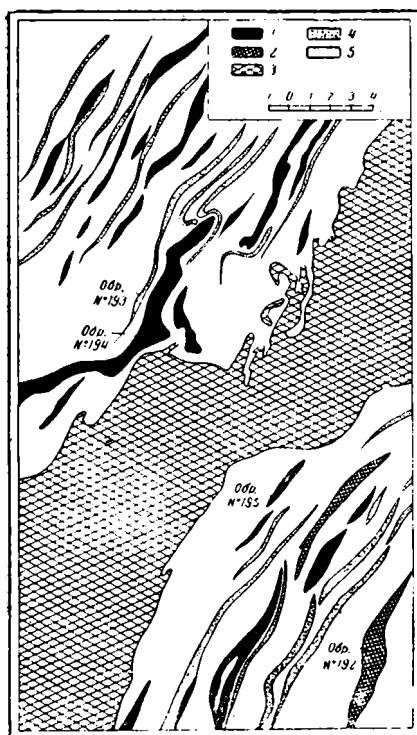
Невьянская группа месторождений. На фиг. 15 показаны, по данным Е. Н. Шукиной, области развития здесь древнего элювия. Не вся эта площадь, однако, может рассматриваться как источник керамического сырья. Главная масса продуктов выветривания представлена цветными глинами — бурыми, желтыми, яркокрасными, розовыми и т. д., и только в некоторых местах они настолько осветлены, что содержание железа спускается до тех норм, которые требуются для каолина и огнеупорных глин. Разведками последних лет (Черкасов, Григорович) выявлено несколько таких участков, дающих суммарные весьма значительные запасы. Наиболее крупные месторождения: Ключевское, Цемзаводское и Березовое Болото.



Фиг. 13. Районы развития белых глин и железные рудники в окрестностях г. Сысерти (по старому плану).

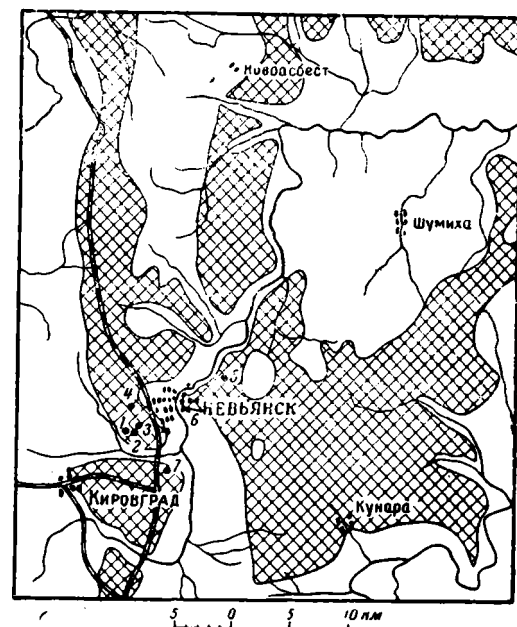
Черные пятнышки — железные рудники; белые треугольники — места выходов белых глин.

Элювиальная природа глин этих месторождений доказывается хорошо сохранившейся структурой первоначальной сланцеватой породы и наличием совершенно отчетливых кварцевых жил, рассекающих каолины. В Цемзаводском и Ключевском карьерах нам приходилось наблюдать многочисленные кубические пустотки, происшедшие явно в результате выноса бывшего здесь ранее вещества пирита; в зальбандах многих кварцевых жил также видны четкие пустоты — остатки от вымытых рудных минералов. С другой стороны, в местной мумии частицы окислов железа как бы облепляют частицу гидрослюда, а отнюдь не входят внутрь последней, что хорошо видно под микроскопом. На фиг. 16 показана форма выделения железистых окислов на частицах гидрослюда из Сысертского месторожде-



Фиг. 14. Зарисовка забоя Сысертского месторождения «каолина» (выход с фукситом).

1 — яркозеленые глины (чисто гидрофукситовые разности); 2 — белые пластичные глины (чисто гидромусковитовые разности); 3 — светозеленые песчаные глины (гидромусковитовые и гидрофукситовые с кварцем разности); 4 — черные пески (графито-кварцевые разности); 5 — белые песчаные глины (гидромусковито-кварцевые разности). Цифрами показаны места взятия описанных образцов.



Фиг. 15. Распространение мезозойского элювия в Нельянском районе (по Е. Н. Шукиной).

Штриховка клеткой — области развития элювия; точки — месторождения белых глин: 1 — Цемзаводское; 2 — Березовое Болото; 3 — Ключевское; 4 — Белые пески; 5 — Трошинское; 6 — За Кладбищем; 7 — Шуралинское.

ния. Характер выделения одинаков во всех случаях. Помимо элювиальных каолинов, в окрестностях Нельянска присутствуют и осадочные, представляющие продукт переотложения первых и залегающие в форме небольших линз среди песков. Наиболее интересным по своей гранулометрии, по отсутствию крупных частиц в породе оказалось месторождение Березовое Болото, расположенное между Ключевским и Цемзаводским месторождениями. Однако, как и в последних, в нем наблюдаются также и первичные каолины.

Гумешевское месторождение. Расположено в 600—800 м к северу от Полевского завода, вблизи одноименного медного месторождения (фиг. 17). Все коренные породы местности покрыты мощной элювиальной толщей, представленной различными пестроокрашенными глинами; белые каолины образуют среди них лишь небольшие более или менее изометрические по площади участки. Черкасов, проводивший здесь исследования на небольшой территории, констатировал три таких самостоятельных участка.

Строение толщи каолинов нам удалось наблюдать в небольшом карьере, заложенном в центральной части крупного тела, и в нескольких глубоких, до 20—25 м, шурфах, пробитых в 1942 г. при разведках глин, проводившихся тов. Еганьяном. В общем каолин Гумешевки весьма однороден; во всех случаях под почвой незначительной мощности залегает бесструктурный мелкозернистый, легко рассыпающийся под пальцами каолин (образцы № 239, 240 нашей коллекции). Крайне редко среди такого каолина попадаются окварцованные, более плотные участки, до нескольких десятков сантиметров в поперечнике (образец № 245). Еще реже встречаются в каолине остатки прекрасно образованных кристаллов роговой обманки (например, в шурфе № 9 разведки 1942 г., образец № 241).

Границы между вмещающими месторождения бурыми глинами и белыми каолинами очень постепенные.

Уктусское месторождение. Расположено в предместье г. Свердловска, вблизи Свердловского мясокомбината. На фиг. 11 видна связь его с крупным участком элювия, развитого к югу от города. Окружающая местность сложена кремнисто-сланцевыми сланцами, сменяющимися далее, к северу, тальковыми сланцами и затем гранитами. По границе кварцито-сланцевых и тальковых сланцев внедрилось чечевицеобразное тело мелкозернистого гранит-порфира. Все эти породы при выветривании дают глинистые продукты того или иного типа; за счет сланца образовались цветные глины, за счет гранита — кварцево-полевошпатовая дресва; жильный гранит-порфир дал белую каолиноподобную породу. Многочисленные кварцевые жилки, рассекавшие материнскую породу, сохранились и в каолине. В кварцевых жилах содержалось значительное количество сульфидов, перешедших в каолине в бурый железняк, окрашивающий и цементирующий прилегающие части каолина; особенно портят каолин многочисленные и мелкие жилки такого рода, секущие каолин. Пирит, кроме того, образовывал мелкие, до 1—2 мм в поперечнике, кристаллы, вкрапленные в массу породы и перешедшие сейчас в бурожелезняковые псевдоморфозы. Все это, конечно, значительно снижает качество каолина. Чтобы избавиться от главной массы железистых окислов и остатков кварцевых жил, добытый каолин откидывается на грохот. Помимо бурожелезняковых и кварцевых жилок, порода иногда



Фиг. 16. Образец № 172 из Сысертского месторождения. Выделение шестигранных листочков красных железистых окислов (гематита?) на листочке гидрослюда. 365×.

рассекается еще и тончайшими каолиновыми жилками, повидимому более позднего происхождения.

Петрографический состав каолинов Урала

Всего, включая и только что описанные, посещено и опробовано нами более тридцати отдельных месторождений. На каждом из них бралось некоторое количество типичных образцов преобладающей породы и по одному от каждой разновидности. Лишь по некоторым наиболее слабо

открытым месторождениям мы удовольствовались одним или двумя образцами. Таким образом в нашей коллекции элювиальные каолины представлены более чем двумястами отдельными образцами.

В табл. 2 (стр. 9) мы распределили все элювиальные каолины на большие группы по материнской породе, давшей начало каолину. Это же распределение мы применим и здесь, описывая сначала каолины, образовавшиеся за счет гранитоидных пород, кристаллических сланцев, а затем порфириновые каолины.

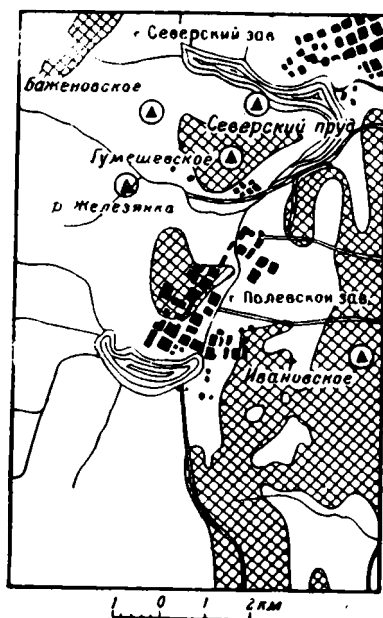
Наибольшее количество собранных нами образцов приходится на сланцевые каолины, в соответствии, с одной стороны, с большим площадным развитием сланцев на Урале, а с другой — с большей легкостью выветривания сланцев по сравнению с гранитными породами.

Каолины, образовавшиеся за счет гранитных и близких к ним пород. Эти каолины изучены нами по образцам из шести важнейших уральских месторождений (Кыштым, Еленинка, Ждановское, Полетаевское, челябинский Сапролитовый карьер и сиениты горы Высокой).

В табл. 3 приведен гранулометрический состав важнейших каолинов Урала, образовавшихся за счет гранитоидных пород. Характерно постоянство этого

состава, вытекающее как из сравнения данных для отдельных образцов, так и из средних данных по двум крупнейшим месторождениям Урала: Кыштымскому и Еленинскому. Средние фракции во всех случаях играют второстепенную роль; преобладают крупные фракции — крупнее 0.2 мм, и мелкие — мельче 0.06 мм.

Микроскопическому исследованию пофракционно подверглись все приведенные в табл. 6 образцы; соответственные данные приведены в табл. 7, 8 и 9. Из этих таблиц явствует, что гранулометрический состав изученных глин довольно отчетливо отражает минералогический их состав: крупные фракции во всех образцах, кроме высокогорских, сложены кварцем и только в высокогорских — невыветрившимися полевыми шпатами и биотитом. Крупный биотит, впрочем, в значительной степени присутствует в образцах из челябинского Сапролитового карьера.



Фиг. 17. Месторождения белых глин в районах Полевского и Северского заводов.

Штриховка клеткой — распространение мезозойского элювия (по Н. А. Спаскому); треугольники в кружках — месторождения белых глин.

Гранулометрический состав гранитоидных каолинов Урала
Ситовой анализ (вес. ‰)

Месторождение	№ образцов	Фракция (в мм)			
		крупнее 0.20	0.20—0.09	0.09—0.06	мельче 0.06
Кыштым ¹	20/6.4—7.4	17.5	19.2	9.5	53.8
	20/5.4—6.4	28.4	21.9	5.2	44.5
	18/2.4—4.4	32.6	12.2	6.0	49.2
	16/2.4—6.4	33.6	17.1	5.3	44.0
	Среднее по месторождению по 85 пробам	28.3	16.5	6.1	49.1
Еленинское ²	71	38.8	9.1	5.1	47.0
	73	28.9	9.2	6.4	55.5
	74	33.2	11.5	6.8	48.4
	72	24.4	31.6	6.7	37.3
	Среднее по месторождению, по Лаврову, 123 анализа	33.87	14.99	7.25	43.89
Полетаево ²	14	34.2	3.8	1.3	60.7
Ждановка ²	275	26.1	6.1	7.2	60.6
Сапролитовый карьер ²	20	36.3	14.4	8.5	40.8
г. Высокая ³	415	33.7	17.7	4.7	43.9
г. Высокая	416	40.9	19.5	7.7	31.9

¹ Каолин, образовавшийся за счет гранито-гнейса. В номерах образцов числитель — номер дудки, знаменатель — глубина взятия пробы.

² Каолин, образовавшийся за счет гранитов.

³ Элювий сиенита.

Средние фракции содержат в тех или иных количествах все минералы. В слабо выветрившихся породах (с горы Высокой и Сапролитового карьера) в них концентрируется довольно много биотита и полевого шпата. Каолинит, встречающийся в особенно больших количествах в средних фракциях еленинских каолинов, резко отличается от каолинита мелких фракций. Весьма обильны в нем ростки иголок рутила и окислов железа, в большинстве случаев образующих подобие сагенитовой сетки (фиг. 18). Очевидно возникновение каолинита с такого рода сеткой за счет прежде бывшего на его месте биотита (псевдоморфоза по биотиту).

В мелких фракциях содержится, как правило, относительно мало кварца и много каолинита и гидрослюда — последней в особенности в тех случаях, когда она является одним из главных компонентов породы (Полетаево, Сапролитовый карьер, г. Высокая), а не акцессорной примесью (как в Кыштыме).

Все это становится особенно ясным, когда цифры табл. 7, 8 и 9 мы сопоставим с таковыми же табл. 6 и количество того или иного минерала, входящего в различные фракции, представим в процентах от всего количества данного минерала в породе. Подобное сопоставление мы имеем в табл. 10. При всей схематичности, общая тенденция ее совершенно отчетлива: кварц в значительной степени концентрируется в крупных фракциях, каолинит и гидрослюда — в мелких. В слабо выветрившихся породах распределение минералов по фракциям так же своеобразно. В то время как реликтовые минералы — полевой шпат и биотит — рас-

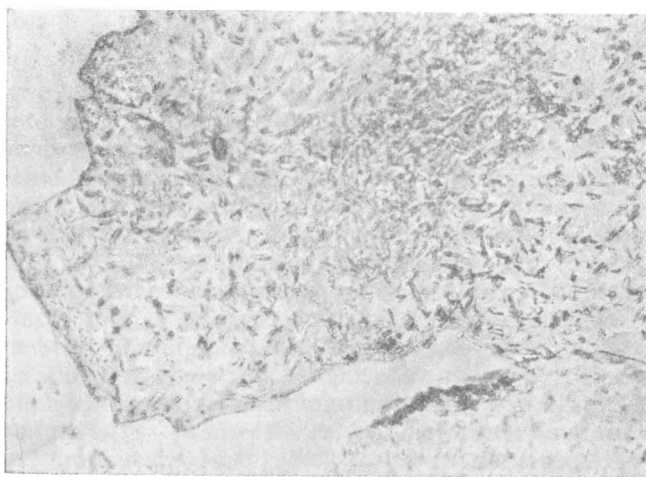
Количественно-минералогический состав кыштымских первичных гранито-гнейсовых каолинов 1-го сорта по фракциям (в % от объема фракции)

Фракция	Минерал	20	20	18	16	Среднее по месторождению (из 45 образцов)
		6.4—7.4 ¹	5.4—6.4 ¹	2.4—4.4 ¹	2.4—6.4 ¹	
Крупнее 0.20	Кварц	95—97	95—99	60—70	86—90	80
	Каолинит . .	—	сл.	20—30 ²	5—10 ²	8 ²
	Гидрослюда .	3—5	сл.	10—20	5—10	12
0.20—0.09	Кварц	60—70	80—85	25—40	60—70	60
	Каолинит . .	15—20 ²	3—5 ²	50—60 ²	15—20 ²	22 ²
	Гидрослюда .	10—20	10—15	10—20	20—25	18
0.09—0.06	Кварц	50—60	50—60	15—20	60—70	51
	Каолинит . .	10—20	5—10	60—70	10—15	27
	Гидрослюда .	20—30	30—35	20—25	20—30	22
Мельче 0.06	Кварц	3—5	3—7	2—3	5—10	6
	Каолинит . .	75—80	80—90	80—90	50—60	82
	Гидрослюда .	10—15	5—10	10—15	30—40	12

¹ Числитель — номер дудки, знаменатель — глубина взятия образца.

² Обильное включение иголок рутила и железистых окислов (сагенитовая сетка).

Примечание. Не учтены в таблице: 1) турмалин, иногда присутствующий в количестве до 5—7%; 2) рутил; 3) гидроокислы железа и железистый монтмориллонит, составляющие иногда 1—2% фракции; 4) единичные зерна циркона. Во фракциях крупнее 1 мм наблюдается 100% кварца.



Фиг. 18. Сагенитовая сетка в листочке каолинита при большом увеличении (680×). Правильно ориентированные иголки рутила. Образец № 71, каолин 1-го сорта (Еленинское месторождение). Без анализатора.

пределяются более или менее равномерно по всем фракциям, новообразованные минералы — гидрослюда и каолинит — концентрируются в мелких фракциях.

**Количественно-минералогический состав еленинских первичных каолинов
по фракциям (в % от объема фракции)**

Фракция (в мм)	Минерал	Обр. № 71	Обр. № 73	Обр. № 74	Среднее по месторождению. Каолин 1—2-го сорта	Обр. № 72
Крупнее 1.0	Кварц	100	100	100	100.0	75—90
	Каолинит	сл.	сл.	сл.	—	сл.
	Полевшпат	—	—	—	—	10—25
1.0—0.5	Кварц	98—99	85—90	95—97	95.0	65—70
	Каолинит	сл.	10—15 ¹	3—5 ¹	5.0	10—15 ²
	Гидрослюда	меньше 0.5	—	—	—	—
	Полевшпат		—	—	—	—
0.5—0.20	Кварц	95—98	50—60	60—70	69.0	20—25
	Каолинит	—	40—50 ¹	30—40 ¹	31.0	40—45
	Гидрослюда	2—5	—	—	—	7—10 ³
	Полевшпат	—	—	—	—	50—55
0.20—0.09	Кварц	50—60	20—30	15—20	32.0	10—20
	Каолинит	25—30	70—80	70—70	62.0	35—40
	Гидрослюда	10—15	—	3—7 ³	6.0	3—5
	Полевшпат	—	—	—	—	30—35
0.09—0.06	Кварц	25—30	15—20	10—15	27.0	15—20
	Каолинит	35—40	80—85	60—70	65.0	50—60
	Гидрослюда	7—10	—	3—5	3.0	5—10
	Полевшпат	15—20	—	—	5.0	20—25
Мельче 0.06	Кварц	10—15	2—3	—	7.0	3—6
	Каолинит	70—80	80—90	85—90 ³	81.0	65—80
	Гидрослюда	15—20	5—10	5—10	10.0	3—6
	Полевшпат	3—5	2—3	—	2.0	10—15

¹ Обильное включение иголок рутила и железных окислов в виде сагенитовой сетки.

² Биотит и каолинит, переполненные рутилом и железными окислами.

³ В том числе карбонатов 5—10%; окислов железа — 2—3%.

Констатированное распределение минералов приводит к тому, что гранитные каолины легко обогащаются простым отмучиванием мелкой фракции, особенно при крупных размерах. Результаты обогащения можно видеть в табл. 12, где, кроме цифр химического анализа сырых каолинов, приведены и некоторые анализы обогащенных пород.

Специальный практический интерес представляют сиениты горы Высокой: в крупных и средних фракциях породы, где биотит и полевой шпат достаточно четко разграничены между собой, можно получить при помощи магнитной сепарации свободный от биотита полевошпатовый концентрат (табл. 59 на стр. 128).

Так как в составе мелкой фракции абсолютно преобладает каолинит, то об его крупности можно судить по размерам присутствующих здесь зерен. В табл. 11 приведены результаты разделения мелких фракций ситового анализа (мельче 0.06) ареометрическим методом, проведенного Н. А. Астафьевым в лаборатории Уральского геологического управления.

Количественно-минералогический состав гранитоидных каолинов разных месторождений Урала по фракциям (в % от объема фракции)

Фракция (в мм)	Минерал	Полетаев- ское место- рождение, обр. № 14	Жданов- ское место- рождение, обр. № 275	Гора Высокая		Сапроли- товый карьер, обр. № 20
				обр. № 416 ¹	обр. № 415 ²	
Крупнее 1.0	Кварц	100	100	—	—	60—70
	Каолинит	сл.	—	—	—	—
	Полевшпат	—	—	50—60 ³	80—85	2—3
	Биотит	—	—	40—50 ⁴	5—10	30—35
	Магнетит	—	—	—	3—5	—
1.0—0.5	Кварц	90—95	100	—	—	40—50
	Каолинит	5—10	сл.	—	—	—
	Полевшпат	—	—	40—50	65—70	5—10
	Биотит	—	—	45—55	20—25	35—40
	Магнетит	—	—	5—6	5—7	—
0.5—0.20	Кварц	80—90	75—80	—	—	10—15
	Каолинит	10—20	15—20	—	—	—
	Гидрослюда	—	3—5	—	—	10—15
	Биотит	—	—	60—70 ⁵	30—35 ⁵	60—70
	Полевшпат	—	—	30—40	65—70	15—20
0.20—0.09	Кварц	50—60	25—30	—	—	3—5
	Каолинит	30—40	55—65	—	—	—
	Гидрослюда	10—20	5—7	—	—	3—5
	Биотит	—	—	70—80 ⁵	40—50 ⁵	50—60
	Полевшпат	—	—	20—30	50—60	20—30 ⁶
0.09—0.06	Кварц	20—25	5—10	—	—	—
	Каолинит	20—30	80—85	—	—	—
	Гидрослюда	40—50	3—5	15—20	10—20	30—40
	Биотит	—	—	50—60 ⁵	40—50 ⁵	40—50
	Полевшпат	—	—	20—25	40—50	10—20 ⁶
Мельче 0.06	Кварц	5—10	1—3	—	—	сл.
	Каолинит	50—60	90—95	20—30	—	—
	Гидрослюда	35—40	2—3	30—40	60—70	60—70
	Мусковит	1—3	сл.	—	—	—
	Биотит	—	—	20—25	20—30	30—40
	Полевшпат	—	—	10—20	5—10	—

¹ Наиболее меланократовый образец.² Наиболее лейкократовый образец.³ Полевой шпат везде в виде обломков разрезанных кристаллов.⁴ Листочки биотита, частично свежие, частично по краям гидротизированы и переполнены выделениями иголок рутила и железистых минералов.⁵ Кроме того, бурые окислы железа 3—5%.⁶ Эпидота 5—10%.

**Распределение главнейших минералов по фракциям в гранитных каолинках
(в % от веса минерала в породе)**

Минерал	Месторождение	Фракция (в мм)			
		крупнее 0.20	0.20—0.09	0.09—0.06	мельче 0.06
Кварц	Кыштымское	51.9	22.7	7.9	18.1
	Еленинское	75.6	12.1	4.6	7.7
	Полетаевское	80.0	6.3	0.7	13.0
	Ждановское	85.1	7.6	0.7	6.6
	Сапролитовый карьер	96.0	2.0	—	2.0
Каолинит	Кыштымское	7.8	8.2	3.6	80.4
	Еленинское	6.9	17.3	9.0	66.8
	Полетаевское	5.5	3.3	1.2	90.0
	Ждановское	2.0	5.7	9.0	83.3
Гидрослюда	Кыштымское	8.7	27.2	12.5	51.6
	Сапролитовый карьер	5.6 ¹	2.4	14.0	78.0
	Полетаевское	—	1.2	2.4	96.4
	г. Высокая	—	1.5	3.5	95.0
Полешпат	г. Высокая	25.0	30.0	25.0	20.0
	Сапролитовый карьер	32.0	38.0	13.0	17.0
Биотит	г. Высокая	43.0	31.0	10.0	16.0

¹ Вростки в полевой шпат.

Таблица 11

Разделение мелких фракций ареометрическим методом (вес. %)

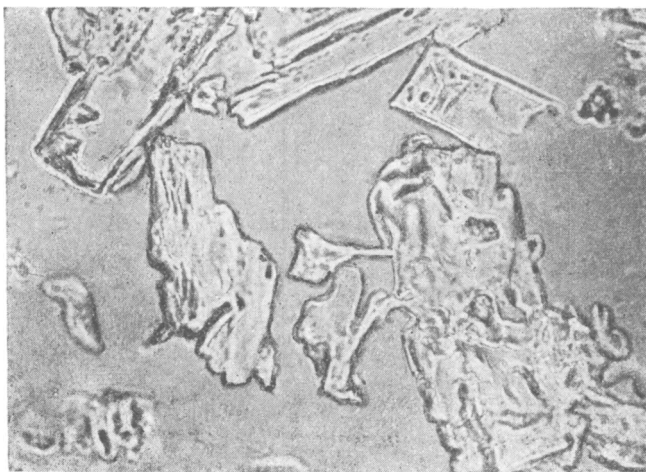
Характеристика образца	Фракция (в мм)			
	0.06—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	мельче 0.005
Кыштым. Среднее по месторождению по 12 массовым пробам	6.8	15.9	9.0	17.4
Еленинка, образец № 71	3.1	19.4	9.2	15.3
» образец № 72	3.2	18.1	6.5	9.5
Сапролитовый карьер, образец № 20	8.3	24.5	4.7	3.3

Цифры эти указывают на большую в общем крупность каолининовых зерен; главная их масса крупнее 0.01 мм.

Данные о гранулометрии кварца получаются при детальном ситовом анализе крупной фракции. Специальные исследования показали, что размеры его здесь весьма различны в каждом отдельном случае. Так, в образцах из Еленинского месторождения наибольшее количество зерен имело диаметр 1—5 мм, тогда как в образцах из Кыштыма большинство зерен имеет диаметр в пределах 0.20—0.5 мм.

В дополнение к данным таблицы необходимо подчеркнуть некоторые структурные особенности изученных образцов и указать места взятия их. В табл. 7, относящейся к Кыштыму, резко бросается в глаза некоторая пестрота состава, являющаяся закономерным следствием гнейсовой при-

роды материнской породы каолина. В количестве кварца и крупных зерен каолинита (бывший биотит) сказывается неравномерность состава гнейса; в последней графе табл. 7 эта пестрота исключена большим числом определений. Сколько-нибудь значительных изменений в составе каолина с глубиной (до 15—18 м в отдельных шурфах) заметить не удалось; на окраинах же каолинового тела встречались шурфы с каолином, содержащим биотит, полевого шпат или крайне обильную гидрослюда (шурф № 127). Места взятия образца даются его номером, числитель которого — номер шурфа, а знаменатель — глубина. Структура всех образцов характерная гранито-гнейсовая с четко различимой кристаллизационной слоистостью или сланцеватостью породы. Слои, более богатые кварцем,



Фиг. 19. Образец № 72 (Еленинское месторождение). Бухтообразно разрезанные зерна полевого шпата (микроклина). 150×. Вмещающая среда N=1.562. Без анализатора.

чередуются со слоями, богатыми полевым шпатом (мелкозернистый каолин) или слюдой (крупночешуйчатый каолин). Мощность таких слоев, как и в свежем гранито-гнейсе, — 1—2 мм. Для подсчетов во всех случаях бралась средняя проба.

Еленинские образцы, количественно-минералогический состав которых дан в табл. 8, происходят из точек, помеченных на карте (фиг. 9). Образцы № 71, 73 и 74 характеризуют типичные первосортные каолины Еленинки, образец № 72 — развитый по периферическим частям месторождения каолин 4-го сорта. Структура всех образцов, как она распознается по расположению не измененных зерен кварца и более крупных участков каолиновых листочков (бывшие слюды), — типичная гранитная с некоторой наклонностью к порфировидности. Особенно четко порфировидность эта выражена в образце № 72, где на фоне желтоватой основной массы резко выделяются снежнобелые вкрапленники полевых шпатов. Микроскопическое исследование по отдельности вкрапленников и основной массы показало, что первые представлены исключительно сильно бухтообразно разрезанным полевым шпатом с редкой примесью гидрослюда, образующей вросстки (фиг. 19), а вторая — мелким каолинитом и характерными каолинитовыми псевдоморфозами по биотиту, переполненными железистыми зернами или содержащими сагенитовую сетку.

Валовой состав породы, с одной стороны, можно получить путем пересчета данных табл. 6, 7, 8 и 9, а с другой — из цифр валовых химических анализов. В табл. 12 сведены имеющиеся в нашем распоряжении анализы изученных нами образцов и — для сравнения — средние данные по разведанным месторождениям: Кыштымскому и Еленинскому, в том виде, как они даются А. Г. Беловым и К. П. Лавровым.

Таблица 12

Химические составы гранитоидных каолинов Урала (в %)

Компоненты	Кыштымское месторождение			Еленинское ме- сторожение		Полетаевское место- рождение обр. № 14		Жданов- ское место- рождение
	средний состав, по А. Г. Белову		из ниж- ней ча- сти ме- сторож- дения, по Зуб- чанино- ву					
	сырой каолин	отмучен- ный као- лин		среднее, по К. П. Лаврову	обр. № 73	сырой каолин	отмучен- ный као- лин	обр. № 275
SiO ₂	66.10	43.1	68.38	65.00	60.47	69.88	48.81	65.40
TiO ₂	0.26	0.5	0.52	0.59	0.81	0.33	0.57	не опр.
Al ₂ O ₃	22.18	38.6	21.03	23.39	27.42	20.12	34.69	24.18
Fe ₂ O ₃	1.89	1.6	0.64	0.85	0.64	1.02	1.79	2.02
CaO	—	—	0.15	0.35	0.37	0.50	0.56	не опр.
MgO	—	—	0.05	0.97	0.10	0.56	0.63	»
K ₂ O	—	—	0.42	0.16	0.17	1.20	1.98	»
Na ₂ O	—	—	0.47			0.02	0.02	»
SO ₃	—	—	0.18	—	не опр.	не опр.	не опр.	»
H ₂ O ₋₁₁₀	—	—	—	7.68	0.62	0.36	11.71	8.81
H ₂ O ₊₁₁₀	—	—	—	—	10.40	6.48		
Сумма	—	—	—	—	—	100.47	100.76	—
Аналитик . .	—	—	—	—	Лазе- ревич П. С.	Ниссенбаум П. Н.		Лабор. Уральск. геол. упр.

Таблица 13

Средний количественно-минералогический состав (в %) гранитных каолинов Урала по пересчетам химических анализов и подсчетов под микроскопом

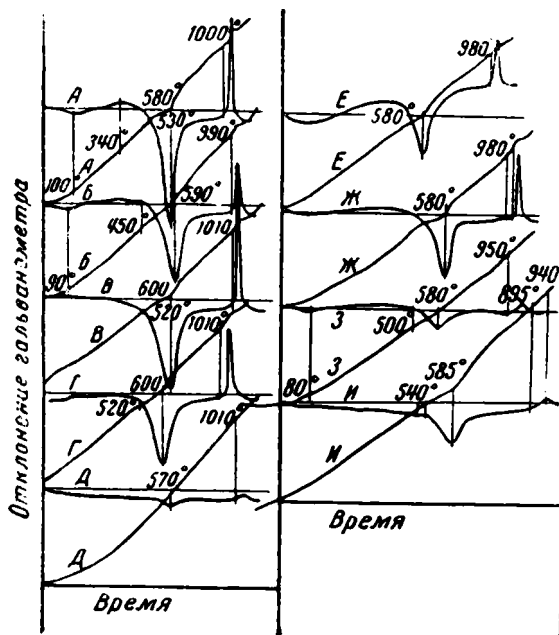
Минерал	Кыштым		Еленинка		Полета- ево	Жда- новка	г. Высокая		Сапроли- товый карьер
	Средний состав		обр. № 73		обр. № 14	обр. № 275	обр. № 416	обр. № 415	обр. № 20
	под- счет	ана- лиз	под- счет	ана- лиз	анализ и под- счет	анализ и под- счет	под- счет	под- счет	подсчет
Кварц	42.7	36.7	28.5	29.6	44.5	35.0	—	—	18.5
Каолинит	43.9	55.1	64.2	65.0	25.4	60.0	6.0	сл.	сл.
Гидрослюда	11.4	5.7	5.3	4.0	28.5	3.0	16.2	25.8	17.9
Полевой шпат . . .	—	0.5	—	—	—	—	32.2	40.4	15.4
Акцессории	2.0	2.0	2.0	1.4	1.6	2.0	0.5	1.7	2.2
Биотит	—	—	—	—	—	—	45.1	31.9	46.0

Из таблицы этой видно, что колебания химического состава, как это и следовало ожидать по общим соображениям, весьма незначительны, содержание глинозема колеблется от 20 до 27% и, соответственно, кремнезема — от 60 до 68%, в зависимости, очевидно, от состава первоначальной породы (количества в ней кварца). Значительно больше относительные колебания в содержании щелочей, в связи со степенью выветрелости породы и наличием в ней неразложившейся гидрослюда или полевых шпатов.

Степень выветрелости и первоначальный состав породы видны из минералогических характеристик каолинов, приведенных в табл. 13.

Минералогический состав каолинов резко сказывается на кривых нагревания их. На фиг. 20 воспроизведены простые и дифференциальные кривые нагревания изученных образцов, полученные Г. В. Шмаковой и А. И. Цветковым. Во всех случаях наиболее резко выражены на них эффекты каолинита.

Укажем некоторые детали, относящиеся к кривым нагревания. Кривые *А* и *Б* принадлежат одному и тому же образцу № 20/5, но в случае *А* он взят в сыром виде, а в случае *Б* — в отмученном, причем запись там и здесь проведена с одинаковой чувствительностью. Эффекты каолина на кривой *Б* выражены хуже, несмотря на то, что количество его здесь значительно большее. Происходит это, по нашему мнению, оттого, что при отмучивании вместе с кварцем уходит из породы крупночешуйчатый каолин, дающий



Фиг. 20. Кривые нагревания гранитных каолинов Урала.

А — каолин кыштымский, образец № 20/5.4, сырой; *Б* — то же, что *А*, но отмученный; *В* — каолин еленинский, 1-й сорт, образец № 73; *Г* — каолин еленинский, 4-й сорт, образец № 72, основная масса породы; *Д* — то же, отобранные порфиновые вкрапленники; *Е* — образец № 14, каолин по граниту из Полетаевского месторождения; *Ж* — образец № 15 из Полетаевского месторождения, каолин по меланократовой — биотитовой шпуре; *З* — сапролит, образец № 20; *И* — образец № 416 (гора Высокая).

наиболее резкие эффекты. На кривой *В* еленинского каолина 1-го сорта (образец № 73) — исключительно четкие и ясные каолиновые эффекты. Кривые *Г* и *Д* относятся к еленинскому образцу № 72 (каолин 4-го сорта), причем кривая *Г* относится к отобранной основной массе породы, а *Д* — к отобранным же рыхлым псевдоморфозам по полевошпатовым порфиrowым вкрапленникам породы; относительно большее богатство каолинитом основной массы породы по сравнению с бывшими вкрапленниками отражено здесь совершенно отчетливо. Кривые *Е* и *Ж* засняты с полетаевских образцов: типичного гранитного каолина (*Е*, образец № 14) и каолина псевдоморфозы по богатому биотитом шпире в этом граните (*Ж*, образец № 15). Большое богатство последнего каолинитом и большая крупность его листочков сказались на кривой совер-

шенно четко (большая величина и резкость каолиновых эффектов). Кривые образцов из Сапролитового карьера (3) и образца с горы Высокой (И) свидетельствуют, в согласии с приведенными выше данными микроскопического исследования (табл. 9), о ничтожном количестве в них каолинита.

Каолины, образовавшиеся за счет жильных пород. Эти каолины изучены нами, как указывалось выше, по образцам из нескольких месторождений. В первую очередь сюда относятся кыштымские каолинизированные сиенит-аплитовые жилы, условия залегания которых описаны на стр. 23 (образец № 41 из дудки 49а, ср. фиг. 3). Вмещающая их порода — охарактеризованные нами гранито-гнейсовые каолины. Сюда же относится образец № 13 из Полетаевского карьера, представляющий собой каолинизированный аплит. Из аплита же произошли, по всей видимости, жилы, секущие гранит в Сапролитовом карьере близ Челябинска. Наконец, сюда же относятся месторождение и каолины Изумрудных копей (прииск им. Крупской) и Уктусское месторождение, представляющее, как мы видели, жилу гранит-порфира среди сланцев палеозоя (см. стр. 33).

Подобные образования, повидимому, вообще не являются редкостью. Из литературы нам известно, что на Урале имеется еще несколько месторождений этого типа. Весьма интересны, в частности, Саксанское месторождение, описанное Кривцевым в 1935 г. и расположенное в 35 км к югу от г. Челябинска, близ разезда Саксан, где белый каолин является продуктом каолинизации жил аплита, секущих порфириты и зеленые сланцы, и аплитовые каолинизированные жилы вблизи г. Магнитогорска. Указываются жильные каолинизированные породы, дающие хорошего качества каолины, и в других районах развития каолинизированных пород.

В соответствии с количественно-минералогическим составом и гранулометрией жильной породы, давшей начало каолину, состав последнего обычно совсем иной, чем у каолинов и глин, образовавшихся за счет вмещающих пород. Каолины, возникшие из жильных пород, обладают, как правило, более тонкой гранулометрией и меньшим содержанием железа.

В табл. 14 приводится гранулометрический состав четырех образцов уральских каолинов, образовавшихся за счет жильных пород. Сколько-нибудь удовлетворительных данных для образцов «Камня» из Сапроли-

Таблица 14

Гранулометрический состав каолинов, образовавшихся за счет жильных пород (по данным ареометрического анализа, лаборатории инженерной геологии Уральского геологического управления)

Франция (в мм)	Кыштымское месторождение, обр. № 41	Полетаевское месторождение, обр. № 13	Сапролитовый карьер, обр. № 21	Уктусское месторождение, обр. № 47
5.0 — 2.0	—	—	—	1.2
2.0 — 1.0	—	—	3.9	2.5
1.0 — 0.5	—	—	5.1	2.3
0.5 — 0.25	—	0.9	2.2	1.7
0.25 — 0.10	2.0	2.1	26.3	10.0
0.10 — 0.05	2.7	5.7	22.0	17.0
0.05 — 0.01	23.0	54.3	31.5	49.8
0.01 — 0.005	29.3	24.7	4.0	10.0
Мельче 0.005	43.0	12.3	5.0	5.5

тового карьера и образцов каолина из Изумрудных копей получить не удалось, поскольку в обоих случаях мы имеем чрезвычайно плотные агрегаты, не размокающие достаточно полно в воде. Крупные их фракции состоят в основном из плотных каолиновых сростков, и поэтому анализы не могут отражать действительные размеры минеральных зерен породы.

Минералогический состав отдельных фракций ситового анализа образцов из Сапролитового карьера (№ 21), Полетаево (№ 13) и Уктуса (№ 47) показан в табл. 15. В образцах из Кыштыма все фракции сложены одинаково каолининовыми частичками.

Дадим некоторые дополнительные пояснения к табл. 15.

Таблица 15

Количественно-минералогический состав по фракциям первичных каолинов, образовавшихся за счет жильных пород (в % от веса фракции)

Месторождение	Минерал	Фракция (в мм)				
		крупнее 0.5	0.5—0.2	0.2—0.1	0.1—0.06	мельче 0.06
Полетаево, образец № 13	Кварц . . .	—	агрегаты	30—40	60—70	40
	Слюда и гидрослюда . .	—	То же	50—60	25—30	48
	Каолинит . .	—	» »	5—10	3—5	12
Сапролитовый карьер, образец № 21	Кварц . . .	Сростки	Сростки	Сростки	10—15	10—25
	Полевшпат . .	100	100	80%	35—40	20—25
	Гидрослюда . .	—	—	—	50—60	55—65
	Каолинит . .	—	—	—	—	нет
Уктус, образец № 47	Кварц . . .	100	90—95	60—70	50—60	40
	Слюда и гидрослюда . .	—	5—10	30—40	40—50	55
	Каолинит . .	—	—	—	—	3
	Прочие . . .	—	—	—	3—5	2

Крупные фракции Полетаевского каолина сложены исключительно полиминеральными агрегатами; распределение их по отдельным минералам крайне условно и произведено по преобладающему минералу.

В образце из Сапролитового карьера все фракции крупнее 0.1 мм также представлены сростками, в большинстве случаев кварца и полевогo шпата, реже полевогo шпата и гидрослюда (фиг. 21 и 22).

Во фракции 0.2—0.1 мм, кроме преобладающих сростков, встречаются и индивидуализированные зерна кварца, полевогo шпата и листочки гидрослюда. Эти же минералы слагают и мелкие фракции. Характерны весьма сильно разъеденные, угловатые, с бухтообразными выщербинами, формы полевошпатовых зерен.

Под микроскопом образец уктусской глины представляет наиболее чистую разность местных глин. Мелкозернистый гранит-порфир месторождения прорезан многочисленными жилами рудоносного кварца и переполнен по всей своей массе лимонитизированными кристалликами пирита. В изученном образце все эти загрязнения были тщательно выбраны, и исследованию подвергался чистый продукт выветривания мелкозернистого гранит-порфира. Крупные фракции ситового анализа образца (крупнее 0.5 мм) оказались состоящими нацело из хорошо образован-

ных бипирамидальных кристалликов высокотемпературного кварца (порфировые вкрапленники) (фиг. 61 на стр. 127). Во фракции 0.5—0.2 мм присутствовали, кроме того, в небольшом количестве и угловатые кварцевые обломки, а равно и сростки кварцевых зерен — явные остатки кварца основной массы породы. В мелких фракциях (мельче 0.1 мм) кварц весь в виде угловатых обломков; гидрослюды присутствуют везде в виде отдельных листочков и, реже, пачек. Остальные минералы — рутил и окислы железа.



Фиг. 21



Фиг. 22

Фиг. 21 и 22. Выделение слюды в обломках полевого шпата из Сапролитового карьера близ Челябинска. Образец № 21, 365×. Фиг. 21 — без анализатора. Фиг. 22 — никол скрещены. Иммерсионный препарат, жидкость с $N=1.560$.

Химическому анализу, который производили В. А. Молева и П. С. Лазаревич, были подвергнуты почти все упомянутые выше образцы глин, образовавшихся за счет жильных пород. В табл. 16 первые два анализа относятся к породам Полетаева и Уктуса. Характерны здесь: 1) высокое содержание кремневой кислоты в связи с присутствием в породе большого количества кварца (ср. количественно-минералогические подсчеты, табл. 15) и 2) высокий относительно процент щелочей, в особенности калия, что является отражением обилия в породе гидрослюды. «Камень» из Сапролитового карьера беднее кремнекислотой соответственно с меньшим в нем содержанием кварца, еще богаче щелочами и очень беден водой в очевидной связи с преобладающей в нем слюдой. Состав кыштымского образца отвечает типичному каолиниту, а образцы Изумрудных копей — четырехводному галлузиту (гидрогаллузиту, энделиту).

Приведенные данные по гранулометрическому составу (табл. 14), минералогическим подсчетам (табл. 15) и химическому составу (табл. 16) позволяют вычислить с большей или меньшей уверенностью также валовой количественно-минералогический состав изученных образцов. Данные эти приведены нами в табл. 17, причем в ней учтены и некоторые детали состава пород, наблюдавшиеся под микроскопом (акцессорные минералы) и не показанные в табл. 15. Для уктусского образца даны

Таблица 16

Химический состав каолинов, образовавшихся за счет жильных пород (в %)

Компоненты	Полтаве- ево, обр. № 13	Уктус, обр. № 47	Сапроли- товый карьер, обр. № 22	Кыштым, обр. № 41	Изумрудные копи	
					обр. № 228	обр. № 229
SiO ₂	68.02	67.34	48.74	45.40	42.77	41.35
TiO ₂	0.24	0.05	0.74	0.67	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	21.68	21.38	32.12	38.61	34.00	36.56
Fe ₂ O ₃	0.50	1.25	1.43	0.80	0.32	0.21
FeO	—	—	1.00	—	—	—
MnO	0.03	0.04	0.05	сл.	—	—
MgO	0.60	0.72	1.80	0.17	0.39	0.38
CaO	0.42	0.30	0.20	0.14	0.30	0.35
Na ₂ O	нет	0.33	1.40	сл.	0.25	0.15
K ₂ O	2.28	2.48	8.84	0.72	0.73	
H ₂ O ₋₁₁₀	0.34	0.24	0.44	0.40	10.38	9.06
H ₂ O ₊₁₁₀	6.24	6.16	3.42	13.28	22.00	21.36
Сумма	100.35	100.29	100.18	100.19	100.76 ¹	100.36 ¹
Нераств. остаток	41.55	39.52	9.04	0.76	не опр.	не опр.
Аналитик	В. А. Молева				П. С. Лазаревич	

Примечания. 1. Из уктусской глины для анализа были выбраны наиболее чистые, безжелезистые участки, освобожденные просеиванием через сито с отверстием 0.06 мм от крупных кварцевых вкраплений.

2. В графе «Нерастворимый остаток» показан остаток от последовательной обработки глины серной кислотой и содой. Согласно данным микроскопического исследования, он состоял неизменно из почти чистого кварца со следами лишь турмалина, рутила и циркона, также нерастворимых в этих условиях.

¹ Расчет на вещество, высушенное при 110°.

Таблица 17

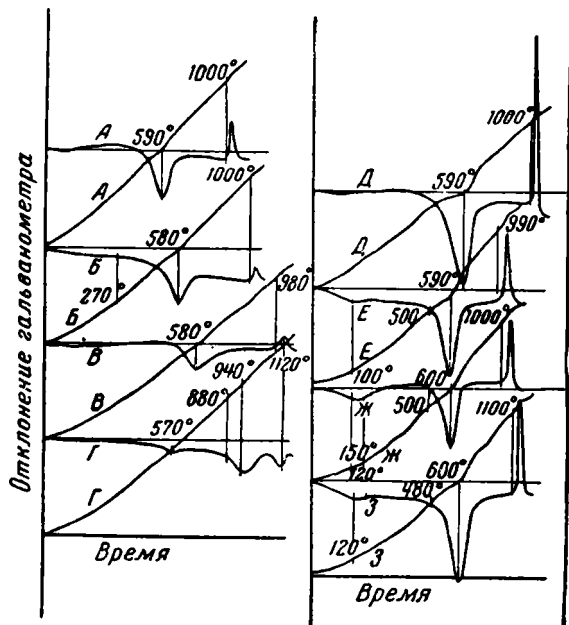
Валовой количественно-минералогический состав каолинов, образовавшихся за счет жильных пород (вес. %))

Минерал	Полтаве, обр. № 13	Уктус, обр. № 47		Сапролитовый карьер		Кыштым, обр. № 41	Изумрудные копи			
		фракция менее 0.06	вся порода	обр. № 21	«Камень», обр. № 22		обр. № 230	обр. № 227	обр. № 228	обр. № 229
Кварц	40.00	41.00	49.0	10—12	9.04	0.76	—	—	—	—
Полевшпат	—	—	—	25—30	—	—	55—65	20—25	5—10	—
Мусковит	3.00	5.00	4.0	—	90.22	6.13	—	—	—	—
Гидрослюда	44.46	49.83	43.0	60—70	—		10—15	—	15—25	10—15
Каолинит	12.00	3.00	2.5	сл.	—	91.01	5—10	10—20	10—15	25—30
Галлуазит	—	—	—	—	—	—	20—25	60—70	60—65	60—65
Сидерит	—	—	—	—	—	1.54	—	—	—	—
Рутил	0.24	0.05	0.1	1.0	0.74	0.67	—	—	—	—
Гетит	0.56	1.41	1.4	1.0	сл.	—	< 1.0	< 1.0	0.32	0.32
Сумма	100.26	100.29	100.0	—	100.0	100.11	—	—	—	—

два столбца: один — для фракции мельче 0.06 мм, другой — для образца в целом. Следует, однако, еще раз подчеркнуть, что все эти цифры отнюдь не характеризуют «среднюю пробу» месторождения. Последняя должна быть значительно богаче крупным кварцем (жилым), а следовательно, и кремнекислотой и бурым железняком, образовавшимися за счет пирита и других сульфидов.

Все образцы, приведенные в табл. 17, были подвергнуты А. И. Цветковым и Г. В. Шмаковой термическому анализу, результаты которого представлены на фиг. 23 и вполне отвечают данным микроскопии. Кривые полетаевского, уктусского и челябинского образцов (А, Б и В) имеют каолиновый характер, но определенно свидетельствуют об относительно малом содержании в образцах каолинита (табл. 17). Кривая Г отвечает в общем слюдяному типу. Кривая Д кыштымского образца является классической кривой нагревания каолинита. Кривые Е, Ж, И, З характеризуют каолины Изумрудных копей (соответственно № 227, 228, 229); во всех трех случаях совершенно ясно различается галлуазитовая остановка при температурах около 100—120°. Причина различной интенсивности галлуазитовой остановки лежит, повидимому, в различном содержании воды.

Резюмируя минералогические материалы по каолинам, образовавшимся за счет жильных пород, следует еще раз подчеркнуть, что состав их и свойства зависят от двух причин: состава первоначальной породы и условий выветривания. Первоначальная порода определяет, в первую очередь, количество кварца и его характер. Бипирамидальные вкрапления кварца существовали и в материнской породе Уктуса. Зерна кварца были достаточно мелки уже в самом аплите Полетаева. Кварца не было в Кыштымской жиле и в Изумрудных коях. Наличие рутила и, отчасти, содержание железа в общем также определяются составом первоначальной породы. Условия выветривания сказываются на характере алюмосиликатной части глины, именно таким образом, что наиболее глубоко выветрелая порода содержит почти исключительно каолинит, а в менее выветрелых полетаевских и уктусских разностях преобладает гидролюда. В еще менее выветрелом челябинском сапролите мы находим слю-



Фиг. 23. Кривые нагревания уральских каолинов, образованных за счет жильных пород.

А — образец № 13 (Полетаевское месторождение); Б — образец № 47 (Уктусское месторождение); В — образец № 21 (Сапролитовый нарыер в окрестностях Челябинска); Г — то же, «Камень», образец № 22; Д — образец № 41 (Кыштымское месторождение); Е — образец № 227 (Изумрудные копи); Ж — образец № 228 (Изумрудные копи); З — образец № 229 (Изумрудные копи).

ду и остатки полевого шпата. Выветривание полевого шпата в условиях окружения его основными породами приводит в Изумрудных копях к образованию минералов галлузитового типа.

Техническое значение каолинов, образовавшихся за счет жильных пород, заключается в их маложелезистости и в обычном отсутствии в их составе крупного кварца.

Каолины, образовавшиеся за счет слюдных сланцев. Эти каолины наиболее широко распространены на Урале (фиг. 1 вклейка), но, к сожалению, качество их обычно не очень высоко, почему практически используются они очень слабо. Исключение из этого правила составляют только разве лишь невьянские каолины.

Таблица 18

Гранулометрический состав (в %) каолинов, образовавшихся за счет сланцев, из района г. Свердловска (ареометрический анализ)

Фракция (в мм)	Шаб- ров- ское	Сысертская группа месторождений						Косулинское месторождение			Малые Брус- ны	
		Панковское			Кадниковское		Каза- рин- ское					
		обр. № 263	обр. № 172	обр. № 175	обр. № 176	обр. № 178		обр. № 179	обр. № 185	обр. № 200		обр. № 201
Крупнее 2.0	—	}	12.4	1.5	—	—	—	5.4	—	—	0.83	—
2.0—1.0	—			0.6	—	—	—	2.5	1.7	0.5	0.8	—
1.0—0.5	4.6		6.4	0.9	—	—	—	1.6	5.6	0.7	6.1	—
0.5—0.25	2.6		7.8	0.9	0.5	—	—	1.2	8.1	0.7	9.5	0.4
0.25—0.10	37.8		25.7	37.1	4.0	11.5	3.0	19.8	37.2	44.0	47.7	21.6
0.10—0.05	21.6		20.4	21.2	21.4	29.4	10.0	13.8	16.3	15.1	12.6	30.5
0.05—0.01	26.2	}		22.6	37.0	43.5	32.0	26.2	22.4	5.3	13.8	22.5
0.01—0.005	4.2		27.3	9.2	20.0	7.0	18.9	10.4	4.1	10.5	4.5	5.7
0.005—0.001	3.0			6.0	17.1	4.0	25.1	16.1	4.2	13.5	3.7	8.4
Менее 0.001	0.0			0.0	0.0	5.0	11.0	3.0	0.4	9.7	0.5	10.9

Обр. № 263 — из старой ямы.

» № 172 — кремнистый сланец из забоя штольни.

» № 175 — рядовая глина из забоя штольни.

» № 176 — лучшая глина.

» № 178 — глиняный шурф, верхняя часть шурфа.

» № 179 — из штабеля добытой глины.

» № 185 — из штабеля добытой глины.

» № 200 — типичная глина из центра месторождения (крупнокристаллическая разность).

» № 201 — то же, мелкокристаллическая разность.

» № 203 — то же, из западного забоя (крупнокристаллическая разность).

» № 237 — из старого разведочного шурфа.

Минералогически нами было исследовано довольно большое количество образцов, происходящих из разных мест Урала; в нижеследующие же таблицы включены лишь наиболее типичные в том или ином отношении примеры. Слюдяные сланцы благодаря тонкокристалличности и сланцеватой структуре, повидимому, более легко выветриваются, чем граниты. Сохраняя весьма часто полностью свою структуру, они принимают сначала несколько рассыпчатый песчанистый вид, а затем переходят в более или менее типичные глинистые и каолиновые продукты. Минералогические изменения при этом сводятся сначала к некоторой, подчас довольно значительной, гидратизации слюды (с сохранением в общем размеров и характера ее листочков), а затем к полной ее каолинизации. При просмотре материала удалось наблюдать постепенные переходы

листочков слюды в каолинит с сеткой рутила и пр. (псевдоморфозы каолинита по слюде), без нарушения целостности слюдяного кристалла.

Относительно большие размеры кристаллов слюды в слюдяных сланцах, по сравнению с листочками серицита, образующимися за счет полевого шпата, имеют своим следствием большую крупность зерна в каолинах, образовавшихся за счет слюдяных сланцев. В табл. 18, 19 и 20

Таблица 19

Гранулометрический состав (в %) невьянских, чебаркульского и губернского каолинов, образовавшихся за счет сланцевых пород (ареометрический анализ)

Фракции (в мм)	Невьянские месторождения										Чебаркуль- ское место- рождение	Губернское месторожде- ние
	Ключевское				Цемзаводское			Близ станции		Белые пески		
	обр. № 2	обр. № 93	обр. № 94	обр. № 96	обр. № 81	обр. № 82	обр. № 86	обр. № 87	обр. № 88	обр. № 80	обр. № 70	обр. № 152
Крупнее 0.25		0.3	—	2.0	5.4 ¹	—	—	1.4	1.1	2.7 ²	—	—
0.25—0.10	10.0	1.7	4.0	1.0	7.8	3.1	3.2	2.6	3.9	1.2	4.0	5.5
0.10—0.05	8.5	2.5	2.10	9.4	3.5	2.4	7.4	2.0	2.0	21.0	2.0	12.0
0.05—0.01	36.5	23.6	32.5	57.1	33.6	20.0	69.4	23.5	21.3	39.2	22.5	51.8
0.01—0.005	27.0	31.9	22.0	19.5	30.9	34.5	13.0	30.5	25.6	22.6	31.5	10.6
Мельче 0.005	18.0	40.0	39.4	11.0	18.8	40.0	7.0	40.0	46.1	13.5	40.0	20.1

¹ В том числе частиц: крупнее 5.00 мм — 1.5%; 5.0—2.0 мм — 1.4%; 2.0—1.0 мм — 1.70%; 1.0—0.5 мм — 0.63%.

² В том числе частиц: 2.0—1.0 мм — 1.01%; 1.0—0.5 мм — 0.63%.

Обр. № 2 — из рядовой добычи 1941 г.

» № 93 — шурф близ входа в карьер (глубина 4 м).

» № 94 — там же, где № 93 (глубина 6 м).

» № 96 — типичная порода карьера.

» № 81 — типичный каолин из западной части карьера.

» № 82 — рядовой добычи 1942 г.

» № 86 — типичный каолин из центральной части карьера, у забоя.

» № 87 — из останца в верхней части ямы.

» № 88 — типичный каолин из штабеля.

» № 80 — из отвалов старой дудки.

» № 70 — старой добычи Симоновского месторождения.

» № 152 — из крестьянской закопущи (глубина — 1 м).

приведены гранулометрические анализы каолинов, образовавшихся за счет сланцевых пород, по отдельным месторождениям их. В табл. 18 и 19 сведены данные определений ареометрическим методом, в табл. 20 — данные простого ситового анализа.

Общие особенности гранулометрии сланцевых каолинов заключаются, прежде всего, в весьма малом содержании в них крупных фракций (крупнее 0.25 мм), которых обыкновенно не свыше 5—10%, и относительно большем — средних (0.25—0.05 мм), — последних до 50% от всей породы. Получается довольно резкая разница с гранитными каолинами, где, как мы видели, крупные фракции, сложенные кварцем, составляют около трети и более породы, а средних фракций значительно меньше, чем мелких.

**Гранулометрический состав каолинов, образовавшихся за счет сланцевых пород,
из месторождений Кыштыма, Карелина, Уткинского глинища, Малых Брусян
(ситовой анализ, в %)**

Фракция (в мм)	Кыштым		Карелино			Малые Брусяны		Уткинское глинище	
	обр. № 9	обр. № 10	обр. № 270	обр. № 271	обр. № 272	обр. № 235	обр. № 236	обр. № 277	обр. № 279
Крупнее 0.20	9.2	1.5	—	6.9	6.8	1.7	32.6	12.6	0.4
0.20—0.09	14.1	6.7	45.6	20.3	23.6	7.2	20.7	4.0	1.7
0.09—0.06	8.9	8.4	22.1	17.7	18.0	7.6	9.7	15.2	16.1
Мельче 0.06	67.8	83.3	32.3	55.0	51.6	83.5	37.0	68.2	81.8

- Обр. № 9 — шурф № 26 (глубина — 1—2 м).
 » № 10 — шурф № 26 (глубина 3.5—6 м).
 » № 270 — слабо разложенный сланец с глубины 7 м.
 » № 271 — белая типичная глина из отвалов разведочного шурфа.
 » № 272 — то же, крестьянский шурф.
 » № 235 — из отвалов разведочного шурфа.
 » № 236 — то же, другой шурф.
 » № 277 — слабо измененный графитистый сланец.
 » № 279 — железистая глина.

Еще более отчетливо значение первоначального состава материнской породы каолина сказывается на минералогии их и особенно на распределении минералов по фракциям.

В табл. 21 и 22 приведены минералогические составы отдельных фракций ситового анализа некоторых относящихся сюда каолинов. Крупные фракции сложены, как правило, обломками кварцевых жил, секущих породы, и лишь относительно редко слабо разложенными участками породы из сростков кварца с гидрослюдой или каолинитом. Если в составе сланца был какой-либо иной, кроме кварца, трудно выветривающийся крупный минерал, то и он остается в крупной фракции. Примером может служить образец № 185 Казаринского месторождения, где главную массу крупной фракции составляет кайнит в виде очень хорошо оформленных голубых кристалликов. Более мелкие иголки того же минерала встречены и в образце № 237, взятом в окрестностях известного Брусянского (Косулинского) кианитового месторождения. В обоих этих образцах (№ 185 и 237) встречаются и некоторые количества неразложенных участков сланца.

Укажем на некоторые особенности остальных образцов. Образец № 176 из Панковского месторождения представляет собой каолиноподобный прослой среди почти не разложенного слюдяного сланца, отчасти богатого кварцем; мощность прослоя едва достигает 0.5 м. В образце, взятом рядом (№ 175), наблюдались любопытные выделения гематита (?), иногда в виде прекрасно образованных шестигранников среди пластинок слюды. Для образца № 200 чрезвычайно характерно обилие в крупных фракциях гидрослюды. Образец № 201 — пример глины, развитой вблизи плоскости скольжения; кроме относительной мелкости гидрослюдяных листочков, характеризуется обилием каолинита. Образцы № 9 и 10 взяты из шурфа № 26 Кыштымского месторождения (с глубины 1 и 3 м), где

сланцы развиты между гранито-гнейсом и амфиболитом. Материал в обоих образцах, возможно, несколько переотложенный и, во всяком случае, не сохранивший первоначальной своей структуры; вряд ли, например, присутствовал в первоначальном сланце амфибол, скорее он заимствован из соседних амфиболитов. Весьма своеобразен здесь также и каолинит, в отличие от такового соседних гранито-гнейсов. Характерна для него весьма явно различимая под микроскопом бурая окраска, зависящая, по всей видимости, от вхождения в него некоторого количества железа, что, впрочем, не влияет сколько-нибудь заметно на оптику; аксессуарии — турмалин и циркон.

Из материалов табл. 22 специальные замечания нужны по образцам Уткинского глинища (№ 277, 279). При внешнем облике глины, правда мало в общем пластичной, они отличаются от настоящих глин общим минералогическим своим составом. В образце № 277 крупные фракции представлены слабо разложенным сланцем; обычно это агрегаты кварца и слюды (мусковит: $Ng = 1.603$), проросшей амфиболом антофиллитового ряда ($Ng = 1.632$, $Np = 1.613$) и рутилом. Разделение кварца и слюды в табл. 22 произведено условно. Часть слюды явно каолинизирована, в мелких же фракциях каолина не видно.

Таблица 21

Пофракционный состав некоторых каолинов, образовавшихся за счет сланцевых пород (в % от веса фракции)

Фракция	Минерал	Мало-Брус- сянское	Пань- ков- ское	Казарин- ское	Косулинское		Шабры	Кыштымское	
		обр. № 237	обр. № 176	обр. № 185	обр. № 200	обр. № 201	обр. № 263	обр. № 9	обр. № 10
Крупнее 0.5	Кварц	95—98	—	—	20—25	95—97	100	не опр.	не опр.
	Гидрослюда	2—5	—	30—40 ¹	75—80	3—5	—	» »	» »
	Каолинит . .	—	—	—	—	—	—	» »	» »
	Дистен	ед. зерна	—	60—70	—	—	—	» »	» »
0.5—0.2	Кварц	92—95	100	40—50	15—20	80—85	90—95	20—30	20—25
	Гидрослюда	5—7	—	10—15	80—85	15—20	5—10	10—20	5—10
	Каолинит . .	—	—	25—30	0.5—1.0	—	—	40—60	60—70
	Дистен	ед. зерна	—	15—20	—	—	—	—	—
0.2—0.1	Кварц	60—65	80—85	не опр.	5—7	45—50	55—60	10—25	10—20
	Гидрослюда	25—30	10—15	» »	90—95	50—55	40—45	3—5	5—10
	Каолинит . .	10—15	2—3	» »	1—2	—	—	60—80	70—80
	Дистен	ед. зерна	—	» »	—	—	—	—	—
0.1—0.06	Кварц	20—25	30—40	не опр.	2—5	30—35	25—30	10—25	5—10
	Гидрослюда	40—50	20—30	» »	95—98	40—50	70—75	5—15	5—7
	Каолинит . .	30—35	40—50	» »	1—2	15—20	—	60—80	80—85
	Дистен	—	—	» »	—	—	—	—	—
Мельче 0.06	Кварц	7—10	20—25	10—20	1—3	сл.	20—25	10—15	5—10
	Гидрослюда	30—40	10—15	5—10	95—97	сл.	70—75	3—5	3—5
	Каолинит . .	50—60	60—65	70—80	2—3	100	2—3	80—85	85—90
	Дистен	—	—	3—5	—	—	—	—	—
	Амфибол . . .	—	—	—	—	—	—	2—3	3—5

¹ Обломки слабо разрушенного сланца.

Пофракционный состав некоторых каолинов, образовавшихся за счет сланцевых пород (в % от веса фракции)

Фракция	Минерал	Невьянские месторождения					Губернское	Карелино		Угнинское глинище	
		обр. № 2	обр. № 96	обр. № 81	обр. № 87	обр. № 80		обр. № 270	обр. № 272	обр. № 277	обр. № 279
Крупнее 0.5	Кварц	—	—	100	Только агрегаты	—	—	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
	Гидрослюда	—	—	—	—	—	—	» »	» »	» »	» »
	Каолинит	—	—	—	—	—	—	» »	» »	» »	» »
0.5—0.2	Кварц	—	30—40	100	То же	100 ²	100 ²	не опр.	—	60—65	не опр.
	Гидрослюда	—	60—70	—	—	—	—	» »	—	35—40 ¹	» »
	Каолинит	—	—	—	—	—	—	» »	97—99	2—3	» »
	Рутил	—	сл.	—	—	—	—	» »	—	—	—
	Марказит	—	—	—	—	—	—	» »	2—3	—	—
0.2—0.1	Кварц	100 ²	25—30	50—60	То же	40—50	45—50	5—7	—	40—45	90—95
	Гидрослюда	—	70—75	30—40 ¹	—	50—60	3—5	3—5	—	50—60	5—10
	Каолинит	—	—	—	—	сл.	20—30	15—20	90—95	—	—
	Полевой шпат	—	—	—	—	—	10—15	65—70	5—7	—	—
	Рутил и окислы Fe . .	—	3—5	2—3	—	2—3	—	—	—	—	—
0.1—0.06	Марказит	—	—	—	—	—	—	3—5	2—3	—	—
	Кварц	40—50	40—50	не опр.	10—15	30—40	40—50	5—10	—	20—30	90—95
	Гидрослюда	50—60	50—60	» »	80—85	60—70	—	2—3	—	70—75	5—10
	Каолинит	1—2	—	» »	—	—	40—50	35—40	75—80	—	2—3
	Полевой шпат	—	—	» »	—	—	10—15	50—60	10—15	—	—
Мельче 0.06	Рутил и окислы Fe . .	сл.	3—5	» »	2—3	3—5	3—5	—	—	—	—
	Марказит	—	—	» »	—	—	—	—	5—10	—	—
	Кварц	30—40	40—45	3—5	15—20	25—30	25—30	сл.	—	30—40	70—75
	Гидрослюда	60—70	50—60	93—97	80—85	55—60	3—5	сл.	3—5	60—70	5—10
	Каолинит	1—2	—	—	—	5—10	50—60	70—80	55—97	—	10—15
	Полевой шпат	—	—	—	—	—	2—3	20—30	2—3	—	—
	Рутил и окислы Fe . .	сл.	3—5	2—3	2—3	2—3	—	—	—	—	—

¹ Настоящая слюда типа мусковита ($Ng' = 1.603$) и амфибол.² Агрегаты кварца и гидрослюды с преобладающим кварцем.

Образец № 279 значительно сильнее разрушен, содержит уже настоящую гидрослюда ($Ng = 1.565 - 1.585$) и значительно больше каолина, а неразложенных участков сланца нет совершенно.

В крупных фракциях образца № 272, представляющего наилучшие глины небольшого Северского (у ст. Карелино) месторождения, каолинит двух типов: в виде отдельных листочков (50—60%) с крайне обильной сеткой рутила (сагенитовая сетка) и в виде спутанных агрегатов. Первые очевидные псевдоморфозы по слюде, вторые — вероятнее всего — по полевоому шпату, встречающемуся в свежем виде в более мелких фракциях (ортотлаз и реже альбит первых номеров).

По данным табл. 21 и 22 можно подсчитать, как мы делали это и ранее, гранулометрический состав отдельных минералов. Такой подсчет для некоторых наиболее типичных образцов приведен в табл. 23, из которой совершенно четко явствует, что гранулометрия основной массы кварцевых зерен примерно такая же, как и листочков гидрослюда и каолинита, что и является причиной неудач попыток механического обогащения каолинов, образовавшихся за счет сланца. Опыты, производившиеся в этом направлении, обычно давали улучшение гранулометрии (уменьшался остаток на определенном стандартном сите), химический же состав породы почти не изменился (ср. Иконников, 1939).

Таблица 23

Распределение главнейших минералов по фракциям в каолинах, образовавшихся за счет сланцев (в % от веса минерала в породе)

Минерал	№ образца	Фракции (в мм)				
		крупнее 0.5	0.5—0.2	0.2— 0.1	0.1— 0.06	мельче 0.06
Кварц	237	2.0	47	32	8	11
	176	—	2	12	22	64
	200	28	25	26	5	16
	10	—	4	16	13	67
Гидрослюда	237	—	9	18	22	51
	176	—	—	2	32	66
	200	6	7	38	17	32
	10	—	6	8	21	66
Каолинит	237	—	—	8	17	76
	176	—	—	2	16	82
	10	—	2	5	8	85

Чтобы закончить описание минералогического состава каолинов, образовавшихся за счет сланцев, приведем в табл. 24 еще и валовой количественно-минералогический состав всех упомянутых выше каолинов (табл. 18, 19 и 20), как он был получен нами в результате пофракционного подсчета под микроскопом и последующего пересчета. Колебания валового состава, как видим, весьма велики: в одних случаях главную роль играет гидрослюда (образцы № 200, 203 и др.) или каолинит (№ 272, 209), кварц может отсутствовать совершенно (№ 272); в других случаях, напротив, кварц преобладает (№ 209, 277). Процент кварца зависит, по всей вероятности, от первоначального состава материнской породы, а соотношения гидрослюда и каолинита — от степени выветрелости породы.

**Валовой количественно-минералогический состав каолинов,
образовавшихся за счет сланцев (вес. %)**

Месторождение	№ образцов	Кварц	Каолинит	Гидро-слюда	Рутил	Окисл. железа, минер.	Амфибол	Дистен	Полевой шпат	Марказит
Невьяновское-Ключевское	{ 2	30—40	1—2	60—65	есть	есть	—	—	—	—
	{ 93	30—40	10—15	50—60	»	»	—	—	—	—
	{ 94	30—40	30—35	30—40	2—3	»	—	—	—	—
	{ 96	30—40	10—15	50—60	есть	»	—	—	—	—
Невьяновское-Цемзаводское	{ 81	10—12	немного	85—90	2—3	»	—	—	—	—
	{ 86	20—25	»	70—80	2—3	»	—	—	—	—
Невьянск, близ станции	{ 87	15—20	»	80—85	2—3	»	—	—	—	—
	{ 83	5—10	40—50	50—55	есть	»	—	—	—	—
Белые пески	80	25—30	5—10	60—70	2—3	сл.	—	—	—	—
Губернское	152	30—40	50—70	3—5	есть	»	—	—	2—3	—
Шабры	263	50—55	1—2	45—47	есть	есть	—	—	—	—
Сысерть	{ 175	20—25	70—75	5—10	есть	»	—	—	—	—
	{ 176	20—30	50—60	15—20	»	»	—	—	—	—
	{ 185	20	60—65	6	»	»	—	10	—	—
Косулино	{ 200	5—6	1—2	90—95 ¹	0.5	»	—	—	—	—
	{ 201	24	44	32	есть	»	—	—	—	—
	{ 203	25	17	58	сл.	сл.	—	—	—	—
	{ 204	17	65	7	»	»	—	—	—	—
	{ 209	71	8	21	»	»	—	—	—	—
Кыштым	{ 9	11.0	79.5	5.5	1.0	есть	3.0	—	—	—
	{ 10	6.0	88.5	3.5	есть	»	2.0	—	—	—
Карелино	{ 270	4	42	3	есть	»	—	—	49	2
	{ 272	—	90	3	»	»	—	—	5	2
Малые Брусны	237	38.0	27.0	32.0	»	»	—	есть	—	—
Уткинское глинище	{ 277	40.0	2.0	58.0	»	»	—	—	—	—
	{ 279	77.0	10.0	13.0	»	»	—	—	—	—

¹ В образце № 200 значительная часть каолина, до 10%, образует сростки с гидрослюдой, почему они и были подсчитаны совместно. Больше относительно количество каолинита, чем указано в таблице, следует из кривой нагревания (фиг. 28).

С колебаниями минералогического состава связаны довольно сильные колебания химического состава каолинов, образовавшихся за счет сланцев: от почти теоретического состава каолинита до полуокислых разновидностей. Химические анализы образцов, изученных микроскопически, сведены в табл. 25. Данные эти удовлетворительно согласуются с данными микроскопических подсчетов.

Термические кривые, полученные А. И. Цветковым и Г. В. Шмаковой для некоторых сланцевых каолинов, показаны на фиг. 24. В большинстве случаев они оказались весьма характерными и легко поддаются расшифровке.

Химический состав каолинов, образовавшихся за счет сланцевых пород (в %)

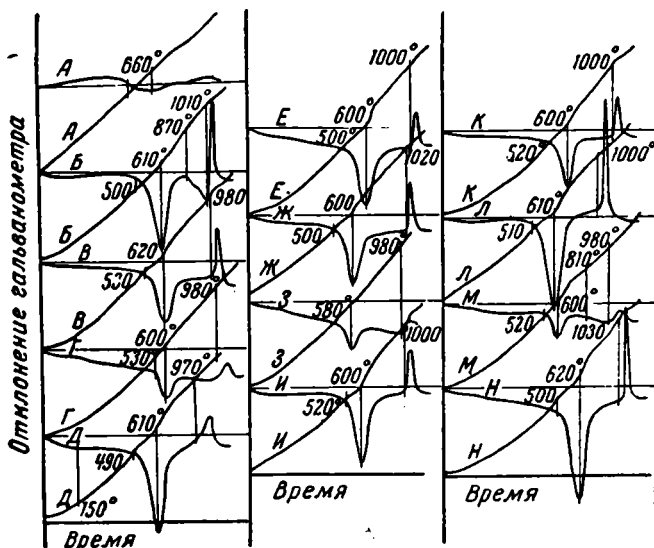
Окислы	Невьянское		Губернское	Шабровское	Сысертьское		Косуллинское	Кыштымское		Северское
	обр. № 2	обр. № 88	обр. № 152	обр. № 263	обр. № 170	обр. № 185	обр. № 200	обр. № 9	обр. № 10	обр. № 270
SiO ₂	65.90	45.00	74.18	73.08	61.82	59.13	47.80	51.60	46.30	55.06
TiO ₂	0.66	1.02	0.22	0.04	0.36	0.37	0.44	0.16	0.40	27.74
Al ₂ O ₃	23.16	32.58	18.01	17.90	26.63	28.51	35.20	35.00	37.50	
Fe ₂ O ₃	0.88	3.40	0.37	0.70	0.55	0.55	1.40	2.50	1.60	2.19
CaO	0.20	1.12	0.58	0.10	0.54	0.47	0.26	не	не	не
								опр.	опр.	опр.
MgO	0.25	0.60	0.14	0.20	0.27	0.32	0.72	»	»	»
K ₂ O	2.41	2.20	0.06	3.22	1.28	1.08	3.66	»	»	»
Na ₂ O	2.36	0.12	0.06	0.25	0.10	0.10	0.10	»	»	»
H ₂ O ₋₁₁₀	0.32	2.60	0.40	0.88	0.50	1.36	0.44	»	»	»
H ₂ O ₊₁₁₀	4.00	11.40	6.20	3.72	8.78	9.70	10.28	»	»	11.74
Сумма	100.14	100.04	100.16	100.09	100.33 ¹	100.23 ¹	100.04	— ¹	— ¹	— ¹
Нераств. остаток	37.64	—	55.28	56.00	—	—	—	—	—	—
Аналитик	В. А. Молева			П. С. Лазаревич			В. А. Молева	Карабашская заводская лаборатория		Лаборатория Уральского геол. упр.

¹ Расчет на высушенное при 110° вещество.

Кривая А относится к каолину из рядовой добычи Ключевского карьера в 1941 г. Отсутствие в нем каолинита подчеркивается и на кривой, носящей существенно гидрослюдяной характер. Эффектна кривая В, заснятая с образца № 94 из того же Ключевского карьера. Каолинит здесь сказывается в чрезвычайно резко выраженных эндотермической, при 500°, и экзотермической при 1010° остановках. Гидрослюда, содержащаяся в образце в таком же количестве, как и каолин, обуславливает значительное понижение на кривой при 870°. Кривые В, Г и Д, относящиеся соответственно к образцам № 81, 86 и 88 из других Невьянских месторождений, показывают четкие каолиновые остановки; присутствием гидрослюды обуславливается, повидимому, общее опускание дифференциальных кривых по мере подъема температуры. На кривой чебаркульского каолина — образца № 70 (кривая Е) — видны те же весьма четкие каолиновые остановки и общая гидрослюдистая депрессия. Кривые Ж и Е (соответственно: образец № 152 из Губернского и № 185 из Казаринского) — типично каолиновые; кривая З, напротив, в основном носит гидрослюдистый характер с небольшими лишь эффектами каолинита. Из остальных кривых три — К, Л и Н (образец № 287 из Малых Бруснян, образец № 10 из Кыштыма и образец № 201 из Косулино) — с ясными каолиновыми остановками, а одна — М (образец

№ 200 из Косулино) — с гидрослюдистой эндотермической остановкой при 816° с наложенными на нее лишь слабыми каолинитовыми эффектами.

И в данном случае количество кварца в каолине и его гранулометрия обуславливаются первоначальным составом материнской породы; сланцы, не содержавшие кварца, как это было в случае касылманских (северских) и кыштымских сланцев, давали весьма богатые глиноземом каолины. Степенью выветрелости породы мы объясняем относительное содержание гидрослюды и каолинита; последний мы считаем продуктом более глубокого перерождения первоначальной нормальной слюды.



Фиг. 24. Кривые нагревания сланцевых каолинов Урала

А — каолин рудовой добычи 1941 г. Ключевского карьера, образец № 2; Б — каолин Ключевского карьера добычи 1942 г., образец № 94; В — типичный каолин из западной части карьера у забоя, образец № 8 (Невьянская группа, Цемязаводское месторождение); Г — то же из центральной части карьера, образец № 87; Д — образец № 88 (Невьянская группа, месторождение близ станции); Е — чебаркульский каолин, образец № 70; Ж — образец № 152 (Губернское месторождение); З — образец № 263 (Шабровское месторождение); И — образец № 185 (Казаринское месторождение); К — месторождение Брусны, каолин, образовавшийся за счет слюдяных сланцев; Л — образец № 40 (Кыштымское месторождение, сланцевая глина); М — образец № 200 (Косулинское месторождение); Н — образец № 201 (Косулинское месторождение).

Интересно, что изученные сланцевые каолины в большинстве случаев сложены гидрослюдой, а чисто каолинитовые каолины встречаются значительно реже. В случае гранитных каолинов соотношения были обратные. Причина, как нам кажется, заключается в том, что сланцевая структура материнских пород благоприятствует глубокому проникновению в нее метаморфизирующих растворов и глубокому прониканию коры выветривания в свежие породы (линейная кора выветривания, по И. И. Гинзбургу). Большинство наших образцов происходит из таких небольших выветрелых участков линейной коры выветривания. В тех же случаях, когда образец взят из крупных полей выветривания пород (например, Губернское, месторождение Кыштыма), естественно, и каолинизация гораздо более значительная.

Каолины, образовавшиеся за счет порфировых пород. К этой группе относятся только два изученных нами месторождения — Гумешевское и Ивановское. Достоверных фактических данных для суждения о материнской породе этих каолинов у нас собственно нет (см. стр. 33). Единственно, на что мы опираемся здесь, — это на нахождение данных месторождений в поле развития порфиров. В гумешевской породе, впрочем, кроме того, был встречен еще неразложенный амфибол, вообще характерный для зеленокаменной полосы Урала. Сверх упоминавшихся уже на стр. 33 образцов гумешевских каолинов, мы располагаем еще несколькими образцами из Ивановского месторождения (в 4 км к юго-востоку от Гумешевки). Наиболее типичны из них: образец № 250 — белая глина, взятая из штабелей добытой породы; образец № 248 — белая глина из восточного борта карьера; образец № 252 — бурая глина отсюда же.

В табл. 26, 27 и 28, как и в предыдущих случаях, показаны: гранулометрия отнесенных сюда каолинов, минералогический состав отдельных фракций, валовой минералогический состав и, наконец, химический состав двух особенно полно изученных образцов.

Т а б л и ц а 26

Гранулометрический состав (в %) каолинов Ивановского и Гумешевского месторождений (ареометрический анализ)

Фракция (в мм)	Ивановское месторождение			Гумешевское месторождение	
	обр. № 248	обр. № 250	обр. № 252	обр. № 239	обр. № 240
Крунее 5.0	—	—	—	—	0.2
5.0—2.0	—	—	—	—	1.6
2.0—1.0	—	—	0.04	—	3.0
1.0—0.5	0.2	0.05	0.1	0.8	7.2
0.5—0.25	0.3	0.07	0.2	1.2	1.8
0.25—0.10	4.0	2.9	0.5	15.0	30.8
0.10—0.05	7.0	4.0	6.1	7.8	13.4
0.05—0.01	29.5	26.0	30.0	30.2	28.7
0.01—0.005	30.5	42.8	34.1	23.8	9.2
0.005—0.001	28.5	22.1	25.9	21.2	4.0
Мельче 0.001	0.0	2.1	3.1	0.0	0.0

Никакой структуры в осмотренных каолинах не констатировано нами. Отмеченные выше камнеподобные участки образца № 245 представляют собою те же глины, но лишь цементированные кварцем. В шлифах видно, что главную массу составляет мелкоагрегатный кварц, среди которого разбросаны зерна эпидота, призмы светлоселеной роговой обманки, листочки гидрослюда и каолинит в вермикулитоподобных и листоватых сростках. Много лейкоксена, рутила и граната.

Эпидотовый минерал, весьма характерный для гумешевских глин, судя по его оптике ($Ng' = 1.712 \pm 0.004$, $Np' = 1.706 \pm 0.004$, сильная дисперсия, аномальная интерференционная окраска), принадлежит к чисто известковым разностям (клиноциозит). Подобный же существенно известковистый состав свойствен и роговой обманке. Вероятнее всего, что это тремолит с содержанием не более как 10—15% паргаситовой молекулы, судя по низкому светопреломлению минерала: $Ng' = 1.630$, $Np' = 1.618$, и по погасанию его: $cNg = 13-14^\circ$ (фиг. 25).

**Качественно-минералогический состав каолинов Ивановского
и Гумешевского месторождений по отдельным фракциям**
(в % от веса фракции)

Фракция (в мм)	Минерал	обр. № 250	обр. № 252	обр. № 239	обр. № 240
Крупнее 0.25	Кварц	—	—	75—80	сл.
	Гидрослюда	—	—	10—15	40—50
	Рудные	—	—	1—2	1—2
	Эпидот	—	—	3—5	30—40
	Полевшпат	—	—	5—10	10—20
0.25—0.10	Кварц	25—50	70—80	70—80	сл.
	Каолинит (агрегаты)	50—75	20—30	—	15—20
	Мусковит	2—3	2—3	—	—
	Эпидот	—	—	10—15	20—30
	Гидрослюда	—	—	5—10	10—15
	Полевшпат	—	—	5—10	50—55
0.10—0.05	Кварц	95—98	90—95	55—65	—
	Каолинит (агрегаты)	2—5	5—7	нет	10—20
	Мусковит	2—3	1—2	20—25	—
	Эпидот	—	—	5—10	20—30
	Гидрослюда	—	—	—	15—20
	Полевой шпат	—	—	3—5	40—50
Мельче 0.05	Кварц	10—15	10	20—30	—
	Каолинит (листочки)	55—60	82	20—40	20—30
	Гидрослюда	30—35	5	10—20	20—30
	Мусковит	сл.	3—5	сл.	—
	Эпидот	—	—	20—30	10—15
	Полевой шпат	—	—	3—5	30—40

Таблица 28

**Валовой количественно-минералогический состав
ивановского и гумешевского каолина (вес. %)**

Минерал	Ивановское месторождение		Гумешевское месторождение	
	обр. № 250	обр. № 252	обр. № 239	№ 240
Каолинит	22	15.5	29	5—10
Кварц	47	75.1	31	3—5
Плагиоклаз	—	—	4	30—40
Эпидот	—	—	15	10—15
Тремолит	—	—	4	5—7
Гидрослюда	28\	7.6	16	20—30
Мусковит	1\	—	—	—
Рутил	0.5	0.8\	—	—
Окисно-железные минералы . .	1.5	1.0\	1	1—2

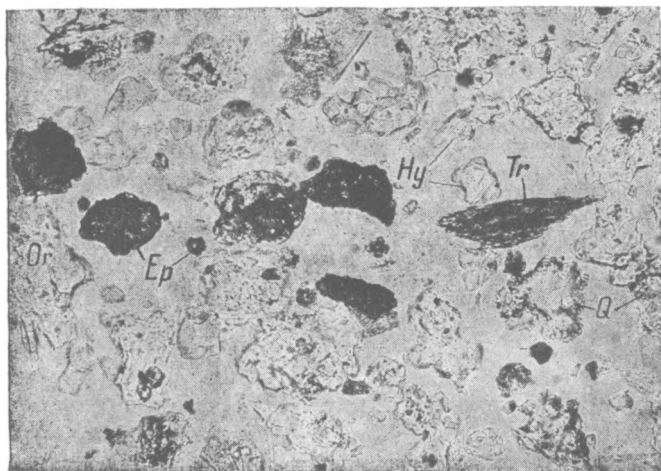
Ивановское месторождение

- Обр. № 248 — белая глина из восточного борта карьера.
 » № 250 — белая глина из добычных штабелей.
 » № 252 — бурая глина из восточного борта карьера.

Гумешевское месторождение

- Обр. № 239 — типичный белый каолин из Гумешевского карьера.
 » № 240 — то же из разведочного шурфа № 9.

В ивановских образцах ни эпидот, ни тремолит нами не встречен. Характер гидрослюда и каолинита во всех образцах, кроме № 252, более или менее нормальный. В образце № 252 каолинит обладает бурым цветом и несколько повышенным светопреломлением, колеблющимся в пределах 1.565—1.581 (против нормы $N_{\text{ср}} = 1.565$), повидимому в результате вхождения железа в молекулу каолинита.



Фиг. 25. Фракция крупнее 0.04 мм гумешевской глины. Образец № 239. Иммерсионный препарат в жидкости с $N = 1.562$. $100\times$. Ep — эпидот; Q — кварц; Or — ортоклаз; Tr — тремолит; Hy — гидрослюда.

Т а б л и ц а 29

Химический состав образцов гумешевских и ивановских каолинов (вес. %)

Компоненты	Ивановское месторождение		Гумешевское месторождение
	обр. № 250	обр. № 252	обр. № 239
SiO ₂	55.76	52.34	62.68
TiO ₂	0.50	0.80	0.46
Al ₂ O ₃	28.90	29.33	22.88
Fe ₂ O ₃	1.38	3.75	1.08
CaO	0.46	0.43	4.22
MgO	0.81	0.16	0.97
Na ₂ O	0.13	не опр.	0.67
K ₂ O	1.87	»	0.38
H ₂ O	0.92	1.84	0.52
Пот. при прок.	9.92	11.54	6.32
Сумма	99.73 ¹	100.19	100.18
Аналитик	И. С. Лазаревич	С. Бабушкин	В. А. Молева

¹ Пересчет на вещество, высушенное при 110°.

Распределение минералов по фракциям крайне характерно. В крупных фракциях ивановских каолинов концентрируется кварц, в мелких — каолинит и слюда. В крупных фракциях гумешевских пород много, сверх

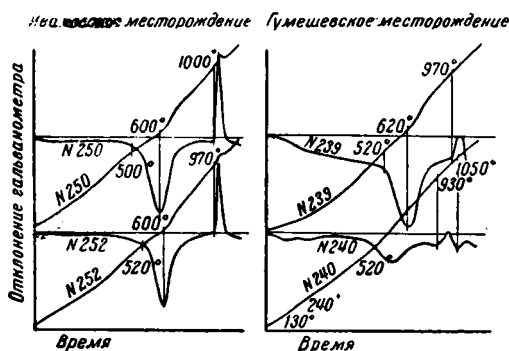
того, эпидота, остатков полевого шпата и тремолита. Гранулометрические расхождения между крупными и мелкими фракциями столь незначительны, что рассчитывать на возможность обогащения данных глин механическим путем не приходится.

Химический состав изученных образцов (см. анализы в табл. 29) в общем отвечает минералогическому составу и находится в согласии с цифрами табл. 28.

Весьма необычайное для каолинов высокое содержание в гумешевском образце окисей кальция и магния объясняется нахождением в ней эпидота и тремолита, а отнюдь не особым составом глинистой его части.

Обе кривые нагревания ивановских каолинов (фиг. 26) носят в общем типично каолиновый облик. Может быть, только от присутствия большого

количества гидрослюда в образце № 250 происходит на соответственной кривой слабый эндотермический эффект несколько ниже 1000°, перед началом каолинового экзотермического эффекта. Кривые гумешевских образцов достаточно своеобразны. На кривой образца № 239 сказывается большое количество каолинита, но экзотермический эффект последнего явно уменьшен в связи с наличием в образце тремолита, дающего в этих пределах эндотермический эффект. На кривой образца № 240 это искажение нормальной каолиновой кривой проявляется значительно резче — в очевидной связи с меньшим здесь количеством као-



Фиг. 26. Кривые нагревания каолинов, образованных за счет порфиринов. Образец № 250 — белая глина из штабеля у Ивановского карьера; образец № 252 — бурая глина оттуда же; образец № 239 — типичный образец гумешевского каолина, преобладающая порода карьера; образец № 240 — несколько менее разрушенная порода, чем образец № 239 из Гумешевки (шурф № 9).

линита и относительно большим тремолита.

Небольшие относительно запасы и не очень высокое качество глин из окрестностей Полевского завода делают их малоперспективными; можно их использовать только для местных нужд, да и то малый процент Al_2O_3 в гумешевских глинах делает их некондиционными для производства сернокислого алюминия и криолита.

Химический состав каолинов Урала

В табл. 30 даны средний состав и колебания химических составов элювиальных глин (каолинов) по двум важнейшим их группам, образовавшимся: 1) за счет магматических (гранитных и близких к ним) пород; 2) за счет кристаллических сланцев, преимущественно слюдяных. Сведено здесь более трехсот анализов, отчасти проведенных на нашем материале, отчасти и главным образом заимствованных из рукописей и печатной литературы. Конечно, материал этот в значительной степени случаен; он не передает общего характера элювиальных глин, а скорее лишь иллюстрирует состав некоторых, наиболее интересных практи-

Средний химический состав и колебания состава белых элювиальных глин (каолинов) Урала (в %)

Компоненты	Каолины, образовавшиеся за счет магматических пород				Каолины, образовавшиеся за счет сланцевых пород			
	число определений	средний состав	колебания		число определений	средний состав	колебания	
			от	до			от	до
SiO ₂	242	64.87	41.35	74.63	92	63.31	46.30	93.00
TiO ₂	60	0.56	0.10	0.80	31	0.82	0.09	1.62
Al ₂ O ₃	241	23.24	21.03 (15.39)	39.31	92	25.13	3.48	38.32
Fe ₂ O ₃	241	1.30	0.06	3.78	76	1.53	0.12	6.84
MgO	35	0.59	0.00	2.26	36	0.76	0.07	3.50
CaO	58	0.34	0.00	1.03 (4.22)	37	0.45	0.00	1.12
Na ₂ O	12	0.16	0.02	0.33	14	0.33	0.10	2.36
K ₂ O	12	0.92	0.08	2.48	14	1.68	0.11	6.81
Пот. при прок.	39	9.03	4.20	13.96 (22.00)	70	6.21	1.40	16.08

Примечание. В скобках поставлены значения, встретившиеся один раз и резко отличающиеся от встречающихся обычно и указанных без скобок.

чески типов пород, подвергавшихся разведке. Наиболее сильно обстоятельство это должно сказаться, конечно, на средних данных, тогда как колебания состава, безусловно, дают более объективный материал.

Состав обоих типов пород в пределе стремится к составу каолинита, являющегося в обоих случаях основным минералом пород. Все отличия от цифр каолинитового состава объясняются примесями иных минералов. Состав каолинов, образовавшихся за счет магматических пород, значительно более выдержан, чем каолинов, возникших за счет сланцевых пород.

Колебания в содержании кремнекислоты объясняются примесью кварца. В каолинах, образовавшихся за счет гранитов, содержание SiO₂ резко превышает каолинитовые нормы и достигает обычно 68—69%, а в сильно окварцованной породе Уктуса поднимается даже до 74%. Содержание глинозема опускается ниже 21% только один раз, в той же уктусской породе. Максимальное содержание его достигается в некоторых каолинах, образовавшихся за счет жильных пегматитовых или спенит-аплитовых пород. Крайне характерно, что среднее содержание глинозема по важнейшим разведанным месторождениям Урала мало отличается от общего среднего. Так, среднее содержание в Кыштымских каолинах (по данным А. Г. Белова) — 22.18%, то же в еленинских (по К. П. Лаврову) — 23.35%, в уктусских (по Саночкину) — 23.30. Содержание SiO₂ в сланцевых каолинах может доходить почти до 100% при одновременном уменьшении содержания Al₂O₃ почти до нуля, с постепенным, таким образом, переходом к некоторым пылевидным кварцам.

Содержание двуоксида титана обуславливается примесью рутила; в общем TiO₂ значительно больше в сланцевых каолинах.

Окись железа образует большей частью самостоятельные окисно-железные минералы, примешанные к каолину. Содержание их может быть очень велико, вплоть до постепенных переходов к железным рудам.

Окись магния происходит от примеси слабо разложившегося биотита. Естественно, что ее больше в элювии сланцев, которые, как правило,

менее разложены, чем гранитные породы. Присутствием неразложенных настоящих слюд и гидрослюд (реже полевых шпатов) объясняется наличие в каолинах щелочей.

	13	21	22	41	47	145	225	227	228	229	230	14	15	19	20	42a	107	108	104	73	75	72a	72b	275	105	42b	237	239	240	244	250		
Mo																																	
Pb	•	•										•	•	•						•		•	•	•							•		
Sn	•	•	•	•								•	•									•	•										
Cu	+	+	+	•	+	+	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	+	+	+	
Zn																									•		•						
Co					•										•	•								•	+	•							
Ni	•	•		•				•	+	+	+	•		+	+	•	•				•			•	+	•	•	•				•	
Zr	+	+	+	+	•	•						+	+	+	+	•		+	•	+	+		+	+		•	•	•				•	
Nb	•			•	•														•														
Bi	•	•	•									•	•	+	+																		
Ga	+	+	+	•	+	•	+		•		•	+	+	•	•	•	•	•	•	•	+	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•	
Cr	•	•	+	+	+	•			•		•	+	+	○	○	+	+			+	•		+	•	○	+						+	
V	•	+	+	○	•	○						•	+	+	+	○	○	○	+	+	+	•	+	•	○	○	•	+	+	+	+	+	
Li						•		•			•																						
Na		•	•	•		•	+	•			•	•	•	•	•		+	○				+	•	•	+	•	•	+	○		+	+	
K	+		○	+	○							+		+	+		•	+				•	○	•	•	+	+	+	+			+	
Ca	+	+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	○	○	+	+	+	+	+	•	○	•	+	○	○	•	+	+
Sr		•	•	•		•									•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	+	+			
Ba	+		○	•	○	+						+	+			+	○	○	+		○	○	+	○	+	+	+	+	+		•	+	
Mn	○	○	○	+	○	•	•	•	•	•	•	○	○	○	○	○	+	○	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	○	+	
Sc																									+							•	
• следы линий ○ очень слабые линии + слабые линии ○ средние линии • сильные линии																																	

Фиг. 27. Микроэлементы в уральских белых элювиальных глинах (каолинах), образовавшихся за счет магматических пород.

А. Каолины, образовавшиеся за счет жильных пород: 1) Полетаевское месторождение. Каолины, образовавшиеся за счет сиенит-аплитовой жилы: № 13 — карьер, южная жила; 2) Челябинск, Сапролитовый карьер: № 21 — каолин, образовавшийся за счет сиенит-апатита, восточная жила; № 22 — западная жила; 3) Кыштым — каолин, образовавшийся за счет сиенит-апатита: № 41 — шурф № 42a; № 145 — Новый карьер; 4) Уктус — каолин, образовавшийся за счет кварц-порфира; образец № 47 — типичный образец из карьера; 5) Изумрудные копи, каолин, образовавшийся за счет полевошпатовых (альбитовых) гнезд в пегматитах: № 225 — конь им. Крупской, штольня № 7, глубина 40 м, слабо измененный альбит; № 227 — шурф № 8, рыхлый каолин; № 228 — шурф им. Брюханова, глубина 10—15 м, каолин плотные участки; № 229 — то же, рыхлые участки; № 230 — шурф им. Куткина, рыхлый каолин.

Б. Каолины, образовавшиеся за счет гранитов: 1) Полетаевское месторождение, карьер. № 14 — типичный гранитный каолин; № 15 — шпиль в образце № 14; 2) Челябинск, Сапролитовый карьер; № 19 — типичный каолин; № 20 — слабо разрушенные участки; 3) Кыштым: № 42a — шурф № 77, участки гранито-гнейса среди амфиболитов; № 108 — шурф 67, типичный гранито-гнейсовый каолин; № 107 — шурф № 24, слабо разрушенный гранито-гнейс; № 107 — каолин, лучшие разности; 4) Еленинское месторождение: № 73 — каолин 1-го сорта; № 75 — слабо разрушенный гранит; № 72a — каолин 4-го сорта; № 72b — калиевый полевой шпат из образца № 72a; 5) р. Ждановка у ст. Карелино: № 275 — типичный каолин.

В. Глина, образовавшаяся за счет амфиболита. 1) Кыштымское месторождение: № 105 — шурф № 28; № 42b — шурф № 77.

Г. Каолины, образовавшиеся за счет порфиров. 1) Гумешевское месторождение: № 239 — типичный каолин, карьер; № 240 — то же, шурф № 9; № 224 — шурф № 1, красная глина; 2) Ивановское месторождение: № 250 — типичный каолин, карьер.

Минералогическая природа соединений кальция полностью нам не ясна; констатированы местами следы карбонатов; содержание окиси кальция в общем невелико, и только в описанном выше гумешевском образце, содержавшем эпидот, оказалось ее свыше 4%.

Колебания потерь при прокаливании зависят от примесей кварца и слюд к преобладающему каолиниту. Значения, превышающие каолиновые нормы у сланцевых пород, объясняются примесью графита; показанное в каолинах, образовавшихся за счет гранитоидов, индивидуальное высокое значение потери при прокаливании (22%) относится к описанному галлуазитовому каолину Изумрудных копей.

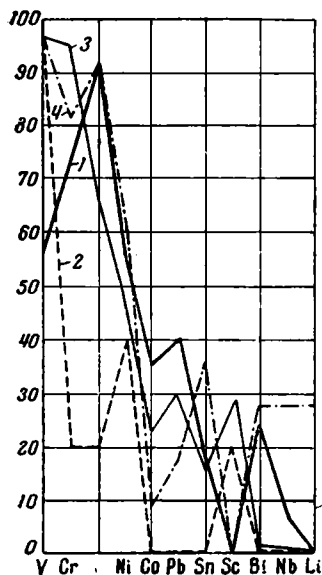
	70	112	116	121	122	78	81	86	88	89	92	94	96	101	103	152	175	176	179	181	185	193	194	200	201	204	206	208	209	263	270	272	277	278	280	281	283		
As							?			?					•																					•	•		
Pb	•											•	•					•													•	•	•		•	•	•	•	
Sn																																•	•	•	•				
Cu	+	•	+	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	•		•	•	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Zn																																							
Co								•		•					+			•														•	+	•			•		
Ni		+	•	•					•	+	•			○	○			•	•		•											•	+	+	+	•	+		
Zr	•	•	+	+	+	•	•		+	•		•	•			+			•	•	+			•	•	+	+	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+		
Nb															•																	+	+	+	+	+	+	+	
Bi	•																																						
Ga	•	•	•		•	+	+	+	•	•	+	+	+	+	•	•		•		•				+	•		•	+				•	•	+	+	•	•	•	
Cr	•	•	+	+	+	•	•	•	•	○	+	+	+	+	○	•	•	+	•	•	•	•	•	○	•		•	•	○	•		+	○	○	+	+	+	+	
V	○	+	○	○	+	+	○	+	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+	+	○	•	•	•	+	○	+	•	+	+	+	•	○	○	○	+	+	+	+	
Li																																							
Na	○	+	+	•	•	•	•	+		•	•	•	•	•	•	•			•				○	•			+	○	•	•	•	○	+	+	+	•	•	+	
K	+	•	•	•	•	•	•	•	+														○	○		+	○	○	+	+	+	+	+	•	•	•	•		
Ca	+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Sr	•	•	•	•	•				•	•	•	+	+	•						•	•			•	•		•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	
Ba	+	○	○	○		+	○	○	+	+	•	•	•				•	•	•	•	•		+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	○	+	+	+	○		
Mn	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	+	
Sc	•		•														+															•	•	•	•	•	•	•	
• следы линий • очень слабые линии + слабые линии ○ средние линии ● сильные линии																																							

Фиг. 28. Микроэлементы в уральских белых элювиальных глинах, образовавшихся за счет сланцевых пород.

1) Чебаркульская группа: № 70 — Симоновское месторождение, типичный образец; № 112 — Барановское месторождение, крестьянский шурф; № 116 — Угловское месторождение, добытая глина; № 121 — Бишкульское месторождение, охра; № 122 — то же, мумия. 2) Нельявская группа: № 78 — Трошинское месторождение, типичная глина; № 81 — Цемяздовское месторождение, типичная глина; № 86 — то же; № 88 — месторождение близ станции, типичный образец; № 89 — там же, черная глина; № 92 — Ключевское месторождение, мумия; № 94 — там же, типичный каолин; № 96 — то же. 3) Кыштымское месторождение: № 101 — шурф № 75, глубина 3 м; № 103 — шурф № 26, глубина 2 м. 4) Гусеринское месторождение: № 152 — из крестьянских ям, типичный каолин. 5) Сысертская группа: № 175 — Панновское месторождение, рядовая глина; № 176 — то же, лучшая глина; № 179 — Кадниковское месторождение, добытая глина; № 181 — там же, красная глина; № 185 — Казаринское месторождение, типичная глина; № 193 — Сысертское месторождение, кварцево-слюдистые прослой; № 194 — там же, фукситовые прослой. 6) Косулинское месторождение: № 200 — слюдистая крупнокристаллическая глина; № 201 — слюдистая мелкокристаллическая глина; № 204 и 208 — каолиновая глина; № 206 — желтая глина; № 209 — богатая кварцем глина. 7) Мало-Сидельниковское месторождение: № 263 — из крестьянских карьеров. 8) Северское месторождение близ ст. Карелино: № 270 — слабо измененный сланец; № 272 — типичная глина. 9) Уткинское глинище: № 277 — канава № 6, глубина 4 м, графитизированный каолин; № 278 — канава № 24, глубина 1 м, белый каолин; № 280 — канава 7, глубина 2 м, типичная глина; №№ 281 и 283 — канава № 7, перебитые на поверхности глины.

В общем, сравнивая средние анализы каолинов по обеим группам, мы наблюдаем несколько меньшую разложенность каолинов, образовавшихся за счет сланцев. Выше это подчеркивалось и при разборе минералогического состава.

Крайне любопытным оказалось распределение по уральским белым глинам и каолинам химических элементов, встречающихся в них в очень небольших количествах, так называемых микроэлементов. Н. В. Лизуновым было произведено спектроскопическое исследование всех образцов, охарактеризованных нами выше.



Фиг. 29. Встречаемость микроэлементов в элювиальных глинах разных типов.

1 — жильные; 2 — порфировые; 3 — сланцевые; 4 — гранитные.

На фиг. 27 и 28, заимствованных из специальной на этот счет нашей работы (В. П. Петров и Н. В. Лизунов, 1946), даны результаты этих исследований. Элементы, разобранные выше (Fe, Al, Si, Ti, Mg), не рассматриваются.

Видна здесь, прежде всего, широкая распространенность меди и галлия, обнаруженных почти во всех образцах. Постоянное присутствие небольшого количества бериллия, повидимому, вообще характерно для глин и каолинов. Так, в количествах около 0.0001—0.01% его обнаружил Т. Szelényi (1937) в венгерских глинах и каолинах. Любопытно частое присутствие в каолинах, явно происходящих за счет гранитных пород, таких типичных элементов основной магмы, как никель, кобальт и хром.

Сравнивая относительную встречаемость отдельных элементов по различным выделенным группам, отметим прежде всего, что свинец, кобальт и ванадий в каолинах, образовавшихся за счет жильных пород, встречаются гораздо реже, чем во всех других группах, но ниобий, литий, олово встречаются здесь значительно чаще. Висмут чаще обнаруживается в каолинах, образовавшихся за счет магматических пород. Для каолинов,

образовавшихся за счет сланцев, характерно частое присутствие скандия. Эти закономерности выражены на диаграмме (фиг. 29), где по вертикали отмечена встречаемость того или иного элемента (в % от числа исследованных образцов данной группы), а по горизонтали наименование элементов.

Основные выводы по геологии уральских месторождений элювиальных глин (каолинов)

Изложенные материалы позволяют свести все полученные нами геологические данные по уральским каолинам в следующие кратко изложенные положения:

I. В истории Урала было несколько эпох его континентального существования, в течение которых образовались толщи выветрелых пород. В зависимости от физико-географических и геологических условий каждой эпохи, толщи эти различаются между собой по интенсивности, типу минералообразования и, особенно, по мощности.

II. Наиболее резко выделяется по ряду особенностей элювиальная толща, образовавшаяся в период между отложением рэтских углистых сланцев и конгломератов, с одной стороны, и беляковых отложений — с другой (между верхним триасом и верхней юрой). К ней принадлежат

все месторождения каолина и других продуктов древней коры выветривания. Особенности эти следующие:

а) кислый тип выветривания (по характеру поступающих в толщу растворов), приводящий к образованию на слюдяных, полевошпатовых или глинистых породах каолинита и каолиновых месторождений;

б) необычайная мощность, в нормальных условиях достигающая до 100 м, а в местах контактов и тектонически ослабленных зон — даже и более;

в) региональный характер: участки этой толщи, встречающиеся на всем протяжении Урала (более 1500 км в длину), не различаются по своему общему типу при прочих равных условиях, и это свидетельствует о повсеместном ее здесь распространении;

г) четко выраженная зональность толщи. В элювии по полевошпатовым породам выделяются зоны: 1) дресвы (гора Высокая); 2) гидрослюды (Полетаево); 3) каолина (Кыштым). При наличии слюдистых пород зона дресвы и зона гидрослюды сливаются между собою (Косулино, Сысерть и др.). Зоны выражены весьма резко: полевой шпат не встречается в каолиновой зоне, и наоборот — каолинит не встречается в зоне дресвы; исключения составляют места сближенных зон, неровностей нижней границы и пр.

Следствием этих основных моментов: возраста, каолинитового типа, необычайной мощности, регионального характера, зональности и однородности минералогического состава в пределах каждой зоны — являются следующие факты, наблюдаемые в поле:

1. Элювиальная толща развивается на поверхности всех пород нижнеюрского уральского материка.

2. Каолининовые месторождения образуются в верхних зонах толщи выветривания, там, где эта последняя захватывает маложелезистые породы или где в силу местных причин железо ушло при выветривании.

3. Мощность толщи колеблется в широких пределах, так как нижняя граница элювиальной толщи чрезвычайно извилиста; в местах, тектонически ослабленных, вблизи рудных месторождений, кварцевых жил, жил и даек различных пород и подобных образований, или облегчавших, или задерживавших движение действовавших на материнскую породу поверхностных растворов, она опускается значительно глубже (линейная кора, по И. И. Гинзбургу).

4. Современное распределение выветрелых пород является результатом первоначальной формы элювиальной толщи и наложения на нее последующей эрозии; при этом возможны следующие комбинации: а) элювиальная толща сохранилась почти целиком; тогда она пользуется сплошным развитием и обладает нормальной зональностью (тип Кыштыма); б) смыты верхние горизонты толщи сплошного развития, сохранились только ее нижние горизонты (тип Полетаево); в) смыта вся толща выветривания в местах ее нормального развития, и выветрелые породы сохранились только в тех местах, где нижняя граница элювиальной толщи глубоко вдавалась в область свежих пород; в этом случае зональность нарушена, выветрелые породы распределены пятнами среди свежих и нередко вытянуты вдоль тектонических линий или господствующих жил (тип Еленинки); г) сохранились только наиболее глубокие корни выветрелой толщи (тип Изумрудных копей). И. И. Гинзбург (1942) первые два типа соединяет в площадной характер коры выветривания, два последних — в линейный характер коры выветривания.

5. Отдельные языки выветрелых пород (глубина, на которую они спускаются в область свежих пород) могут достигать больших глубин,

характерными их признаками будут всегда: а) выклинивание на глыбину; б) сужение книзу.

6. Характер получившегося продукта выветривания (остаточной глины, первичного каолина и т. п.) зависит, с одной стороны, от типа материнской породы, а в случае пород, образующих небольшие тела, — и от состава вмещающей породы, а с другой — от зоны выветривания (тип действующего раствора, как отмечено выше, в основном не изменен).

2. ОСАДОЧНЫЕ БЕЛЫЕ ГЛИНЫ

Общие положения

Сюда мы относим глины, образовавшиеся в результате переноса текучей водой и переотложения в водных бассейнах элювиального материала, независимо от того, было ли это переотложение чисто механическим и частицы каолина перенесены подобно тому, как переносятся зерна кварца в песке, или это переотложение сопровождалось серьезной химической переработкой первоначального элювиального материала с возможным его растворением и отложением из раствора в новом месте, отчасти в виде совершенно новых, не встречавшихся в элювиальной толще минералов. Не исключена также возможность того, что в переотложении каолинового вещества большую роль играл растительный мир. Алюмосиликатные части почвы, фиксированные растением, вместе с другими компонентами золы, совместно с древесиной транспортировались в какой-либо водоем, где в результате окисления органического вещества освобождались и вновь оседали в виде глины.

Выше мы различали глины механически переотложенные — вторичные каолины, каолиновые и каолиново-монотермитовые глины. Это деление мы сохраним и в дальнейшем, посвятив каждому типу отдельный раздел.

Вторичные каолины

Под названием вторичных каолинов мы выделяем здесь, в согласии с украинской практикой, породы малопластичные, подобные элювиальным первичным каолинам, но представляющие собой несомненные осадочные образования. Настоящие, ценные в промышленном отношении, вторичные каолины на Урале неизвестны. Ни одно месторождение, относящееся сюда, до сих пор не разрабатывается; не можем мы и рекомендовать той или иной точки для поисковой расшурфовки и разведки. Попутно с добычей элювиальных каолинов добываются, правда, в той или иной мере осадочные перемытые каолины Кыштыма и Невьянска, но самостоятельного значения они не имеют. Относится сюда также Заворухинское месторождение близ Челябинска. На него одно время возлагалось много надежд. Но в связи с весьма большим количеством в этом каолине железистых и щелочных минералов он не мог быть использован для огнеупорной и фаянсовой промышленности. Подобные заворухинским, серые слюдистые глины добываются и используются для производства красного кирпича Челябинским 2-м кирпичным заводом.

Такая совершенно безнадежная, казалось бы, картина в отношении вторичных каолинов Урала объясняется, по нашему мнению, тем, что месторождений этого типа здесь совершенно не искали, между тем как

предпосылки для их нахождения безусловно имеются. Наиболее перспективными районами поисков этого типа образований являются, как нам кажется, южные районы Урала: Челябинский, Качкарский и Орско-Домбровский, где сохранились достаточно мощные толщи выветривания с верхними каолининовыми частями и где мог существовать их местный перебив. Следует, может быть, отнести сюда некоторые месторождения глин, обнаруженные в районе Магнитогорска. Забегая вперед, укажем, что и некоторые слои из известных на Урале месторождений глин (Трой-Байны, Курьи, Белка — отбойные глины, глина «Пешка» и т. д.) также правильнее было бы назвать вторичными каолинами.

Ниже мы остановимся на четырех генетически интересных примерах относящихся сюда образований: 1) кыштымских вторичных каолинах, представляющих собой продукт поверхностной переработки местных первичных каолинов; 2) песках Губерлинского месторождения; 3) песках Лангура; 4) вторичных каолинах близ с. Мечетинского. Два предпоследних случая, собственно, касаются песков в полном смысле этого слова, но в составе их, кроме преобладающих кварцевых зерен, довольно обильна и крупная каолиновая чешуйка, обуславливающая высокое содержание в них глинозема, что помешало применить эти пески в стекольном деле.

Кыштымское месторождение. На фиг. 4 показаны в верхней части каолиновой толщи вторичные каолины, имеющие мощность более 2 м. Подобные образования залегают на поверхности всего месторождения и отличаются от первичных элювиальных каолинов отсутствием в них первоначальной гранито-гнейсовой структуры и присутствием некоторого количества окатанных галек кварца (см. описание и зарисовку шурфа № 49а. на фиг. 3). В большинстве случаев вторичный каолин по своему составу близок к составу непосредственно подстилающей его элювиальной толщи. В тех случаях, когда этот каолин подстилает гранито-гнейсы, состав его приближается к составу этих последних; когда же он налегает на амфиболиты или на гранито-гнейсы в районе развития амфиболитов, то это также отражается соответственно на составе вторичного каолина.

Состав песчанистой части вторичных каолинов Кыштыма резко отличается от состава песка гранито-гнейсовых каолинов. В нем в значительном количестве присутствуют минералы, не отмечавшиеся в гранито-гнейсовом элювии: дистен, циркон, рутил, эпидот, гранат, а в одном случае даже зерна корунда (табл. 33). Все эти минералы встречаются обычно в составе песка, покрывающего каолиновую толщу, и вместе с хорошо окатанными гальками свидетельствуют о значительном переносе песчанистого материала.

Более детально гранулометрический, химический и минералогический составы относящихся сюда пород даны в табл. 31, 32 и 33. Минералогический состав кыштымских вторичных каолинов близок к составу первичных каолинов, но отличается значительно большим загрязнением. Самостоятельного практического значения эти каолины не имеют, но поскольку они слагают верхние 2—3 м, то обычно добываются совместно с первичным.

Губерля представляет собой собственно песчаное месторождение и как таковое разведывалось для нужд стекольной и отчасти металлургической промышленности. Результаты разведки оказались явно неудовлетворительными. Причиной этого было не количество песка, которое достаточно велико, а его качество — высокое содержание, с одной стороны, глинозема, а с другой — хрома. Присутствие глинозема объясняется мно-

Таблица 31

Гранулометрический состав осадочных глин типа вторичных каолинов (в %)о

Фракция (в мм)	Кыштымское месторождение			Губерлинское месторождение	Мечетинское месторождение
	обр. № 18	обр. № 19	обр. № 2ф	обр. № 351	обр. № 388
Крупнее 0.5	—	—	—	14.9	0.6
0.5—0.20	29.30	24.51	3.10	67.5	
0.20—0.09	10.05	12.57	7.00	14.5	
0.09—0.06	5.39	4.02	3.65	3.1	99.4
Мельче 0.06	55.26	58.90	86.25		

Обр. № 18 — дудка № 14 (глубина 0.1 — 1.0 м).

» № 19 — дудка № 14 (глубина 1.0 — 2.0 м).

» № 2ф — карьер.

» № 351 — карьер.

» № 388 — из разведочной на доломит выработки.

Таблица 32

Химический состав осадочных глин типа вторичных каолинов (в %)о

Компоненты	обр. № 18	обр. № 19	обр. № 2ф	Губерлинские пески по данным Геол.-разв. бюро Орского комбината		
				светлосерый	белый	светлосерый
SiO ₂	70.00	68.10	55.77	94.70	88.80	92.50
TiO ₂	0.23	0.23	0.55	н. о.	н. о.	н. о.
Al ₂ O ₃	22.60	23.90	29.27	2.24	6.71	4.36
Fe ₂ O ₃	0.90	1.20	1.65	0.05	0.05	0.22
CaO	—	—	0.34	0.10	0.12	0.10
MgO	—	—	1.20	0.25	0.18	0.15
SO ₃	—	—	0.47	—	—	—
R ₂ O	—	—	0.37	—	—	—
H ₂ O — 110	—	—	1.10	—	—	—
Пот. при прок.	—	—	10.98	—	—	—
Аналитик	Карабашская лаборатория			Лабор. Уральск. ин-та строит. матер.		

гочисленными листочками каолинита, местами переполняющими песок, тогда как хром связан в зернах хромита, составляющего рудную часть песка и происходящего из неподалеку расположенных змеевиковых массивов. Характерна при этом весьма большая чистота песков в отношении железа (табл. 32).

Практическая ценность губерлинских песков таким образом совершенно ничтожна. Вряд ли можно рекомендовать их и для применения в керамической промышленности, так как хром, дающий яркозеленую окраску стеклянных изделий из этих песков, очевидно, в той или иной мере окрасит и керамические изделия. Но самый факт существования песков, обогащенных каолининовой чешуйкой, чрезвычайно интересен. Весьма вероятно, что с песками этого рода будут ассоциировать и линзы достаточно чистого каолина. Поиски их здесь вполне целесообразны.

Минералогический состав губерлинских песков по фракциям приводится в табл. 33. В табл. 32 дается химический их состав, по данным Геолого-разведочного бюро Орского металлургического комбината.

Лангурское месторождение. Пески, совершенно подобные губерлинским, встречены были при добычных работах на р. Лангур, к северу от ст. Сама железной дороги им. Кагановича. Условия залегания песков с каолинитом здесь также не ясны.

Мечетинское месторождение. Разведочные работы на металлургический доломит в районе с. Мечетинского, расположенного к востоку от ст. Новоорская, встретили в карстовой воронке местных доломитов линзу каолина, залегающую среди песков неопределенного (юрского?) возраста. Мощность линзы, вскрытой двумя шурфами, находившимися в 10 м один от другого, была 1.5—2.0 м. В других карстовых воронках подобных линз встречено не было.

Т а б л и ц а 33

Количественно-минералогический пофракционный состав осадочных глин типа вторичных каолинов (в %)

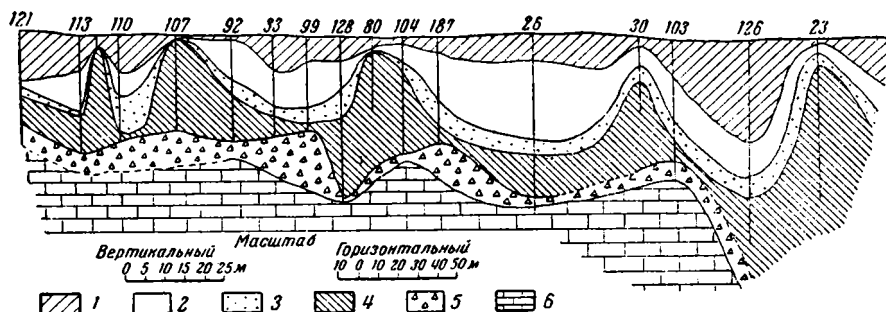
Фракция (в мм)	Минерал	Кыштымское месторождение		Губерлинское месторожде- ние обр. № 351	Мечетинское месторожде- ние обр. № 388
		обр. № 18	обр. № 19		
Крупнее 0.20	Кварц	85—90	80—85	100	—
	Каолинит	3—5	6—10	ед. зерна	—
	Гидрослюда	7—10	3—5	—	—
	Нонтронит	—	3—5	—	—
0.20—0.09	Кварц	75—80	60—70	90—97	—
	Каолинит	3—5	5—10	3—5	—
	Гидрослюда	10—15	15—25	1—2	—
	Акцессории	1—3	около 10	—	—
	Нонтронит	—	10—15	—	—
0.09—0.06	Кварц	40—50	50—60	40—50	70—80
	Каолинит	20—30	10—15	30—40	10—20
	Нонтронит	10—20	5—10	—	—
	Гидрослюда	10—15	25—30	10—20	5—10
	Дистен	3—5	—	—	—
	Кальцит	—	—	—	3—5
	Микроклин	—	—	—	1—2
Мельче 0.06	Кварц	10—20	5—10	—	—
	Каолинит	40—45	70—80	(Вместе	—
	Нонтронит	25—30	—	с фракцией	—
	Гидрослюда	10—20	15—20	0.09—0.06)	—
	Акцессории	3—5	около 1.0	—	—
Среднее взвешен- ное	Кварц	42	37	—	—
	Каолинит	30	48	—	—
	Гидрослюда	9	12	—	—
	Нонтронит	17	2	—	—
	Акцессории	2	1	—	—
Акцессории	Дистен		Шпинель	Циркон	
	Биотит		Рутил	Хромит	
	Рутил		Турмалин	Полевшпат	
	Бурый желез- няк		Циркон		
	Турмалин		Корунд		
	Циркон				
	Гранат				

Минералогический состав образца этого месторождения дается в табл. 33.

Качество мечетинской глины таково, что она могла бы с большим успехом применяться в керамической промышленности. Помехой служат, с одной стороны, удаленность района от путей сообщения, а с другой — малые масштабы каолинового тела. Тем не менее, само наличие подобных каолинов представляется весьма интересным и позволяет рекомендовать постановку поисковых работ на подобные образования в более удобно расположенных районах.

Мезозойские (высокооспекающиеся) каолинитовые глины

Геологическое положение каолинитовых глин вполне определено. Это озерные осадки нижней и верхней континентальной толщи местного мезозоя. По последним данным, преимущественно на основании пыльцы, реже древесины, их относят к низам мела и верхам юры (табл. 4 на стр. 16—17).



Фиг. 30. Разрез через Полдневское месторождение (Трой-Байновская группа) вкрест простирания хребтов глины (по А. Я. Кульбацкому).

1 — современные и четвертичные отложения, суглинки; 2 — третичные морские отложения; кварцевые пески палеогена и континентальные осадки; 3 — верхнемеловые континентальные осадки и морские глауколитовые пески; 4 — чиркнемеловая континентальная толща; огнеупорные глины и лигниты; 5 — подглиняные мезозойские отложения, белки и пестроцветы; 6 — каменноугольные известняки.

Глины эти образуют обычно линзы довольно большой мощности и горизонтального протяжения среди преобладающих в толще песков. Последующие процессы сильно деформировали первоначально спокойное залегание. Восстановить первоначальную слоистость месторождения подчас весьма трудно. Осложнением является то, что в ряде случаев характер залегания глин напоминает соляную тектонику. Особенно четко это видно на Трой-Байновском месторождении (участок Межники и Полдневая), где глина собрана в своеобразные хребты, протягивающиеся на довольно большое расстояние и образующие сетку, в петлях которой глина почти совершенно выжата и имеет мощность всего 1—2 м, тогда как в гребнях и хребтах она достигает до 30—40 м и более. Весьма характерно, что мощность покрывающих пород обратно пропорциональна мощности глины: на хребтах мощность вскрыши — немногие метры, а в промежутках между ними достигает 20—30 м. «Хребтовая теория», предложенная геологом рудника А. Я. Кульбацким, позволила весьма рационально поставить разведочные и добычные работы. Во время эксплуатации экскаватором хребты вскрываются по простиранию и выработываются так, что добычный забой в своем движении вперед следует направлению хребта.

На фиг. 30 дан разрез Полдневского месторождения вкрест прости-
рания основных глиняных хребтов.

Географически месторождения этого типа встречены пока только на
восточном склоне Урала. Самое северное из известных месторождений
глины — Денежкинское, расположенное около ст. Сама. Однако нет
оснований думать, что севернее нет подобных образований, так как гео-
логические условия к северу остаются теми же. Следующее к югу место-
рождение — Белкинское, а далее — группа Алапаевских месторождений.
Все это точки пересечения мезозойской толщи с удобными путями сооб-
щения — железнодорожными линиями, тогда как в промежутках между
ними промышленные месторождения глины не указываются. Очевидно,
однако, глины этого типа имеются и здесь, но они не изучены. Особенно
перспективны районы р. Салды; известны многочисленные указания
на глины в этой местности: некоторые точки, например Ленеvское место-
рождение, дают материал, напоминающий глины других мезозойских
месторождений.

Вдоль дороги Алапаевск — Богдановичи месторождения глины рас-
пространены крайне широко; известен (в районе Алапаевска) ряд точек,
имеющих большое практическое значение, хотя масштабы этих место-
рождений в большинстве случаев и невелики — нередко нескольких
десятков тысяч тонн; залегают глины в карстовых воронках и углубле-
ниях известняков. Получается впечатление, что это остатки крупных
месторождений, сохранившиеся от эрозии в пониженных местах. Теоре-
тически следует предположить, что, как и в бокситовых месторождениях
Каменского района, более крупные, менее размытые тела расположены
несколько восточнее железной дороги, в области сплошного развития
мезозоя. Известно крупное тело глины южнее, в районе ст. Кунара; это
так называемое Курьинское месторождение. Частью его, повидимому,
являлось часто упоминавшееся ранее Кашинское месторождение. Еще
южнее располагается серия крупных месторождений глины, объеди-
няемая обычно под именем Трой-Байновской группы, по имени селений
Троицкое и Байны, между которыми расположена одна из крупных за-
лежей (Межники), в 1944 году почти целиком выработанная; далее
следует 1, 3, 4-я залежи и, наконец, самая крупная — Полднев-
ская залежь, вступавшая тогда в эксплуатацию. К югу от Полдневской за-
лежи на протяжении около 20—25 км месторождения глины отсутствуют;
только в районе г. Каменска есть еще несколько месторождений этого
типа. Наиболее крупным здесь является Травяное месторождение;
разрабатывались также несколько Каменских месторождений и место-
рождение между дд. Сипавой и Новиковой — Сипаво-Новиковское место-
рождение, а еще южнее — Новодеревенское месторождение. Возможно,
что сюда же следует отнести и отдельные глинопроявления у хутора
Багаряка и по р. Синарке.

К югу от р. Синары выходы нижней континентальной толщи, к ко-
торой приурочены месторождения глин, неизвестны. Специальные поиски,
проведенные в 1943—1944 гг. инж. Седойкиным вдоль дороги Челябинск —
Синарская, не привели к нахождению здесь сколько-нибудь интересных
практически месторождений.

Ниже мы более подробно остановимся на описании глин Белкинского
и Трой-Байновского месторождений, поскольку они наиболее изучены
с геологической точки зрения и поскольку здесь имеются крупные откры-
тые карьеры, позволяющие весьма детально осмотреть месторождения.
Хотя мы располагаем еще и некоторым каменным материалом по Денеж-
кинскому, Курьинскому и некоторым другим месторождениям, однако

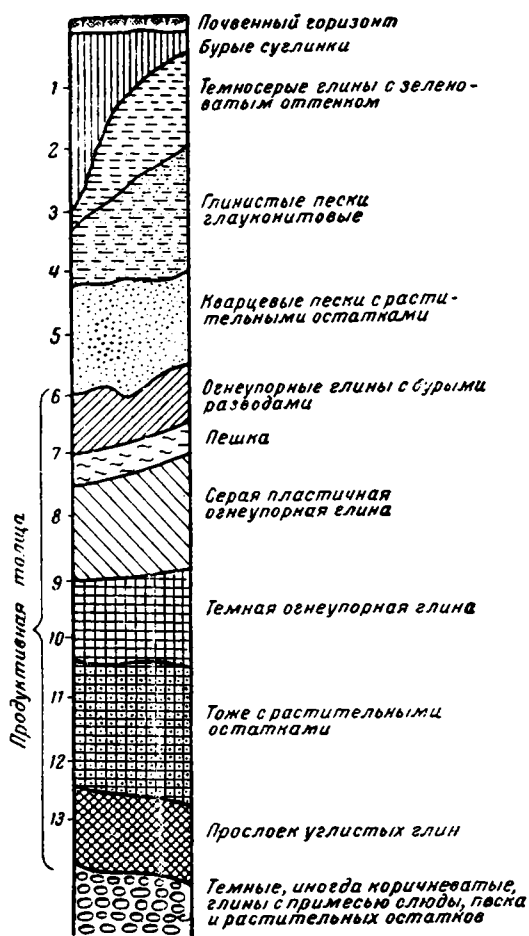
материал этот геологически недостаточно хорошо привязан к определенным горизонтам месторождений, почему и используется нами не больше, как лишь для сравнения.

Описание месторождений белых глин мезозоя

Белкинское месторождение. Находится в Богословском районе, в 4 км к югу от Ауэрбаховского рудника и в 6 км южнее ст. Красный железняк. Глина здесь разрабатывалась ранее местными жителями для нужд Богословских заводов. Крупная же эксплуатация месторождений начата

была в 1933 г., и с тех пор оно является одним из самых крупных уральских поставщиков высокоогнеупорной глины, особенно для северных металлургических заводов — Серовского и Новотагильского.

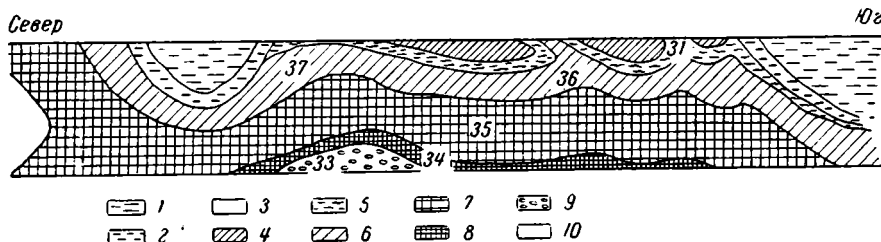
Белкинское месторождение залегает среди пятна мезозоя, покрывающего сильно выветрелый палеозойский фундамент, представленный в этом месте гранитами, а также порфиридами и известняками нижнего девона. Каолиновые глины приурочены к самым низам мезозойской толщи, к нижнемеловым — верхнеюрским континентальным толщам, которые в Каменском районе делятся на две: нижнюю и верхнюю. В Белкинском месторождении, напротив, такое деление невозможно, так как весь комплекс глин представляет собой единое целое. На фиг. 31 дан разрез продуктивной толщи по Н. Моисееву. Под четвертичными бурыми суглинками залегают зеленовато-серые глины и зеленые глауконитовые пески, явно морские и принадлежащие или к датским, или маастрихтским отложениям верхнего мела, или к плиоцену, что вероятнее. Несогласно налегают они на продуктивную толщу, не содержащую видимых перерывов



Фиг. 31. Разрез верхней продуктивной части Белкинского месторождения (по Моисееву).

и состоящую из различных глин и песков. Без точной возрастной интерпретации остаются здесь кварцевые пески, для которых наблюдалось только прилегание к глине (фиг. 32). Условно помещены они Моисеевым под глауконитосодержащими осадками. Весьма вероятно аналогия их с так называемыми фроловскими формовочными песками определенно

датского возраста. Имеются и некоторые непосредственные данные о возрасте балканских глин, а именно: описываемый ниже образец № 34 (фиг. 32) был подвергнут Е. Д. Заклинской пыльцевому анализу. Среди очень большого количества углистых остатков удалось ей здесь подсчитать 152 форменных зерна, из которых 111 представляли собой пыльцу, а 41 — споровые зерна. В общем был получен спектр следующего состава: пыльцевые зерна — 72.6%, в том числе (в % от количества пыльцы): *Picea* — 1, *Abies* — 3.5, *Pinus tip. Haplox* — 24, *Pinus protocembra* (Pokr.) — 3, *Protopinus* (Pokr.) — 3, *Caedrus* — 20, *Picea Mesophitica* — 70, *Picea abietermis* (Pokr.) — 3, *Conifera* (?) — 9, *Sequoia* — 4, *Taxodium* — 4, *Tzuga* — 2, *Dilichotrilistrium* (Naum.) (*Trilobata*) — 8, *Entilissa* (*Intorta*) (Naum.) — 9. Споровые зерна — 27.4%, в том числе (в % от количества



Фиг. 32. Схематическая зарисовка восточного забоя Белкинского карьера на 15 июля 1942 г. (по Моисееву).

1 — зеленватые глины палеогена; 2 — зеленватые глинистые пески палеогена; 3 — древесные (формовочные) пески с растительными остатками; 4 — огнеупорные глины с бурыми разводами; 5 — «пешка» — глина огнеупорная слабопластичная; 6 — глина огнеупорная светлосерая; 7 — глина огнеупорная темносерая; 8 — углистые и сажистые глины с кусками угля и сидерита; 9 — слюдистые глины; 10 — номера образцов.

спор): *Triletes* Naum. и *Leiotriletes* — 75, *Comptotriletes* — 10, *Dictotriletes* — 5, *Brachiotriletes* — 10. Е. Д. Заклинская приходит к заключению, «что определенный здесь комплекс пыльцы и спор почти полностью укладывается в спорово-пыльцевой комплекс нижнего мела и времени переходного от нижнего к верхнему мёлу». По мнению В. А. Вахрамеева, этот комплекс ближе всего подходит к спорово-пыльцевому комплексу нижнеконтинентальной свиты Каменского района. Конечно, это не исключает возможности более высокие горизонты продуктивной толщи параллелизовать с верхнеконтинентальной свитой.

Детали строения продуктивной толщи представлены на фиг. 32 в виде зарисовки забоя Белкинского месторождения, составленной Н. Моисеевым. Выделяются здесь остатки морских глауконитовых песков, несогласно залегающие на продуктивных глинах. Верхний слой продуктивной толщи слагают бурые глины неопределенной мощности. Ниже идут весьма своеобразные малопластичные глины, известные здесь под именем «Пешки» и образующие слой в несколько десятков сантиметров под бурыми глинами. Затем идет наиболее мощный и практически важный слой светлосерых глин, постепенно переходящих книзу в более богатые органикой темносерые глины, еще ниже переходящие в слой двух-трех десятков сантиметров мощности сильно углистых глин, местами переполненных углистым веществом и обломками бурого угля. Местами попадаются здесь более или менее хорошо сохранившиеся крупные древесные стволы. Нижние горизонты углистой глины богаты вкраплениями пирита и, отчасти, сидерита, причем оба эти минерала ассоциируются с обломками древесины, так что нередко встречаются целые пни и стволы, замещенные сидеритом. Под горизонтом углистых глин залегают опять

темносерые и шоколадные глины небольшой мощности, ниже которых идут весьма своеобразные слюдястые глины. Все эти различия представлены образцами нашей коллекции, взятыми нами совместно с Н. Моисеевым. Номера этих образцов и места взятия помечены на зарисовке.

Мощность пластов глины непостоянна; в местах общего нарастания мощности продуктивной толщи возрастает и мощность каждого отдельного пласта. Явление это, равно как и нарушения правильности залегания пластов с опрокидыванием на север, является результатом последующих тектонических воздействий.

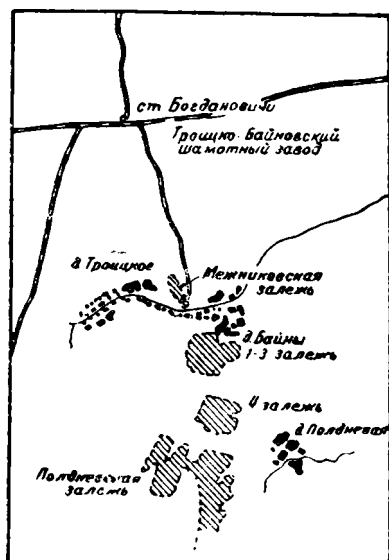
Технологические особенности и сортность глины в месторождении изменяются, с одной стороны, от слоя к слою (углистые и пиритизированные глины), а с другой — в зависимости от фациальных особенностей

данного участка, от степени песчаности, которая меняется в одном и том же слое в довольно широких пределах. Наиболее качественный характер имеет слой светлых огнеупорных глин и верхние горизонты слоя темно-серых глин, содержащие относительно немного углистого вещества и пирита.

Трой-Байновское месторождение.

Так как месторождение это является основной сырьевой базой Богдановичского шамотного завода, то и изучалось оно неоднократно и в настоящее время является одним из наиболее освещенных геологоразведочными работами месторождений. Особенно много посвящено ему рукописных материалов. Работа Корженевской, Ульмера и др. здесь должна быть поставлена на первое место.

Как уже упоминалось, под Трой-Байновским месторождением понимается несколько самостоятельных глинистых тел, выходящих в районе селений Троицкое и Байны. На схеме (фиг. 33), заимствованной нами у Иконникова

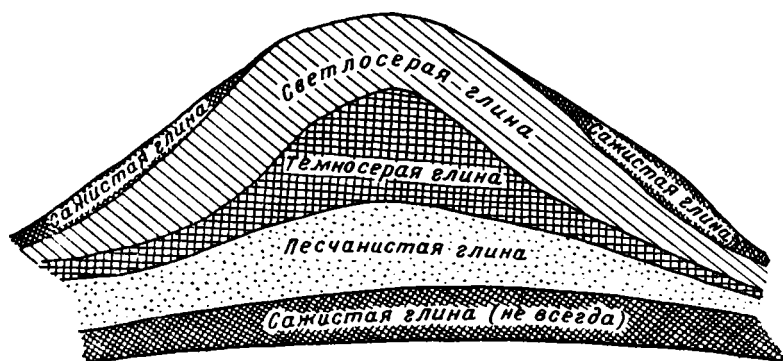


Фиг. 33. Схема расположения отдельных залежей глин в Трой-Байновском районе.

(1939), показано расположение важнейших из этих залежей: Межниковской, 1, 3, 4-й залежей и Полдневского месторождения.

Несмотря на своеобразное хребтовое залегание глин в месторождениях (фиг. 31), удается все же различить некоторую первичную слоистость; в основании такого хребта залегают углистые или темносерые глины, переходящие сверху в более светлые, разных сортов, в зависимости от содержания кварца и пирита. Вверху продуктивного пласта, как это показано на фиг. 34, вновь идут углистые (сажистые) глины, сменяющиеся сверху зеленовато-серыми глауконитовыми глинами и песками явно морского происхождения, переходящими далее в опоки и легкоплавкие опоковые глины и, наконец, прикрытые четвертичными темнобурими глинами. Не вскрываются добывающими глину организациями нижние горизонты продуктивной толщи, представленной пестрыми глинами, известными под местным названием «аликов»; последние лежат на беликовой толще, покрывающей, в свою очередь, каменноугольные известняки.

Обращаясь к собственно глинам, мы видим здесь в общем те же различия, что были выделены выше на Белкинском месторождении, а именно: углистые, темносерые и светлосерые глины, причем как те, так и другие бывают запесочены или почти совершенно свободны от песка. Эти различия типичны для всех месторождений группы. Не нашли себе места в схеме разреза (фиг. 34) лишь аналоги белкинской «пешки»; тем не менее, они здесь безусловно существуют. Так, в числе других различий местных глин показаны были нам А. Я. Кульбацким весьма своеобразные рассыпчатые глины, обнажавшиеся в момент нашего посещения в южном краю Южного карьера и также содержащие песчанистые и беспесочные различия (образец № 436).



Фиг. 34. Схема строения хребта глины в Трой-Байновском месторождении (участок Межники). Породы, покрывающие глину, удалены.

Еще один весьма существенный геологический штрих: иногда, хотя и крайне редко, среди огнеупорных глин встречаются пятна и более крупные участки глин, явно содержащие избыточный против каолиновых норм глинозем. В момент нашего посещения ни одним карьером подобные глины не разрабатывались, но благодаря любезности А. Я. Кульбацкого мы получили возможность ознакомиться с некоторыми из таких глин из северных окраин месторождения Межники (в районе поля шахты № 3, скважина № 356), где эти глины были выработаны некоторое время тому назад (образцы № 444—447). На Белке аналогов этих глин мы не знаем.

Курьинское месторождение. Разрабатывается подземным способом, так как мощность осадков, накрывающих глины, здесь слишком велика, достигая местами 40 м.

Геологический разрез месторождения в общем подобен Трой-Байновскому.

Детали строения и литологии самой продуктивной толщи не вполне ясны. Тем не менее, изучение глин, вынутых на поверхность, позволяет распознать в добытом материале все те различия, которые установлены были выше: пестроцветные и углистые глины, а также серые различного оттенка и запесоченности. Аналогом белкинской глины «пешка», повидому, являются своеобразные «отбойные глины» — значительно менее пластичные, чем обычные серые глины, но все же не настолько, чтобы рассыпаться, как это происходит с «пешкой» и рассыпчатыми глинами.

Местами в Курьях, как и в Трой-Байнах, присутствуют различия глин, обогащенные свободной окисью глинозема (гиббситом?). Такие

глины, в частности, по сообщению В. В. Богдановича, встречены были в 1943 г. одной из разведочных выработок на юге месторождения. Получить образец оттуда нам не удалось.

Денежкинское месторождение. Это месторождение, повидимому, является одним из крупнейших, хотя сильно испорченным в старое время безобразной добычей, которая велась преимущественно подземными работами. Приуроченность глин к континентальным толщам нижнего мела не вызывает сомнений, так как прикрываются они песками типа формовочных, которые несколько далее к северу закрыты опоками. Мощность глин, судя по старым шурфам,— около 5—7 м. Глины по типу совершенно похожи на таковые других месторождений мезозойской полосы. Нами встречены здесь белые и светлосерые разности различной запесоченности, а также темносерые и углистые, причем последние довольно значительно загрязнены пиритом. Расположение отдельных ли-

Таблица 34

Разновидности глин из месторождений мезозойской полосы Восточного Урала
(в скобках даны номера образцов нашей коллекции)

	Трой-Байновская группа месторождений		Месторожде- ние Курья	Алапаев- ская груп- па место- рождений	Месторожде- ние Белка	Денежкинское месторожде- ние
	Межники	Полдневая				
Специаль- ные раз- новидно- сти	Рассыпча- тая глина (№ 436)	?	Отбойные глины (№ 26, 25)	?	«Пешка» (№ 31, 32). Слюдя- стые гли- ны	Не встреча- лись
Светлосерые и белые глины	Преоблада- ют в верх- них ча- стях пла- ста (№ 431— 434)	Имеются (№ 420— 426)	Имеются (№ 24, 28)	Имеются (№ 45)	Преоблада- ющая разность (№ 36, 37)	Имеются (№ 38, 39)
Темносерые глины	Обильны (№ 435, 438, 439, 441)	Имеются	Имеются (№ 27)	Имеются	Обильны в средней части пла- ста (№ 35)	Имеются (№ 40)
Углистые глины	Часты	Имеются (№ 428)	Очень ха- рактерны (№ 29)	Имеются	Слагают низы пла- ста (№ 34)	Встречают- ся
Пестрые глины	Подстила- ют про- дуктив- ную тол- щу (№ 443, 435)	Подстила- ют про- дуктив- ную тол- щу (№ 427)	Обильны в низах толщи (№ 51)	Имеются	Не харак- терны	Не харак- терны
Глины, обо- гащенные глинозе- мом	Образуют линзы, редки (№ 444— 447)	Не встре- чались	Редки, по- видимому линзы	Харак- терны для Вогуль- ской за- лежи	Не отмеча- лись	Не встреча- лись

тологических разностей в месторождении неясно; в некоторых шурфах, пробитых в южной части месторождения, видно было, как углистые глины подстилают светлосерые и белые глины.

Петрографический состав белых глин мезозоя

Мы уже подчеркивали наше воззрение, что в каждом из относящихся сюда месторождений можно выделить вполне определенные разновидности, занимающие вполне определенное стратиграфическое положение. Анализ существующей рукописной и печатной литературы позволяет предположить эти же разновидности и в других относящихся сюда точках.

Таблица 35

Гранулометрический состав глин мезозойской полосы восточного склона Урала (в %)

Место- рождение	Разновид- ность	№ образцов	Фракция (в мм)					Примечание	
			крупнее 0.5	0.5 - 0.2	0.2 - 0.09	0.09 - 0.04	мельче 0.04		
Трой-Вайны	Можники	Рассыпчатая песчанистая	436	1.5	1.0	1.7	0.5	95.3	1-й сорт, Южный карьер
		Светлосерая . .	431	—	0.4	—	—	99.6	1-й сорт, типичная
		Очень светлая .	440	35.1	10.4	5.2	2.3	47.0	Полукислая, запесоченная
		Темносерая . .	438	—	0.7	—	—	99.3	1-й сорт, пластичная
		» . .	435	2.0	2.5	0.9	0.5	94.1	2-й сорт, песчанистая
		» . .	439	9.2	5.5	3.0	0.5	81.8	3-й сорт, запесоченная
	Подпечная	Белая глиноземистая	445	—	1.5	—	—	98.5	Скв. № 356 (глубина 13.2 м)
		Белая хорошая	422	—	0.9	—	—	99.1	Скв. № 80/43 (глубина 7.0 м)
		Белая запесоченная	426	7.8	3.2	1.5	3.5	84.0	Скв. № 80/43 (глубина 19.5 м)
		Углистая	428	7.6	4.2	2.3	1.5	84.4	Скв. № 145/43 (глубина 6.2 м)
	Курьинское место- рождение	Отбойная . . .	26	—	0.1	0.3	0.1	99.5	Шахта № 9, 1-й сорт
		Белая пластичная	24	1.8	2.2	3.9	1.3	89.8	То же
		Светлосерая . .	28	6.3	—	5.5	2.0	86.2	3-й сорт, то же
		Углистая	29	0.8	4.5	2.3	5.8	86.6	То же
Белкинское место- рождение	«Пешка»	31	0.5	—	0.5	1.6	97.4	См. зарисовку (фиг. 32)	
	Светлосерая . .	37	0.7	—	0.4	—	98.8	1-й сорт, то же	
	Серая песчанистая	36	0.7	—	1.2	—	98.1	2—3-й сорт	
Денежкинское место- рождение	Светлосерая . .	38	7.6	—	13.2	9.8	69.4	—	
	» . .	39	2.0	—	1.5	1.0	95.5	—	

Приблизительная сводка по этому вопросу приведена в табл. 34. Отсутствие разновидностей, аналогичных белкинской «Пешке», в Полдневой, Алапаевске и Денежкине скорее следует отнести за счет недостаточности наших знаний, чем за счет действительного их отсутствия. Имеет ли это место и по отношению к высокоглиноземистым разностям — неясно. Характерно только, что в Белкинском месторождении высокоглиноземистые разности не отмечаются, хотя изучено оно довольно хорошо.

Гранулометрия. В табл. 35 приведены ситовые анализы важнейших относящихся сюда образцов. Бросается в глаза прежде всего большая пестрота в количестве крупного остатка на ситах. Наряду с глинами, почти не дающими такого остатка, есть глины, где количество его достигает 25 и более процентов. Для суждения о составе более мелких, чем 0.06 мм, частиц мы располагаем дополнительным ареометрическим анализом некоторых из изученных образцов (табл. 36). Резко выделяются здесь две

Таблица 36

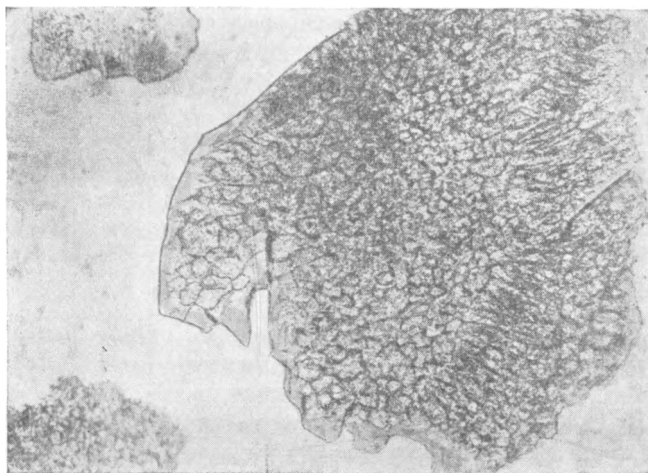
Гранулометрический состав глин мезозойской полосы (в %)
(ареометрический анализ)

№ образцов	Месторождение	Разновидность	Фракция (в мм)				Примечание
			крупнее 0.05	0.05 — 0.01	0.01 — 0.005	мельче 0.005	
25	с. Куры, шахта 10	Отбойная, 1-й сорт	4.7	22.0	16.3	57.0	
26	с. Куры, шахта 9	То же	6.0	22.0	18.0	54.0	
24	» » » »	Белая пластичная	13.0	1.0	7.5	78.5	
28	» » » »	Светлосерая запесоченная	25.5	2.5	3.8	68.2	3-й сорт
30	» » » »	Белая, 4-й сорт .	15.4	4.6	7.5	72.5	
31	Белкинское . . .	«Пешка»	6.0	28.0	24.0	42.0	См. зарисовку (фиг. 32)
37	» . . .	Светлосерая . . .	7.5	13.5	13.0	66.0	То же
35	» . . .	Темносерая . . .	10.0	4.0	8.5	77.5	» »
33	» . . .	Слюдистая . . .	59.5	17.5	5.5	17.5	» »
39	Денежкино . . .	Светлосерая . . .	15.0	6.5	11.5	67.0	Запесоченная
38	. . .	» . . .	21.0	10.5	5.8	62.7	

группы пород: первая (образцы № 31, 25, 26), где средние фракции (0.01—0.005 мм) весьма обильны, и вторая, где эти фракции почти полностью отсутствуют. Очевидно, это различие в крупности зерна и является причиной своеобразия свойства первых глин.

Минералогический состав глин. Гранулометрия рядовых глин довольно хорошо увязывается с минералогическим составом отдельных фракций. Крупная фракция в рядовых глинах представлена почти исключительно хорошо окатанным кварцем, а мелкая — глинистым веществом с небольшим количеством кварца, но уже угловатого. В табл. 37 дан пофракционный состав относящихся к этой группе образцов. Особенности мине-

ралогического состава, не отмеченные выше, в части крупной фракции сводятся к постоянному присутствию углистых частиц в глинах, в той или иной степени обугленных. Так, в образце № 428 почти целиком весь остаток на ситах сложен именно этими крупными углистыми обломками. Почти в каждой глине в крупной фракции, в количестве 1—3%, встречаются листочки настоящей мусковитовой или, реже, гидратизированной слюды (светопреломление меньше 1.585), иногда вермикулитизированного биотита (образец № 33). В небольших количествах присутствуют акцессорные песчанистые минералы, обычные для уральских песков этого возраста: более постоянные — рутил, циркон и турмалин, реже встречающиеся — гранат, дистен, магнетит, топаз и эпидот. Следует указать, что это те минералы, которые попали в поле зрения микроскопа



Фиг. 35. Сагенитовая сетка в листочках каолинита из фракций более 0.05 мм. Образец № 26, Курьинское месторождение, отбойная глина. 150×, без анализатора.

в обычном иммерсионном препарате крупной фракции. Специального обогащения при помощи тяжелых жидкостей не применялось. Особого упоминания заслуживают встретившиеся в некоторых образцах совершенно свежие обломочки полевого шпата — микроклина (образцы № 24, 33 и др.). Кроме терригенных материалов, в крупных фракциях, составляя их почти на 100%, иногда встречаются новообразованные минералы, как, например, сферосидерит в образце № 31 и марказит (пирит) во многих других. Особый интерес для нас представлял каолинит. В большинстве случаев он представлен здесь агрегатами мелких кристаллов, недостаточно хорошо размытыми в процессе ситового анализа. Но в некоторых образцах (№ 26, 436, 31 и др.) он присутствует и в виде весьма характерных вермикулитоподобных листочков, причем листочки эти иногда носят типичную для каолинита, образовавшегося за счет биотита, сыпь железистых окислов и, иногда, сагенитовую сетку (фиг. 35).

Новообразованиями в осадках являются, во-первых, кристаллы и сростки марказита, достигающие местами значительных размеров и приуроченные обычно к обломкам углистого вещества, иногда даже обрастающие последнее, а во-вторых, сферосидерит, образующий или мельчайшие зерна, как в образце № 431, или крупные, до нескольких сантиметров,

Пофракционный количественно-минералогический состав мезозойских глин (в %)

Фракция (в мм)	Минерал	Межниковская залежь						Пол- днев- ная	Курьи	
		обр. № 436	обр. № 431	обр. № 440	обр. № 438	обр. № 435	обр. № 439		обр. № 428	обр. № 26 № 24
Крупнее 0.5	Кварц	100	нет	100	нет	100	100	—	нет	100
	Полевой шпат	—	фрак-	—	фрэк-	—	—	—	фрак-	сл.
	Углистые зер- на	—	—	—	—	—	—	100	—	—
0.5—0.20	Кварц	85—90	—	80—85	нет	нет	100	2—3	50—60	95—97
	Каолинит . .	10—15	—	15—20	фрак-	фрак-	—	—	40—50	—
	Сферосидерит	—	100	—	—	—	—	—	—	—
	Полевой шпат	—	—	—	—	—	—	—	—	1—2
	Углистые зер- на	—	—	—	—	—	—	97—98	—	—
	Пирит	—	—	—	—	—	—	—	—	1—2
0.20—0.09	Кварц	95—97	нет	60—70	нет	85—90	95—97	3—5	не оп.	80—85
	Каолинит . .	3—5	фрак-	30—40	фрак-	3—5	—	1—2	ред.	—
	Слюда	—	—	—	—	—	—	1—2	—	—
	Углистые зер- на	—	—	—	—	—	2—3	90—95	—	1—2
	Пирит	—	—	—	—	5—10	1—2	—	—	10—15
	Бурый желез- няк	—	—	—	—	—	—	—	—	1—2
	Акцессории .	сл.	—	сл.	—	сл.	сл.	сл.	—	Гра- нат
0.09—0.06	Кварц	60—70	нет	70—80	97—99	85—90	90—95	10—20	50—60	50—60
	Каолинит . .	30—40	фрак-	20—30	—	3—5	2—3	3—5	40—50	—
	Слюда	—	—	сл.	—	сл.	—	1—2	2—5	—
	Пирит	—	—	—	—	7—10	2—5	—	1—2	5—7
	Углистые зер- на	—	—	—	—	1—2	1—2	70—80	—	35—40
	Акцессории .	Рутил	—	—	Пир- кон	—	Цир- кон	—	Тур- малин	Гра- нат
		Цир- кон	—	—	Ди- стен	—	Топаз	—	—	Маг- нетит
Меньше 0.06	Кварц	3—5	3—5	30—40	5—7	5—10	2—5	10—20	5—7	3—5
	Каолинит . .	95—97	90—95	60—70	90—95	90—95	95—98	25—30	90—95	90—95
	Слюда	—	1—2	сл.	сл.	сл.	сл.	5—10	3—5	сл.
	Углистые зер- на	1—2	2—5	—	3—5	1—2	1—2	45—60	—	2—3
	Сидерит . . .	—	1—2	—	—	—	—	—	—	1—2
		—	—	—	—	—	—	—	—	—

стяжения, или псевдоморфозы по стволам и пням деревьев. Глинистая составная часть представлена в большинстве случаев мелкими листочками каолинита, которые собраны в агрегаты, переполненные мельчайшей сыпью железистых минералов и, реже, обломочками угловатых зерен кварца и других песчаных примесей.

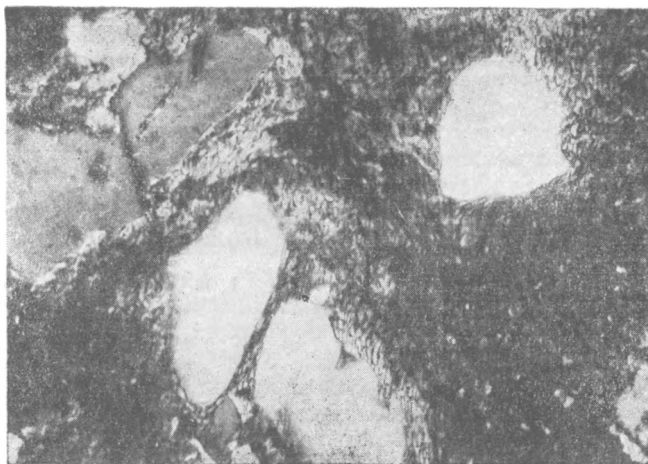
Структурно все глины, за несколькими исключениями, более или менее однообразны; глинистые листочки собираются обычно в пачки спутано-волокнистого или параллельно-волокнистого сложения. В по-

следнем случае структура глин несколько напоминает таковую флюидальных пород (фиг. 36). Иногда такие волокна глинистых агрегатов обте-



Фиг. 36. Струйчато-агрегатная структура глины. Образец № 431 — серая глина из Трой-Байновского месторождения. 75×, николи скрещены.

кают песчанистые зерна, подобно настоящим флюидальным потокам (фиг. 37). Гораздо реже, и при том особенно в песчанистых разностях,



Фиг. 37. Обтекание кварцевых зерен параллельно ориентированными глинистыми чешуйками. Образец № 36 из Белкинского месторождения, песчанистая глина. 75×, николи скрещены.

наблюдается беспорядочное расположение пачек глинистых листочков типа пелитовой структуры М. В. Викуловой (Нерудные ископаемые, 4, 1941).

Углистое вещество в глинах располагается или пятнами, или, чаще, пропитывает все глинистое вещество настолько, что последнее просвечивает только в некоторых наиболее бедных углем участках. Железистые частицы в виде мельчайшей сыпи переполняют глинистое вещество, придавая ему окраску. Крайне характерно, что изредка попадающиеся в таких глинах (образец № 51) крупные каолининовые листочки лишены включений железистых зерен. Структура окрашенных глин такая же, как и белых.

Образец № 333 слюдистых глин совершенно своеобразен, он состоит целиком из крупных зерен: а) кварца; б) в той или иной степени гидратизированного биотита, иногда с сагенитовой сеткой; в) крупнолистоватого каолинита. Все это в той или иной мере загрязнено окислами железа. Расположение отдельных минералов беспорядочное.

Распознать под микроскопом гиббсит в образце № 445 и других образцах, содержащих его, по данным термического анализа, мы не могли. Возможно, впрочем, что к нему относятся некоторые более высокопреломляющие, чем основная масса, участки.

В табл. 38 приведены имеющиеся у нас химические анализы мезозойских глин; эти анализы расположены в том же порядке, как и в табл. 34.

Таблица 38

Химический состав мезозойских глин (в %)

Компоненты	О б р а з ц ы				
	№ 31	№ 26	№ 39/6	№ 33	№ 445
SiO ₂	52.10	45.32	48.90	55.75	40.04
TiO ₂	0.82	1.40	2.00	1.40	2.80
Al ₂ O ₃	31.75	36.09	33.02	24.60	39.38
Fe ₂ O ₃	2.09	2.51	2.28	3.82	0.37
CaC	0.32	0.24	0.36	0.90	0.34
MgO	0.38	0.16	0.25	1.70	0.14
MnO	0.02	0.04	0.03	—	0.02
Na ₂ O	0.05	нет	нет	0.10	0.02
K ₂ O	1.02	0.30	0.07	1.20	0.04
H ₂ O	1.02	0.86	1.60	1.15	1.30
Пот. при прож.	10.50	13.14	11.80	10.10	15.16
Сумма	100.38 ¹	100.38 ²	100.31	100.62	100.22 ³
Нераств. остаток	13.68	1.08	9.03	не опр.	нет

¹ S = 0.31.

² S = 0.32.

³ FeO = 0.61.

- Обр. № 31 — «Пешка», Белкинское месторождения.
 » № 26 — отбойная глина, Куры, шахта № 9.
 » № 39/6 — белая глина из старых разведок, Денежкино.
 » № 33 — слюдистая глина, Белкинское месторождение.
 » № 445 — глиноземистая глина, Трой-Байны, участок Межники.

К рядовым глинам относится здесь только образец № 39/6; образцы № 31 и 26 относятся, соответственно, к «Пешке» Белкинского месторождения и отбойной глине Курьинского месторождения. Образец № 33 — слюдистая глина и образец № 445 — глиноземистая глина Трой-Байновского месторождения.

На основании данных микроскопических подсчетов и кривых нагревания, приведенных на фиг. 38, можно вывести валовой количественно-минералогический состав глин.

Пересчет анализов образцов № 31, 26, 39/6 и 445 не представляет особых затруднений. Весь нерастворимый остаток относится, согласно данным его микроскопического просмотра, к кварцу, TiO_2 — к рутилу; хотя последний в крупных кристаллах встречается относительно редко, но к нему несомненно относится часть мельчайших зернышек, загрязняющих агрегаты глины. Остальная, большая часть этих зернышек относится к свободным окислам железа, почему мы все количество Fe_2O_3 рассчитали на гетит. Мусковит подсчитан был по сумме щелочей, что примерно отвечает данным микроскопического исследования. Остаток относится целиком к каолиниту в образце № 26, каолиниту с крайне небольшой примесью пленок монотермита — в образцах № 31 и 39/6 и каолиниту и гиббситу — в образце № 445. Откинув по количеству SiO_2 каолинит, можно получить в последнем случае чистый гиббсит.

Результаты такого пересчета приведены в табл. 39.

Таблица 39

Расчетный минералогический состав мезозойских глин

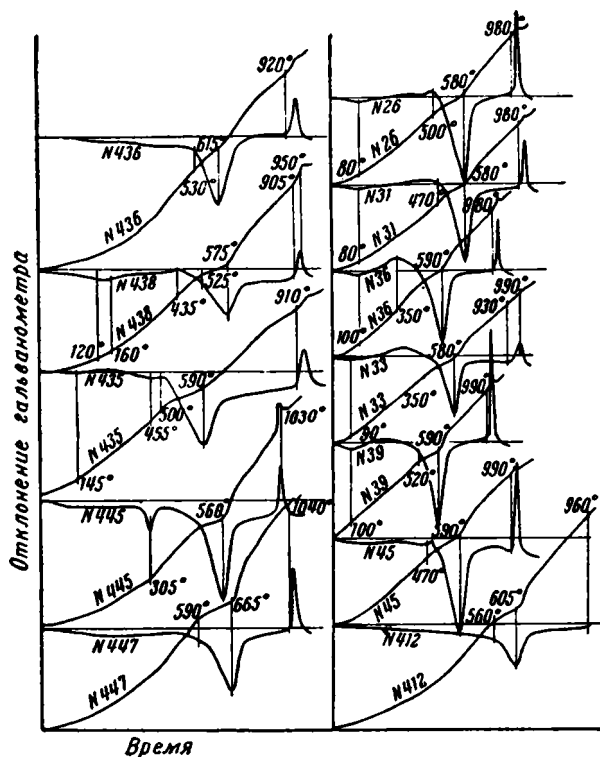
	О б р а з ц ы				
	№ 31	№ 26	№ 39/6	№ 33	№ 445
Кварц	13.68	1.06	9.08	23.0	—
Рутил	0.62	0.40	2.00	1.40	2.80
Пирит	0.58	0.60	—	—	—
Гетит	1.46	1.90	2.54	--	0.98
Карбонат	—	0.83	0.48	} 75.0	—
Мусковит	сл.	2.55	сл.		сл.
Каолинит	} 83.53	91.54	86.21		} 86.01
Монотермит				—	

Особенно трудным оказался пересчет анализа образца № 33 вследствие совершенно неясного в этом образце состава слюды. Судя по малому количеству щелочей и большому — воды, надо думать, что слюда здесь значительно гидратизирована, с чем согласуется и пониженное ее дву-преломление ($N_g - N_p = 0.015 \pm 0.002$). Если принять, согласно микроскопическому подсчету, количество слюды около 30% и отнести к нему все щелочи анализа, то получится, что в слюде будет около 4.0% щелочей, т. е. гидратизированность будет примерно такая же, как в гидрослюде Уктуса, с той лишь разницей, что здесь мы имеем дело с гидробиотитом в понимании Грюнера, а не гидромусковитом, т. е. все железо и вся окись магния входят в слюду.

Кривые нагревания мезозойских глин приведены на фиг. 38. Общий вид их предельно ясен; все они, за исключением образца № 445, имеют полностью каолининовый характер. Особенно эффектна кривая образца № 39/6. На кривой образца № 445 весьма отчетливо выражена примесь гиббсита, дающего эндотермический эффект при 305°.

Крайне интересно, что глина, вмещающая валунчатые руды Высокогорского месторождения, имеет совершенно такой же каолининовый характер, как несомненно мезозойские глины восточного склона (см. кривую нагревания на фиг. 38, образец № 412). Поскольку такие глины во всей

геологической истории мезозоя и кайнозоя Урала появляются только один раз, не лишено вероятия, что валунчатые руды вместе с вмещающей их глиной являются осадком местного мезозойского озера и по возрасту должны принадлежать к континентальной свите нижнего мела.



Фиг. 38. Кривые нагревания мезозойских глин.

Образец № 436 — глина светлосерая рассыпчатая (Трой-Байны); № 438 — глина темносерая пластичная (Трой-Байны); № 439 — глина темносерая песчаная 2-го сорта (Трой-Байны); № 445 — глина белая глиноземистая (скважина 356, глубина 13.20—14.00 м, Трой-Байны); № 447 — глина белая (скважина 356, глубина 14.80—15.40, Трой-Байны); № 26 — отбойная глина 1-го сорта (Курьи, шахта № 9); № 31 — «Пешка» (Белкинское месторождение); № 36 — песчаная (Белкинское месторождение); № 33 — слюдяная глина (Белкинское месторождение); № 39 — белая глина лучшая (Денежинское месторождение); № 45 — глина Вогульского месторождения; № 412 — глина, вмещающая валунчатые руды (Высокогорское месторождение).

3. ТРЕТИЧНЫЕ (НИЗКОСПЕКАЮЩИЕСЯ) КАОЛИНИТ-МОНОТЕРМИТОВЫЕ ГЛИНЫ

Накопления белых глин в пределах третичных континентальных отложений известны в тех местах, где они налегают непосредственно на размытые в той или иной степени породы палеозоя и на покрывающую их толщу каолинового элювия. Конечно, эта приуроченность к границе с палеозоем весьма условная, поскольку отдельные месторождения глины отстоят от выходов палеозоя на 15—20 км. Тем не менее, достаточно показательно то, что на больших удалениях от границы третичных

пород с палеозоем, например в западных районах Курганской области, огнеупорные глины отсутствуют совершенно.

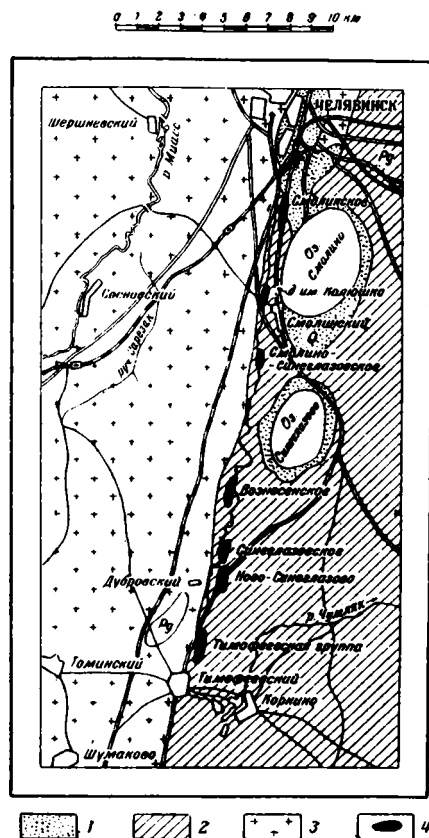
Выходы третичных белых глин известны и на восточном склоне Урала, и на западном (см. карту — фиг. 1).

Ниже мы опишем некоторые наиболее типичные месторождения: крупные пластообразные линзы Бускуля, Увелики и Кумака, более мелкие линзы Смолино-Синеглазовской группы на восточном склоне Урала и ряд месторождений — Усть-Игум, Кишертъ, Мокрополье и др. — на западном склоне. Как по восточному, так и по западному склону мы даем некоторые заключительные замечания; от общих же выводов мы пока воздержимся, поскольку слишком неясно до сих пор геологическое положение западных глин.

Описание месторождений третичных белых глин восточного склона Урала

Смолино-Синеглазовская группа месторождений. К югу от г. Челябинска, почти точно по границе между палеозойским субстратом и полем развития палеогеновых отложений, протягивается четковидная серия месторождений глины, разрабатывавшихся с начала нынешнего столетия и дававших подчас весьма качественную глину. Всего здесь известно семь самостоятельных месторождений, эксплуатировавшихся в то или иное время и перечисляемых ниже по направлению на юг: Смолинское, завода им. Коллюшко, Смолино-Синеглазовское, Вознесенское, Синеглазовское, Ново-Синеглазовское и Тимофеевское. На схеме (фиг. 39) показано относительное расположение их. Как правило, однако, каждое отдельное месторождение складывается несколькими линзами, вытянутыми также в меридиональном направлении. Запасы отдельных линз, как показали добычные работы, относительно невелики — порядка нескольких сотен тысяч тонн в каждой, и это в лучшем случае, а более часто — менее ста тысяч тонн. Обстоятельство это ведет к тому, что каждое месторождение быстро вырабатывается и забрасывается. Во время нашего посещения (1943 г.) эксплуатация глины велась только на трех месторождениях: Смолино-Синеглазовском, Вознесенском и Тимофеевском, но и в них вопрос о неразработанных еще запасах стоял достаточно остро.

Весьма любопытно морфологическое положение месторождений. Местность, сравнительно ровная в западной части, к востоку от линии



Фиг. 39. Группа Смолино-Синеглазовских месторождений глин.

1 — четвертичные отложения; 2 — отложения палеогена; 3 — породы палеозойского фундамента; 4 — месторождения глин.

месторождений резко обрывается на 30—50 м высоты в область озер Смолино и Синеглазово и пос. Коркинского. Месторождения расположены почти у кромки обрыва, занимая наиболее высокие части этой своеобразной «столовой» возвышенности.

Форма залегания глин линзообразная, вытянутая меридионально. Длина главной Смолино-Синеглазовской линзы — около километра (990 м) с максимальной шириной в 260 м, сужающейся местами до 40 м. Мощность глин колеблется от 7—10 до 2 м и менее. Как правило, кровля пласта неровная, что обуславливает колебания мощности и глубины залегания глин.

Несмотря на долголетнюю эксплуатацию и большое значение месторождений группы в уральском балансе глин, геологически изучены они крайне слабо.

Нам удалось ознакомиться только с действующими карьерами и собрать на них некоторое количество материала. Общие сведения мы заимствуем преимущественно из отчетов Обжорина и Воронцова.

Стратиграфическое положение глин Смолино-Синеглазовской группы не совсем ясно. Хотя принадлежность их к третичным отложениям не вызывает сомнения, однако точные их возрастные соотношения с глинами других районов, увельскими и бускульскими, не установлены. Приведем данные нескольких разрезов через глиняную толщу, достигающих палеозойского фундамента.

Район Смолино-Синеглазовского месторождения (Обжорин, личное сообщение, 1942).

1. Растительный слой	0—0.20 см
2. Суглинки, иногда пески с галькой. Частично все несколько обизвестковано	3.10 м
3. Продуктивная толща, пластичные глины, иногда переслаивающиеся песками, частично глинистыми	7.0—9.0 »
4. Кварцевые и кварцево-глинистые пески с мусковитом, часто с галькой.	
5. Известняк C_1^2	

Район Вознесенского карьера (И. И. Воронцов)

1. Растительный слой мощностью	0.5 »
2. Суглинок бурый или серый с различными оттенками, иногда с линзами песка и гравия, с постепенными переходами от песчанистых глин до глинистых песков	2.58 »
3. Продуктивная толща	1.60 »
4. Кварцевые пески и суглинок серого и буроватого цвета	0.90 »
5. Опоковидная белая неоднородная глина	до 7 »
6. Бурый кремнистый железняк	
7. Известняк C_1	
Слой пятый и шестой: опоковидная глина и бурый железняк, часто отсутствуют.	

Район южнее Вознесенского карьера (вблизи Синеглазовского карьера, шурф № 125 (разведка Жуковой в 1942 г.)

1. Растительный слой	0.20 м
2. Суглинок бурый	1.30 »
3. Продуктивная толща:	
а) пестроцветная глина	1.30 »
б) серая с красными и желтыми пятнами	0.45 »
в) серая пластичная глина	0.55 »
г) слоистая с растительными остатками	0.50 »
д) песчанистая глина	0.30 »
4. Песок кварцевый мелкозернистый	2.00 »
5. Песок с галькой роговика и халцедона	0.40 »
6. Гранит.	

Наиболее интересен разрез по Вознесенскому карьере. Указываемый здесь слой опоковидных глин очень характерен и явно параллелизуется с верхами эоценовой (палеогеновой) опоковой толщи (табл. 4, стр. 16-17). Для продуктивной толщи вместе с подстилающими ее песками, с которыми глина образует явно одно геологическое целое, вырисовывается в соответствии с этим параллелизация с принимаемой за олигоценую континентальной толщей.

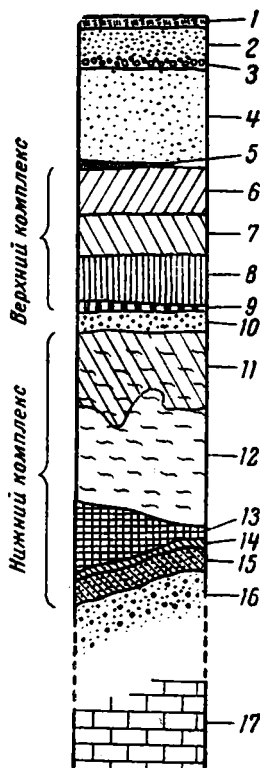
Из наблюдений над глинами мы не могли извлечь сколько-нибудь определенных указаний на их возраст. Хотя в нижних частях глиняной толщи обычно и присутствуют углистые образования, однако ничего определенного для суждения о возрасте они дать не могли. Заклинская, производившая пыльцевой анализ наиболее богатого органикой нашего образца № 320 из Тимофеевского месторождения, обнаружила среди обильных углистых обломков хитиновые панцыри ракообразных (?) и единичные зерна пыльцы сумаха (*Rhus*) и спор класса *Irrimales* Naum., *Aletes* и класса *Rimales* Naum. — *Monoletes*. «Если бы эти споры и пыльца составляли достаточно большой процент в общем спорово-пыльцевом комплексе, — пишет Заклинская, — то возраст глин можно было бы отнести к низам третичного периода».

Состав и строение продуктивной толщи очень устойчивы по всей группе; наиболее полный разрез толщи наблюдался нами в главном карьере Смолино-Синеглазовского месторождения, представленном на фиг. 40.

Вскрышные породы представлены почвенным горизонтом небольшой мощности, под которым залегает толща четвертичных осадков светлого песка с прослоями конгломератов и, ниже, бурового глинистого песка. Резкое несогласие отделяет эти отложения от следующих книзу отложений продуктивной толщи. Поверхность продуктивной толщи неровная; местами наблюдаются в ней небольшие западинки с тонкими, иногда до 10 см, прослойками угля и т. д.

Продуктивная толща отчетливо распадается на два комплекса — верхний и нижний. Нижний содержит наиболее качественные глины, верхний же, как правило, — запесоченные глины, в большинстве случаев идущие в отвал. Разграничиваются между собой оба комплекса постоянным прослоем глинистого песка.

Глины верхнего комплекса в общем весьма однородны, за исключением лишь относительной песчанистости того или иного горизонта. Для всего комплекса крайне характерны розовые полосы и пятна того же типа, как и на известных увельских глинах. Количество песка книзу несколько уменьшается, так что только средние и нижние части глин комплекса могут считаться качественными. Средние части маркируются как 1-й сорт полукислых глин (4-й сорт —



Фиг. 40. Стратиграфическая колонка Смолино-Синеглазовского месторождения.

1 — чернозем; 2 — светлый песок; 3 — конгломерат; 4 — бурый песок; 5 — углистый прослой; 6 — глинистый песок; 7 — песчаная глина 4-го сорта; 8 — песчаная глина, иногда 3-го сорта; 9 — верхний указательный слой; 10 — песок грубовершинистый; 11 — желтая глина; 12 — белая глина; 13 — розовая глина; 14 — нижний указательный слой; 15 — зеленый суглинок; 16 — белый песок; 17 — известняк карбона.

19—20% Al_2O_3)¹ и обычно используются для составления формовочных смесей.

Нижние части в большинстве случаев добываются вместе со средними, но иногда песчанистость их еще более падает, и тогда они маркируются как 3-й сорт глин (25—27% Al_2O_3) и идут в производство огнеупоров совместно с глинами нижнего комплекса.

Под глиняным пластом верхнего комплекса залегает очень характерный слой розовато-серой с светлыми пятнами глины, мощностью 3—10 см, который местные глинокопы называют верхним указательным слоем. Нами он наблюдался почти на всем протяжении карьера, так же как и сменяющий его книзу упомянутый 10-см слой темного песка, разделяющий верхний и нижний комплексы.

Нижний комплекс начинается весьма характерными глинами с большим количеством желтых и бурых железистых подтеков в виде прослоек или неправильных втеков и пятен в них. В отличие от розовых пятен и полос верхнего комплекса, имевших максимальную мощность 0.5—1.0 см и ниже, желтые прослойки и пятна этого слоя весьма широки и достигают 10—20 см. Глины слоя с желтыми пятнами маркируются 2-м сортом; хотя содержание глинозема в них нередко и более 30—33%, но количество железа не позволяет маркировать их 1-м сортом. Изредка попадаются неправильные участки внешне таких же глин, но содержащих больше песка и считающихся 3-м сортом. Наиболее часто участки эти встречаются в верхах слоя, вблизи песчаного прослойка.

Ниже желтых глин располагается мощный слой белой глины, составляющий основу месторождения. Граница между этими глинами и желтыми весьма неровная, бурые прослойки и пятна нередко глубоко опускаются в толщу белых глин, загрязняя их. Внешне слой белых глин весьма однороден и, как правило, при добыче маркируется 2-м сортом. Постепенно книзу количество песка резко уменьшается, глина делается более пластичной и приобретает своеобразный розоватый оттенок. Эти глины иногда содержат свыше 35% Al_2O_3 и маркируются 1-м сортом. Мощность таких глин измеряется обычно сантиметрами, редко более 10 см, и только в тех местах, где нижняя граница всей толщи образует понижения, происходит более значительное накопление этих глин, до мощности в отдельных случаях в 2 м, по указанию глинокопов. Самый нижний горизонт слоя глин 1-го сорта резко выделяется по своей пластичности и по более резко выраженному шоколадному оттенку. Мощность его 4—5 см, редко свыше 10 см. Характерно присутствие примерно в центре этих «шоколадных» глин весьма постоянной тончайшей (до 1—2 мм) прослойки угля или углистых глин. Образец этой прослойки и изучался Заклинской. По качеству глины прослойки — лучшие в месторождении. Местные работники называют этот прослой «шоколадных» глин с углистой прослойкой нижним указательным слоем. Граница между нижним указа-

¹ Для местных глин ставятся следующие требования:

Свойство	1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт
Содержание $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ больше	33.0%	30.0%	27.0%
« Fe_2O_3 меньше	2.0%	2.5%	3.0%
Пот. при прок. не выше	14.0%	12.0%	—
Огнеупорность не ниже	1730°	1690°	1670°
Песка на сите 10000 отв/см не больше . .	3%	5%	8%

тельным слоем и подстилающими его зеленоватыми песчанистыми глинами (зеленым суглинком разреза, фиг. 40) крайне резкая — настолько, что обычно невозможно взять образец, где одновременно имелись бы и та и другая породы. Мощность этого зеленоватого суглинка невелика; книзу он постепенно переходит в мелкозернистый кварцевый песок, который и кончается продуктивная толща. Более глубокие горизонты мезозойско-кайнозойской толщи на месторождении не обнажены. По данным местных работников, шурфы, пробивавшиеся в песке, весьма скоро встречали палеозойские известняки, причем каких-либо четких смен породы не замечалось; наблюдались только в основании песка обильные кремневые гальки.

Весьма неприятную, с точки зрения эксплуатирующих, особенность месторождения образуют частые нарушения положения пласта глин. Местами вскрыша весьма невелика и пласт почти выходит на поверхность, залегая почти горизонтально. В других местах он залегает довольно глубоко (на 10—25 м). Наконец, отмечены случаи очень крутого падения и двоения пласта. Осмотр всех этих нарушений, однако, убедил нас, что во всех случаях здесь произошли позднейшие нарушения первоначально правильного залегания единого пласта, — возможно, как это предполагает Обжорин, в результате карстовых просадок подстилающего месторождения палеозойского известняка.

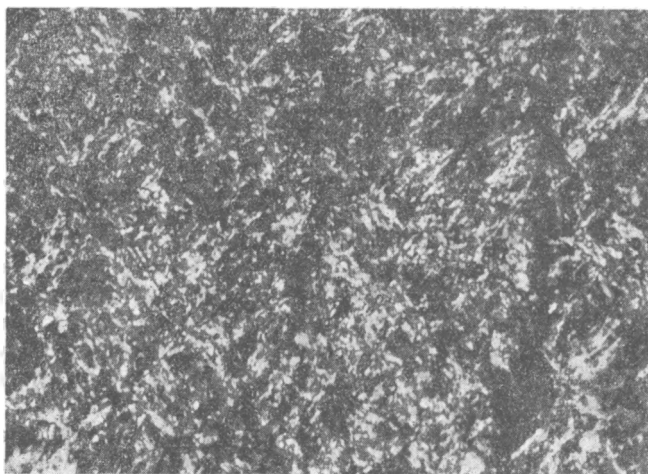
Разрезы других месторождений Смолино-Синеглазовской полосы, надо полагать, имеют такой же характер. Непосредственно наблюдать их в старых карьерах нам не удалось. Однако в отвалах и штабелях, сохранившихся на месторождениях Смолинском, завода им. Колюшко, Синеглазовском и др. характерные разности глин констатируются совершенно четко; особенно типична «шоколадная» глина с углистым прослоем из нижнего указательного слоя.

В карьере Вознесенского месторождения верхний комплекс глин, как правило, не эксплуатируется и удаляется при вскрыше. В продуктивном пласте можно также различать верхнюю часть, содержащую желтые подтеки и имеющую незначительную мощность, менее метра, и преобладающий слой белой глины, в основании которого залегает слой переменной мощности розовой глины и красно-фиолетовый прослой так называемых «шоколадных» глин с углистой полоской. Под ним, так же резко отделяясь, располагается зеленоватый суглинок. Отличие глин Вознесенского месторождения от смолино-синеглазовских глин — исключительно в степени песчаности. Верхние горизонты: желтая, белая и розовая глины в Вознесенском месторождении более песчанисты, чем в Смолино-Синеглазовском, и соответственно маркируются: желтая и белая — как 3-й сорт, а розовая — как 2-й. Глина «шоколадной» прослойки неизменно идет 1-м сортом. Зеленый суглинок, наоборот, в Вознесенском месторождении более глинист и также широко используется; его маркируют 4-м сортом. Таким образом и нижний указательный слой, залегающий в основании забоя Смолино-Синеглазовского месторождения, в Вознесенском карьере залегает в его центральной части.

В Тимофеевской группе месторождений имеется пять карьеров, расположенных, повидимому, на самостоятельных линзах глин; три из них, южные, были заброшены и залиты водой, два северных удалось осмотреть. Верхний комплекс, как и в Вознесенском месторождении, присутствует здесь не везде. В среднем северном карьере он достигает до 3—4 м, в северном карьере размытом, предшествовавшим отложению бурых песков и суглинков, он смыт целиком. Из нижнего продуктивного комплекса наибольшей мощностью, местами до 3—3.5 м, обла-

дает верхний слой желтых глин. Мощность белого слоя невелика, не более 1 м, и местными работниками он не выделяется, но присутствие его в месторождении видно совершенно отчетливо. Ниже располагается четкий слой розовой тонкодисперсной глины; нижний указательный слой «шоколадной» глины с углистой прослойкой вырисовывается в карьерах совершенно отчетливо. Различается и нижний горизонт зеленого суглинка весьма небольшой мощности — около 20 см.

Запасоченность тимофеевских глин почти такая же или большая, чем вознесенских, и глины желтого и белого пласта считаются 3-м сортом, причем пятнами в них встречаются еще более песчанистые разности, которые маркируются 4-м сортом. Розовая глина образует обычно 2-й сорт. Зеленый суглинок не рассматривается как полезное ископаемое.



Фиг. 41. Чешуйчатая структура монотермитовой глины. Образец № 168. Зеленый суглинок из глиняного пласта (Смолино-Синеглазовское месторождение). 75×, николи скрещены.

Что касается минералогии глинистой части и ее структур, то замечаются более или менее определенные закономерности. Верхние цветные глины (образцы № 323 и 330) сложены в основном сильно песчанистым монотермитом, образующим характерные спутанно-волокнистые структуры. Железистые пятна резко отделены от основной массы глины. Кроме того, вся глина заполняется мельчайшими выделениями железоокисных минералов.

Образец глины верхнего указательного слоя № 331 подобным же образом сложен монотермитом. Структура его весьма характерная, брекчиевидная. Мелкозернистый спутанно-волокнистый монотермит образует подобие обломков, цементируемых таким же монотермитом, но в виде крупных однородно погасающих, изогнутых листочков. В простом свете обломки от листочков отличаются тем, что в цементе не видна обычная в этих глинах сыпь мельчайших зерен окисножелезных минералов. Много в глине (цементе) зерен карбоната.

В желтых глинах (образцы № 332, 168 и 317) опять-таки явно монотермитовый состав; структура спутанно-волокнистая, войлочная, частично брекчиевидная (образец № 332); иногда (образец № 168) много карбо-

пата. Желтая окраска располагается пятнами, и желтый оттенок приобретает само глинистое вещество. Окисножелезистая сыпь наблюдается одинаково в желтых и белых участках.

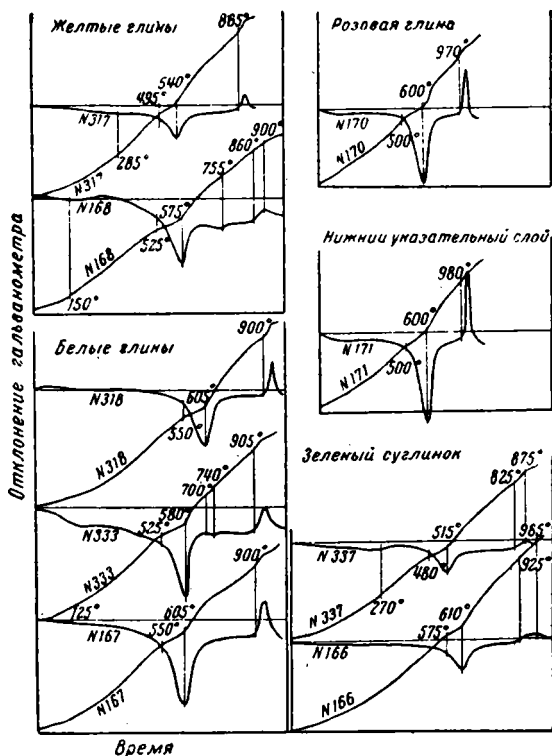
Образцы белых глин (№ 333, 167, 318 и др.) пелитоморфны и характеризуются весьма тонкой кристаллизацией глинистого вещества; двупреломление почти не распознается; светопреломление порядка 1.560 (каолинит). Встречаются обломочки углистых материалов.

Образцы розовой глины и указательного слоя почти неотличимы под микроскопом от белых глин: те же почти полная изотропность и тончайшая кристаллизация, за исключением углистой полоски, с ее более ясно окристаллизованным типичным каолинитом.

Зеленые суглинки весьма любопытны и резко отличаются от всех предыдущих более крупной кристаллизацией их глинистой части; размеры листочков — до сотых миллиметра. Расположение их беспорядочное, реже намечается некоторая волокнистость (фиг. 41).

Оптические определения были подтверждены кривыми нагревания, полученными А. И. Цветковым и Г. В. Шаковой. На фиг. 42 они расположены в том же порядке, как и в предыдущем описании. Мерой «монотермитовости» может служить здесь соотношение величин эндо-экзотермических эффектов. В образцах желтых глин, как мы видим, экзотермический эффект весьма невелик, почти как у типичных монотермитов. Несколько неясна нам экзотермическая остановка при температуре 750° в образце № 168; возможно, что она происходит от примеси карбонатов, отмеченных при микроскопическом просмотре. Образцы белых глин дали кривые промежуточного типа между таковыми монотермита и каолинита. Кривые для образцов № 170 и 171 — типичные кривые каолинита. Кривые зеленого суглинка — скорее монотермитовые.

К сожалению, мы не располагаем достаточным количеством химических анализов наших образцов. В. А. Молевой сделан полный анализ образца № 171. Кроме того, выполнен частичный анализ образца № 167. Анализы эти приведены нами в табл. 40. Характерной особенностью образца № 171 является чрезвычайно малое количество щелочей. Что касается образца



Фиг. 42. Кривые нагревания глин Смолино-Синеглазовской группы месторождений. Образцы № 317 и 318 — Тимофеевское месторождение; № 333 и 337 — Смолино-Синеглазовское месторождение; № 168, 167, 170, 171 и 166 — Вознесенское месторождение.

№ 167, то, судя по общей сумме, количество щелочей здесь должно быть порядка 1.0—1.5%. Все это согласуется с приведенными выше минералогическими данными. Анализ образца № 171 отвечает почти теоретическому каолиниту (примесей кварца и рутила не более 5—7%).

Некоторые данные о химическом составе выделенных слоев можно получить и на основании приводимых в литературе технических анализов.

Таблица 40

Химические анализы глины Смолино-Синеглазовской группы
(в %)

Компоненты	Вознесенское место- рождение		Синеглазов- ское место- рождение, светлосерая глина
	обр. № 171	обр. № 167	
SiO ₂	46.24	48.04	49.38
TiO ₂	1.10	1.12	0.92
Al ₂ O ₃	37.01	32.50	33.38
Fe ₂ O ₃	0.91	1.76	2.54
CaO	0.36	0.57	0.78
MgO	0.35	0.39	0.58
Na ₂ O	0.09	не опр.	0.22
K ₂ O	0.29	» »	0.34
H ₂ O	3.50	3.87	2.00
Ит. при прок. . . .	13.90	10.87	10.32
Сумма	100.25 ¹	99.12	100.46

¹ Пересчитано на вещество, высушенное при 110°.

Один из них (Федосеев и Зенькович, 1937), характеризующий светлосерую глину Синеглазовского месторождения, приведен в табл. 40. Относится он, очевидно, к глинам из белого слоя. Повышенное содержание щелочей в нем должно отвечать в той или иной мере монотермитовому веществу.

Общность минералогического состава и последовательности напластования в разных, удаленных друг от друга, линзах глины свидетельствует об одновременности отложения и о генетической близости глин.

Нижне-Увельское месторождение. Расположено непосредственно в районе ст. Нижне-Увельская Южно-Уральской ж. д. Карьер находится к северо-западу от станции.

Месторождение относится к самым верхним горизонтам местных третичных образований (олигоцен — миоцен?), прикрываемым четвертичными отложениями и бурыми и темнобурыми глинами неясного возраста. Мощность пласта огнеупорной глины — от 1 до 6 м, наиболее часто — около 2—2.5 м. Подстилающей породой является разно окрашенный крупно- или мелкозернистый песок, эксплуатирующийся отчасти как формовочный. Песок этот, в свою очередь, налегает, повидимому, согласно, на весьма характерные опоки. Мощность вскрыши невелика, примерно равна мощности огнеупорной глины и крайне редко превышает 4 м.

Форма залежи глины линзообразная, приближающаяся к пластовой; пласт одинаковой мощности сохраняется на больших протяжениях.

Разведана и эксплуатируется на огнеупорное сырье пока одна только крупная линза, расположенная в непосредственном соседстве со станцией железной дороги. Имеются, однако, в районе и другие линзы, например Карцевская, и т. д.

Строение продуктивного пласта по обнажению его в настоящее время в карьере сводится к следующему.

Вскрыша, достигающая, как сказано, 1—3 м мощности, сложена почвенным слоем, суглинком, отчасти песчанистым, подстилаемым пластичной бурой глиной, налегающей, в свою очередь, на продуктивную серую глину. Контакт между обеими глинами неправильный и достаточно резкий. В некоторых местах получается впечатление трансгрессивного залегания бурых глин на продуктивном слое.

Продуктивный слой в верхней своей части обладает мелкоглыбовой отдельностью, которая ниже переходит в подобие столбчатой, сменяемой еще ниже, в 1—1.5 м от верхней границы, крупностолбчатой или крупноглыбовой.

Вредные примеси в глине: а) окислы железа; б) песок и мелкий кварц. Распределение их по пласту более или менее случайное. Красные окислы железа дают характерные для увельских глин малиновые красножелезные подтеки. Наибольшее количество малиновых участков и малиновых подтеков приурочено к верхней части месторождения, причем подтеки частично располагаются по трещинам упомянутой выше отдельности, а частично проникают и во всю массу породы. Причиной подтеков являлся, повидимому, пирит, так как в верхних частях такого подтека обычно удается найти зерно красного железняка, залегающего в пустоте кубической формы. Техническое значение этих подтеков и скоплений красного железняка весьма велико, поскольку при изготовлении кирпича такое зерно или скопление даст выплавку, портящую изделие. Низ пласта гораздо более чист от примесей железа. О распределении запесоченности по месторождению никаких данных у нас нет; запесоченные участки встречаются гнездами и пятнами, нередко резко переходя по простирацию в глины, совершенно незапесоченные.

Вследствие внешней однородности глины нам пришлось в своих исследованиях ограничиться всего лишь немногими образцами, характеризующими местное сырье. Типичная средняя глина из центральной части пласта, совершенно лишенная железистых подтеков, представлена образцом № 63, железистые участки, встречающиеся на том же горизонте, — образцом № 62. Рядовые глины из обычных работ: глина 2-го сорта — образцы № 65 и № 6; глина 3-го сорта — образец № 66; глина 4-го сорта — образец № 67.

Таблица 41

Гранулометрический состав типичных нижеувельских образцов (в %) (ареометрический анализ)

Фракции (в мм)	О б р а з ц ы			
	№ 63	№ 65	№ 66	№ 67
Крупнее 0.10	1.5	1.0	3.8	1.0
0.10—0.05	2.5	1.0	2.4	4.0
0.05—0.01	4.9	5.2	8.3	12.0
0.01—0.005	9.6	6.8	9.0	14.0
Мельче 0.005	81.5	86.0	76.5	69.0

В табл. 41 приведены гранулометрические составы этих образцов. К сожалению, ввиду пластичности глины, получить действительно хорошо отмытую песчанистую часть было невозможно.

В крупных фракциях всегда оказывалась примесь глинистых агрегатов; особенно вредно такая примесь должна сказаться при ареометрическом анализе; поэтому к приведенным цифрам следует относиться как к сугубо ориентировочным. Основные выводы, подтверждаемые микроскопическим изучением, следующие: а) главная масса кварцевых песчанистых частиц состоит из мелкого кварца с диаметрами зерен порядка 0.05—0.005 мм; б) частицы преобладающего железистого материала мельче 0.005 мм; в) распределение песка по образцам разного сорта более или менее одинаково.

Структурно-минералогический характер глины во всех случаях более или менее одинаков. Все образцы представляют собой спутанно-волокнистый агрегат листочков глинистого минерала, судя по достаточно высокому (порядка 0.010 — 0.015) двупреломлению — монотермита, среди которого разбросаны угловатые зерна кварца и мельчайшая сыпь железистых и рутитовых зерен. Местами железистая сыпь концентрируется в сплошные железистые (красные) пятна, но глинистый минерал в непосредственной близости к такому железистому участку сохраняет свою прозрачность и бесцветность. В образце № 66 различается отчетливо некоторая брекчиевидность, намечающаяся, впрочем, и в остальных образцах; угловатые участки глины из мелкоспутанного войлока листочков погружены в массу того же вещества, но со значительно более правильным расположением глинистых листочков, в виде потоков, облекающих «обломки». При этом такой поток значительно сильнее действует на поляризованный свет.

Мы располагаем только одним анализом нижеуельской глины (образца № 63), приведенным в табл. 42. Это типичный образец местной глины, но совершенно свободный от железистых пятен. Характерно, что цифры железа в анализе, тем не менее, довольно высокие.

Таблица 42

Химический состав образца нижеуельской глины и его пересчет (аналитик В. А. Молева)

Окислы	Вес., %	Молекулярные количества	То же на $Al_2O_3 = 1.00$
SiO_2	48.50	0.846	2.73
TiO_2	1.08	0.014	—
Al_2O_3	31.60	0.310	1.00
Fe_2O_3	1.80	0.011	—
CaO	0.56	0.010	—
MgO	0.70	0.018	0.09
$K_2O + Na_2O$	0.60	0.006	—
H_2O	4.72	0.261	0.84
Пот. при прок.	10.40	0.578	1.87
Сумма	99.96	—	—

Как известно, общее содержание окислов железа в уельских глинах — около 3%. Таким образом железистые пятна, различаемые микроскопически, содержат в себе не более половины общего содержания железа. 1.5—2.0% окиси железа составляют, повидимому, предел возможной

очистки местных глин. В части содержания глинозема образец № 63 достаточно типичен для месторождения; рядовые глины здесь явно более глиноземисты, чем глина, изученная Керамическим институтом (Федосеев и Зенькович, 1937).

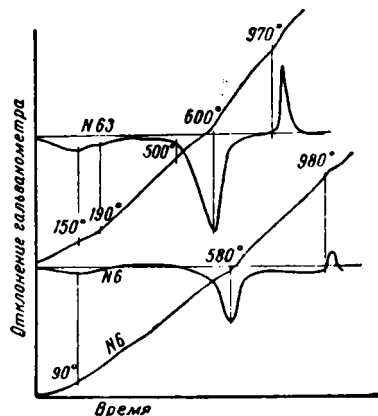
Содержание щелочей в глинах Нижне-Увельского месторождения, повидимому, колеблется, как и в глинах Бускульского и Синеглазовского месторождений. Образец № 63 относительно беден щелочами; в образце Керамического института $K_2O=0.97\%$; $Na_2O=0.60\%$. В полном согласии с химическим составом находятся и кривые нагревания. На фиг. 43 даны кривые образца № 63 и образца № 6 из рядовых добыч руды. Экзотермика в образце № 63, очевидно в связи с малой щелочностью, выражена сравнительно сильно. В образце № 6 она значительно менее ясна; возможно, что по содержанию щелочей он приближается к образцу, анализируемому Керамическим институтом.

Региональное обследование Нижне-Увельского района до сих пор не произведено; разрабатывается только одна весьма крупная линза. Но, конечно, эта линза не является уникальной. Так, имеется указание на существование еще ряда месторождений к северу от нее (Кичигинское и Ключевское), а также и далее, вплоть до ст. Еманжелинской, где разведки на песок и просто железнодорожные выемки вскрывали глины, внешне весьма похожие на нижеувельские.

На юге вплотную к Нижне-Увельскому месторождению примыкает довольно хорошо разведанная Фаддеевым Упунская группа, состоящая из семи отдельных линз, содержащих глину, похожую на нижеузельскую, но значительно более песчанистую и поэтому не разрабатывающуюся.

Отсутствие крупных работ, освещающих ресурсы глин Нижне-Увельского района, а равно и приуроченность разведанных точек к пристанционным участкам, говорит о крайне малой разведанности Увельского района в целом. Первоочередной задачей является организация более широких поисково-разведочных работ по району. Вполне вероятно, что, как и на Бускуле, здесь имеется целая серия не связанных между собою, но сходно построенных линз.

Бускульская группа месторождений. Под именем Бускульского месторождения известен ряд линз глины, разбросанных на довольно большой территории к югу и юго-западу от г. Троицка. Основным источником наших знаний об этой группе служат исследования Г. С. Левченко, проводившиеся в порядке подготовки сырьевой базы для Магнитогорского металлургического комбината. Обследованию подвергся тогда весь район развития молодых отложений между разездом Магнай, ст. Бускуль и разездом Саломат, причем открыты были три крупные линзы глины, расположенные на значительном расстоянии — 10—45 км к западу от железнодорожной магистрали. Это так называемые Центрально-Бускульская, коммуны им. Цвиллинга и Берлинское месторождения и несколько более мелких точек, расположенных как в непосредственной близости от железнодорожной станции Бускуль (Бускуль-пристанционный, участок



Фиг. 43. Кривые нагревания типичных нижеувельских глин.

Так-Булды), так и на значительном удалении от нее (Мазаевское место-рождение), и некоторые другие, еще более мелкие.

Участок Бускуль-пристанционный ко времени нашего посещения, в начале 1943 г., был целиком выработан. Разрабатывался же и в 1943, и в 1944 гг. еще более интенсивно участок Бускуль-Центральный.

Согласно данным О. И. Першаковой, геолога Бускульского карьера, геологическое строение всех бускульских линз более или менее одинаково: везде лучшие глины лежат в основании продуктивного пласта; более песчанистые, а иногда более железистые — вверху. Совершенно одинаково и геологическое положение всех линз. Чрезвычайно интересна в этом отношении скважина № 822, глубиной 65 м, пробуренная в нескольких десятках метров к востоку от участка Бускуль-Центральный и достигшая подстилающих мезозой и кайнозой кварцевых диоритов. Разрез по этой скважине, по данным Г. С. Левченко, представлен в табл. 43.

Таблица 43

Разрез по скважине № 822 на участке Бускуль-Центральный
(по Левченко)

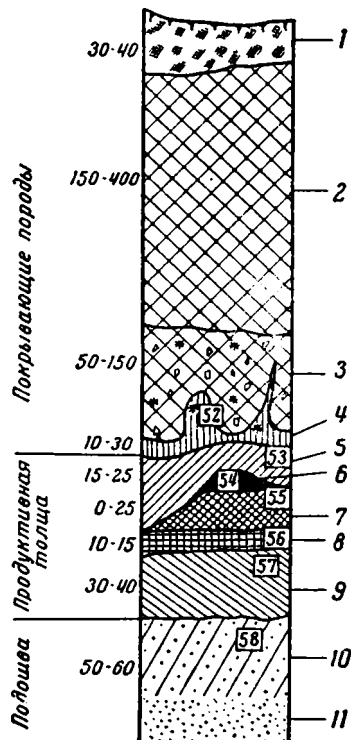
Геологическая интерпретация	Интервал проходки		Описание породы
	от	до	
Четвертичные отложения	0	3.0	Бурый суглинок
Олигоцен и миоцен	3.0	4.0	Продуктивный пласт: глина светлосерая, жирная, пластичная, с редкими прослойками желтой
	4.0	13.1	Песок тонкозернистый, глинистый, светложелтый
Эоцен	13.1	15.85	Опока светлосерая с бурыми пятнами вверху, зеленовато-серая внизу
	15.85	28.36	Опока темносерая с зеленым оттенком, различной плотности.
Палеоцен; внизу, повидимому, датский и маастрихтский ярусы	28.36	32.57	Песчаник кварцево-глауконитовый с опоковым цементом
	32.57	33.77	Песок серо-желтый тонкозернистый
	33.77	35.27	Валун кварцевого диорита
	35.27	35.46	Песок зеленовато-серый, среднезернистый, с прослойками буровато-серого
	35.47	36.46	Песок темносерый глинистый
	36.46	45.60	Песок тонкозернистый, серовато-зеленый, слабоглинистый
	45.60	47.33	Кварцевый галечник с опоковыми глинами
	47.33	51.80	Песок тонкозернистый, слегка глинистый, зеленовато-серый
	51.80	52.85	Кварцевый галечник с опоковой глиной
	52.85	53.15	Валун кварцевого диорита, выветрелый
Палеозой	53.15	60.40	Песок тонкозернистый, слегка глинистый, зеленовато-серый
	60.40	65.07	Кварцевый диорит

Геологическая интерпретация скважины, приведенная в первой колонке, не вызывает особых сомнений. Левченко пишет, что низы вскрытой толщи, возможно, следует отнести к мезозою. Отсутствуют продукты выветривания кварцевого диорита, определенно указываемые Левченко в других скважинах (№ 687, 839, 838 и т. д.) и представляющие собою жирные глины серого, желтовато-фиолетового и сиреневого цветов, напоминающие каолины и местами сохранившие структуру материнской породы.

Продуктивный пласт, как оказалось при осмотре его в действующем карьере (квартал № 146), имеет хорошо выраженную слоистость, которая, по данным О. И. Першаковой, совершенно четко прослеживается по всему месторождению. На фиг. 44 приведен типовой разрез продуктивного пласта, причем на нем обозначены места взятия изученных нами образцов. Характерно, что разбровка и маркировка глин ведется по отдельным пластам; сорт, а следовательно и содержание глинозема и песка устойчивы по отдельному пласту. Пласты эти следующие:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Почвенный горизонт | 0.20—0.40 см |
| 2. Бурые суглинки | 1.5—4.0 м |
| 3. Суглинки бурые с большим количеством гнезд гипса, известняка и выцветов солей. Местные втеки и пятна серых и белых огнеупорных глин | 0.5—1.0 » |
| 4. Желтовато-серые глины, иногда со стяжениями известняка, реже гипса или с пятнами суглинка (3-й или 2-й сорт) | 0.15—0.20 » |
| 5. Темносерая глина; присутствует только в некоторых случаях, образуя мелкие линзы и пятна | 0—0.10 » |
| 6. Темноватосерая глина в большинстве случаев присутствует, но может и не быть (квалифицируется как 1-й или 2-й сорт) | 0.15—0.20 » |
| 7. «Поясок» — темноватосерая глина, слабо пластичная, под кайлом рассыпается. Очень постоянный слой, прослеживающийся по всему месторождению (центральной линзе). Глина, добытая только из «пояска», идет как 2-й сорт; обычно в смеси с выше- или ниже лежащей пластичной глиной квалифицируется как 2-й сорт | 0.1—0.15 » |
| 8. Серая глина с мелкими участками желтого оттенка, местами с бурыми подтеками — 1-й сорт (желтоватые участки по железу попадают во 2-й сорт) | 30—40 см |
| 9. Песчанистая глина с зеленоватым оттенком (3-й сорт или полукислая, не эксплуатируется). | |

Мощность в см



Фиг. 44. Схематическая стратиграфическая колонка продуктивной толщи линзы Бускуль-Центральной.

1 — чернозем; 2 — суглинок бурый; 3 — суглинок бурый, более глинистый, со стяжениями гипса и кальцита; 4 — желтоватая глина со стяжениями гипса и кальцита; 5 — желтовато-серые глины 3-го, реже 2-го сорта; 6 — темносерая глина (редкие пятна и линзы); 7 — темноватосерая глина, нередко отсутствует, 1—2-го сорта; 8 «поясок» — рассыпающаяся темносерая глина 3-го сорта; 9 — серая глина (лучшая, 1-го сорта), местами желтые пятна и бурые подтеки; желтая — 2-го сорта; 10 — зеленоватая песчанистая глина, 3-го сорта (или 1-го сорта полукислая); 11 — мелкозернистый песок. Цифры обозначают места взятия и номера образцов.

Продуктивные пласты, выделенные под №4—8, так как глины 3-го сорта и полукислые на месторождении не добываются. Границы между огнеупорными глинами и бурыми суглинками отвечают явному несогласию. Переход в пески постепенный.

Очень затрудняет работу на руднике местное ожелезнение глин. Спорадически те же глины, сохраняя полностью свою слоистость, замещаются цветными глинами — яркожелтыми или малиново-красными. Содержание железа в таких цветных глинах значительно более высокое, и практически такие глины бракуются. Какой-либо правильности в распределении цветных глин на руднике замечено не было; количество их местами весьма значительно; в некоторых случаях (например, в Так-Булды) их

так много, что соответственные участки, несмотря на прекрасное качество белых глин, становятся невыгодными для разработки.

Второй неприятной особенностью месторождения является наличие в некоторых глинах растворимых солей. Выше мы уже отмечали постоянное присутствие в бурых суглинках, на границе с огнеупорными глинами, скоплений известкового материала и розочек гипса, частично и выцветов солей. Все это проникает и в верхние зоны продуктивной толщи, так что иногда и вся толща глин оказывается пропитанной растворимыми солями. Если количество солей превышает 0.5%, то такие

глины, по техническим условиям рудника, не подлежат эксплуатации. Приуроченность такой засоленности к границам бурых суглинков и огнеупорных глин, а также распределение ее пятнами в последних, заставляет нас предполагать здесь влияние позднейших соленых озер. Убеждает нас в этом также и солевой состав растворимых солей, повидимому из хлористого натра и сернокислого магния (табл. 44), т. е. тех же компонентов, что и компоненты солей современных соленых озер этого района.

Причина появления цветных глин в месторождениях нам неясна: можно предположить, что на степень ожелезнения влияли условия седиментации глины, хотя дальнейших доказательств на этот счет у нас не имеется.

Гранулометрический состав изученных бускульских глин сведен в табл. 45. Каких-либо закономерностей здесь не удастся заметить. Причина

Таблица 44
Состав воднорастворимых солей в образце № 60, взятом в засоленном участке месторождения Бускуль-Центральный

И о н	Вес. %	Мг/экв.
Cl'	0.36	0.2
Na'	0.25	0.2
SO ₄ "	0.25	0.1
Mg"	0.06	0.1

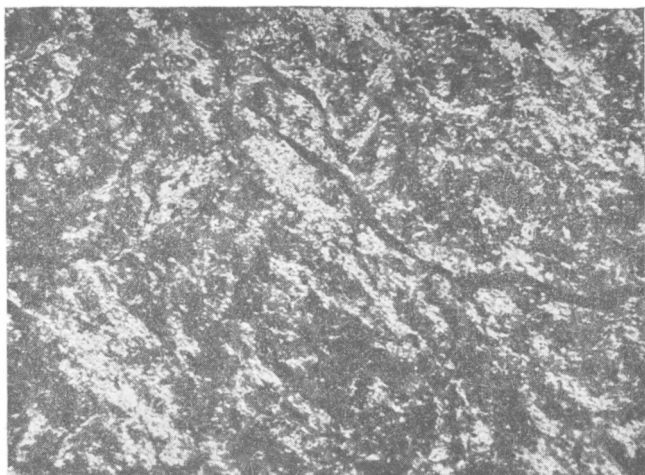
Аналитик П. С. Лазаревич.

Таблица 45

Гранулометрический состав бускульских глин (в %)
(данные ареометрического анализа)

Фракция (в мм)	О б р а з ц ы					
	№ 53	№ 54	№ 55	№ 56	№ 57	№ 58
Крупнее 0.10	3.2	7.2	5.0	4.5	7.9	5.0
0.10—0.05	3.4	1.8	1.0	1.5	0.1	4.5
0.05—0.01	6.3	10.5	2.0	1.0	1.5	20.5
0.01—0.005	14.3	12.0	14.0	15.0	10.5	18.5
Мельче 0.005	72.8	68.5	78.0	78.0	80.0	51.5

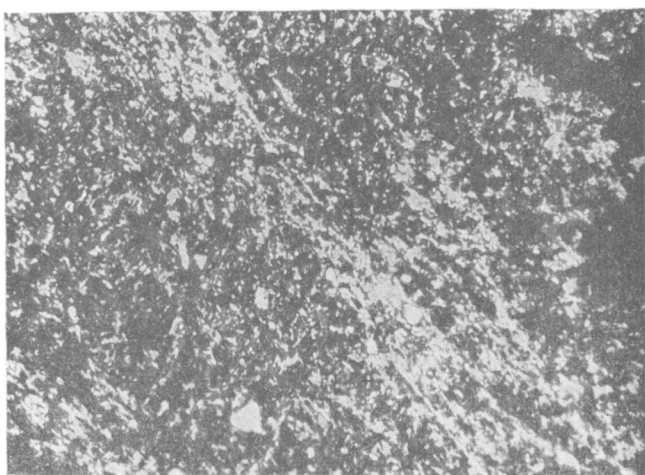
заключается в том, что из-за пластичности глин они не размокают полностью в воде, и в результате при производстве механического анализа в крупных фракциях частью присутствуют агрегаты глинистых мине-



Фиг. 45. Агрегатная структура глины.

Образец № 53. Глина желтовато-серая. Бускульское месторождение. 75X, николи скрещены.

ралов. К тому же в мелкую фракцию (меньше 0.01 мм) отходит значительная часть мелкого угловатого кварца.



Фиг. 46. Волокнисто-чешуйчатая структура монотермитовой глины.

Образец № 58. Бускуль, низ глинистого пласта. 75X, николи скрещены.

Кроме кварца и глинистых агрегатов, в составе крупных фракций констатированы слюдяные листочки и, как очень большая редкость, сферолитовые сростки каолинита.

Микроскопическая картина в шлифах из глин разных горизонтов остается более или менее постоянной: в большинстве случаев (образцы № 52, 53, 55) — это спутанно-волокнистые, войлокоподобные агрегаты относительно мелких (порядка десятых и сотых долей миллиметра) веретенообразных листочков монотермита или каолинита (фиг. 45). Реже (образцы № 57, 61) наблюдаются параллельные вроски глинистых листочков. Изредка в эту массу погружены мелкие зерна кварца, иногда окруженные листочками, ориентированными согласно контакту с кварцевым зерном.

Совершенно иной характер имеет структура образца № 58. Наблюдается исключительное обилие кварцевых зерен и, в промежутках между ними, агрегаты беспорядочно или волокнисто расположенных листочков глинистого минерала (фиг. 46).

Весьма тонкозернист образец № 60, обладающий пелитовой структурой. Крупную кристаллизацию каолинита мы наблюдаем в образце № 54; каолинит образует здесь агрегаты вермикулитоподобных сростков, цементированных более мелким каолинитом (фиг. 47). В засоленных глинах, кроме глинистых минералов и песка, констатированы также новообразования гипса, показанные на фиг. 48.

В отношении характера глинистого минерала здесь распознаются более сильно двупреломляющие ($Ng - Np = 0.012 - 0.015$), монотермитовые (образцы № 52, 57, 58) и обычные каолининовые (образцы № 53, 54, 55) разности со всеми переходами между ними.

О том же смешанном монотермито-каолининовом составе бускульских глин свидетельствуют и данные химического анализа и термички их.

Т а б л и ц а 46

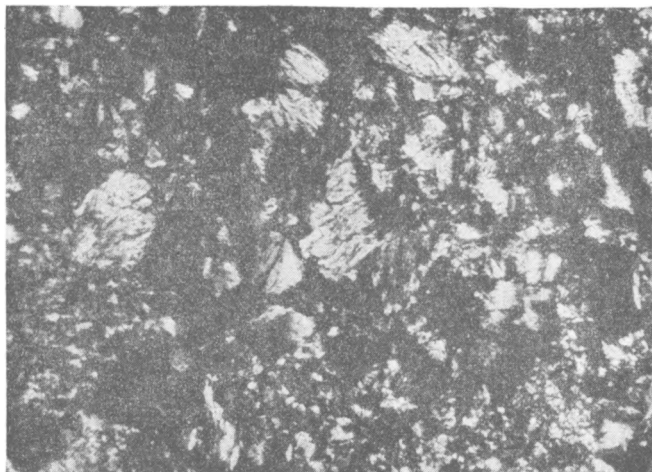
Химический состав бускульских глин (в %)

О к и с л ы	О б р а з ц ы				
	№ 56	№ 57	№ 58	№ 59	№ 60
SiO ₂	62.84	50.80	55.36	54.92	55.05
TiO ₂	1.40	1.14	1.37	1.40	1.17
Al ₂ O ₃	21.86	29.30	25.88	26.36	25.30
Fe ₂ O ₃	1.60	2.86	1.52	1.68	4.20
CaO	0.32	0.34	0.52	0.32	0.06
MgO	0.39	0.80	1.26	0.96	1.06
Na ₂ O	0.10	0.08	2.33	0.34	0.35
K ₂ O	1.56	0.80		1.45	0.32
H ₂ O	2.40	4.00	3.80	3.46	5.20
Пот. при прок.	7.52	10.00	11.92	9.06	12.80
Сумма	99.99	100.12	100.16 ¹	99.95	100.31 ¹
Аналитик	В. А. Молева		П. С. Лазаревич	В. А. Молева	П. С. Лазаревич

¹ Расчет на высушенное при 110° вещество.

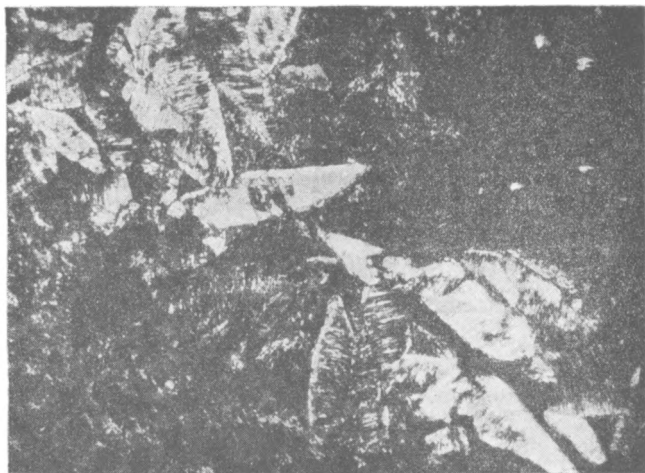
- Обр. № 56 — Глина «Поясок» из месторождения Бускуль-Центральный.
 » № 57 — Глина нижнего пласта из месторождения Бускуль-Центральный
 » № 58 — Глинз подошвы » » »
 » № 59 — Глина из месторождения коммуны им. Цвиллинга (из коллекции Седойкина).
 » № 60 — Засоленная глина из месторождения Бускуль-Центральный.

Всего мы располагаем тремя полными анализами образцов из разреза (образцы № 56, 57 и 58) и двумя, не привязанными к какому-либо слою разреза: образец № 60 — ожелезненной и засоленной глины из восточного



Фиг. 47. Крупные каолиновые листочки в образце № 54. Темносерая глина, Бускуль-Центральный. 75×, николи скрещены.

засоленного участка и образец № 59 — серой глины из линзы у коммуны им. Цвиллинга, доставленной нам т. Седойкиным. Судя по описанию



Фиг. 48. Выделение розеток гипса. Образец № 65, засоленные глины, Бускуль-Центральный, 46×, николи скрещены.

Седойкина, образец этот является аналогом наших серых глин₁ (образец № 54). Анализы эти сведены в табл. 46.

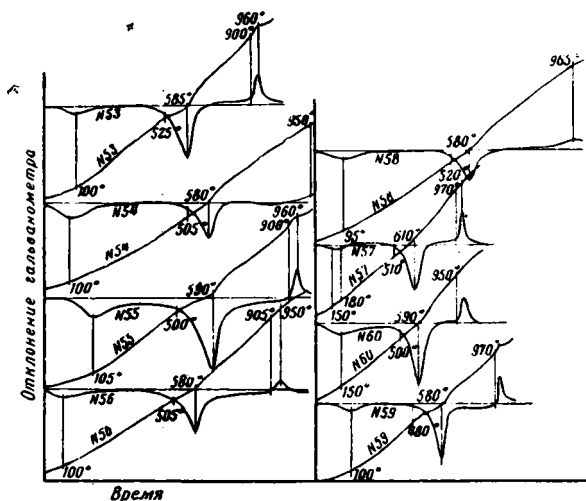
Как мы видим, колеблются здесь в довольно широких пределах цифры кремнекислоты, глинозема и щелочей. Первые два окисла варьируют, очевидно, в связи с присутствием того или иного количества кварца. Колебания же количества щелочей отражают изменения в составе глинистой части (следует учесть, что в образце № 60 около 1% составляют растворимые соли Na и Mg) (табл. 44). Особенно отчетливо они выступают, если от валового анализа откинуть содержание кварца. В табл. 47 при-

Таблица 47

Молекулярный состав бускульских глин

Окислы	О б р а з ц ы				
	№ 56	№ 57	№ 58	№ 59	№ 60
SiO ₂	4.84	2.95	3.66	3.53	3.70
Al ₂ O ₃	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
RO	0.07	0.09	0.15	0.11	0.10
R ₂ O	0.09	0.04	0.09	0.08	0.02
H ₂ O	1.94	1.94	2.76	1.95	2.70
aq.	0.69	0.78	0.83	0.73	1.17

ведены молекулярные соотношения важнейших глинообразующих окислов при Al₂O₃, принятом за единицу. Количества окислов типа R₂O и RO



Фиг. 49. Кривые нагревания бускульских глин.

Образец № 53 (Бускуль-Центральный) — желтовато-серая глина, верх пласта, 2-го сорта; № 54 (там же) — глина темносерая, 3-го сорта, гнезда под № 53, № 55 (там же) — глина темноватосерая, 1 — 2-го сорта, залегает над «пояском»; № 56 (там же) — глина «поясок» (рассыпчатая); 3-го сорта; № 57 (там же) — глина серая, 1-го сорта, нижняя, наиболее ценная часть слоя; № 60 (там же) — глина засоленная № 59 (Бускуль, участок коммуны пм. Нивилинга) — глина серая, лучшая.

могут служить мерой относительной «монотермичности» основного каолинового вещества. Наибольшее его количество в образце № 58 и последовательно меньшее в образцах № 59, 56, 57 и 60. Повышенное против 2.00 молекул количество SiO₂, очевидно, объясняется примесью кварца; подобным же образом повышенное количество H₂O (потери при прокаливании) в анализах образцов № 58 и 60 может объясняться в первом случае некоторым количеством органического вещества, а во втором, кроме того, — и присутствием некоторого количества гидроокислов железа, не учтенных при пересчете.

В достаточно хорошем согласии с аналитическими данными находятся и

кривые нагревания изученных образцов (фиг. 49). Колебания в содержании монотермитовой примеси сказываются в размере экзотермической остановки.

Кумакская группа месторождений. Выходы глин здесь обнаружены от района г. Орска до ст. Кумак, а южнее — на обширной равнине водораздела рр. Кумак и Ори. Разведкам на глину подвергались участки: 1) вблизи ст. Кумак (Кумакское месторождение); 2) в районе ст. Гудрон (Нефтеплощадка). Без разведки разрабатывается выход подобных же глин близ Никельзавода. Известны и старые разработки у ст. Орск в районе горы Сенной, а равно и обнажения вдоль железной дороги; сюда же следует отнести указания Петренко (1934, 1936) на глины у устья р. Мандыбаевки, у пос. Кинжибулак и у устья р. Мамыт. Получается в итоге впечатление почти сплошного развития глин на Орско-Кумакском водоразделе. Вероятнее, что здесь имеет место линзовое залегание глин, как и в бускульской группе. Разведочные планы П. Ф. Андрианова (1936) прекращаются в пределах глиноносных площадей.

Геологическое положение глин Кумакской группы еще менее ясно, чем положение остальных месторождений. Яншин параллелизовал в свое время эти глины с глинами, содержащими юрскую флору, почему на геологической карте Урала 1940 г. район закрашен в цвет юры. С другой стороны А. А. Петренко (1934), исходя из общего облика глинисто-песчанистой пачки, закрашивал ее на своих картах в цвет четвертичных осадков. Промежуточное мнение, не сопровождавшееся, однако, никакими специальными доказательствами, высказывал П. Ф. Андрианов, относивший их «а priori к третичному возрасту» (1936, стр. 7). Забегая вперед, укажем, что минералого-петрографическая близость этих отложений к нижнеувельским глинам говорит в пользу заключения Андрианова.

Мощность огнеупорных глин местами снижается до 0.5 м и даже до совершенного выклинивания, местами же она достигает 12 м.

Среди глин продуктивного пласта Андрианов различал макроскопически семь разновидностей, приуроченных частично к определенным горизонтам глиняного пласта и обладавших определенными технологическими свойствами.

Осмотр Кумакского карьера и других выходов глин убедил нас в том, что разновидности, определенные Андриановым, вполне оправданы геологически. Продуктивный слой глины обычно состоит из нескольких слоев, постепенно переходящих друг в друга. В забое Кумакского карьера в июне 1943 г. наблюдался следующий разрез:

- | | |
|--|------------|
| 1. Белые или серые глины, сильно песчаные, как правило сильно ожелезненные, окрашенные в бурый и желтый цвет | 0.5—1.5 м |
| 2. Серые пластичные глины с многочисленными пятнами, прожилками и подтеками красных окислов железа | 1.0—2.0 » |
| 3. Серые пластичные, равномерно окрашенные глины, весьма однородные по всей массе | 1.5—2.5 » |
| 4. Серые песчаные, равномерно окрашенные глины подошвы пласта | 0.5—0.75 » |

Таким образом, различия между слоями заключаются в степени песчаности, зависящей от фациальных условий отложения глин, и в относительной железистости их. Последняя может быть двух типов: с одной стороны, малиново-красные и фиолетовые подтеки, реже сплошное окрашивание глины, приуроченное к определенному горизонту глиняного пласта, а с другой — бурое сплошное и пятнами окрашивание, явно постгенетическое и приуроченное к границам продуктивной толщи и бурых суглинков.

Установленными Андриановым разновидностями предусматриваются именно эти различия в железистости и песчаности слоев. Характерно

постоянство свойств каждой разновидности, подчеркиваемое также подстрочными примечаниями Федосеева к статье Андрианова. Наибольший интерес представляют серые и темносерые глины, образующие средний слой продуктивного пласта.

Характерно, что выделенные разновидности полностью повторяются в месторождениях Нефтеплощадки и у Никелевого завода, где нам удалось просмотреть разрез продуктивной толщи.

Гранулометрический состав кумакских глин и минералогическое описание крупных фракций анализа приведены в работе Полубояринова и Карклит (1936, стр. 57). Согласно их данным, частиц меньше 0.0005 мм в лучших образцах глин весьма много, 50—66%, что свидетельствует о большой дисперсности глины. В составе крупных фракций (крупнее 0.06 мм) — преимущественно кварц и реже стяжения бурого железняка и слюда; в качестве аксессуарий указывается андалузит. Глинистый минерал определен не был.

Нами изучались наиболее типичные образцы глин из важнейших азработок района. Кроме собственно Кумакского карьера, заслуживают упоминания имеющиеся здесь разработки:

1. Карьер Никелевого завода, расположенный к северо-западу от г. Орска. Карьером здесь вскрыта только верхняя часть пласта, переполненная железистыми окислами (образец № 390); лишь в некоторых, наиболее глубоких частях вскрываются серые глины, лишенные подтеков железистых окислов (образец № 391).

2. Карьер горы Сенной, расположенный к северу от этой горы и к западу от ст. Орск, почти примыкающий к железной дороге. Карьер кустарный; им обнажен продуктивный пласт, в верхней части сильно размытый. Глины с подтеками окислов железа отсутствуют совершенно. Главную массу пласта составляют серые песчанистые глины (образец № 354), переходящие кверху в темносерые разности (образец № 356). Темносерые глины присутствуют, кроме того, и среди белых глин в виде небольших, до 1—5 см, прослов (образец № 355).

3. Месторождение ст. Гудрон (Нефтеплощадка), расположенное к юго-востоку от станции того же названия, где имелся в 1944 г. только небольшой карьер, вскрывающий верхние горизонты пласта, сильно загрязненные красными окислами железа (тугоплавкие глины, образец № 392). Следующие книзу серые огнеупорные глины известны пока только из буровых скважин.

Структурно все образцы более или менее близки между собой и состоят из войлока — тончайших листочков каолинит-монотермитового вещества, в которое погружены угловатые обломки кварца. Окисно-железные минералы образуют в глинистом веществе мельчайшие, до 1μ, зернышки, скопляющиеся главным образом в красно-фиолетовых пятнах. Само глинистое вещество почти всегда бесцветно. Иная картина наблюдается при наличии желтых пятен, где окрашено в бурый цвет все глинистое вещество. Красно-фиолетовые участки иногда резко отграничены от остальной массы глины и представляют собой как бы обломки, но чаще количество зерен железистых окислов, обычно присутствующих в глине в небольших количествах, постепенно увеличивается и замещает собою в пределе целиком глинистое вещество.

Мы располагаем только одним химическим анализом кумакских глин — образца № 358 — типичного представителя глин нижних горизонтов месторождения. Анализ этот приведен в табл. 48. Примечательно в анализе высокое содержание щелочных земель, хотя карбонатов в глине не встречено, и сравнительно низкое — щелочей; последнее, впрочем,

не очень типично для Кумака; в образцах, анализированных Институтом огнеупоров, щелочей обычно в 2—3 раза больше (от 0.55 до 1.09%). Весьма характерно большое химическое сходство нижеувеельских и кумакских глин.

Таблица 48

Химический состав кумакской глины (образец № 358) и его пересчеты

Компоненты	Вес. %	То же без кварца и пр.	То же, что II на 100%	Молекулярные количества	Молекулярные отношения
	I	II	III	IV	V
SiO ₂	48.12	34.72	41.4	0.690	1.90
TiO ₂	1.28	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	31.19	31.19	37.1	0.364	1.00
Fe ₂ O ₃	1.50	—	—	—	—
CaO	1.16	1.16	1.4	0.025	} 0.13
MgO	0.60	0.60	0.7	0.018	
Na ₂ O	сл.	—	—	—	—
K ₂ O	0.32	0.32	0.4	0.004	—
H ₂ O	4.90	4.90	5.8	0.322	0.89
Пот. при прок.	11.05	11.05	13.2	0.733	2.01
Сумма	100.12	83.94	100.00	—	—
Нерастворимый в H ₂ SO ₄ и соде остаток	13.4	—	—	—	—

Аналитик Л. Б. Тумилович.

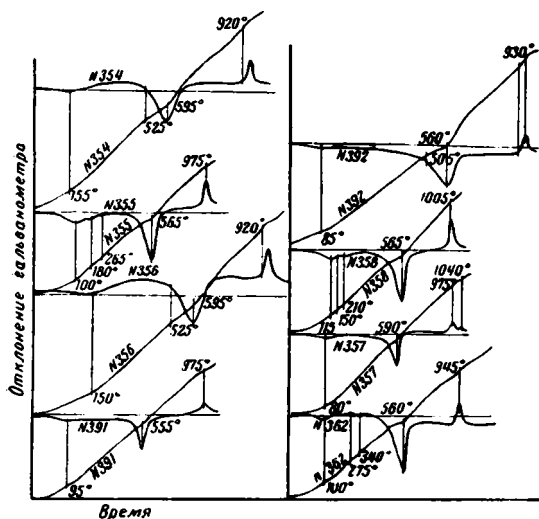
Если исключить из состава глин содержание кварца по нерастворимому остатку, а также TiO₂ и Fe₂O₃ как образующих самостоятельные минералы, то для состава глинистого вещества получим цифры, приведенные в колонке III табл. 48. В колонке V приведены молекулярные отношения окислов, оказавшиеся почти точно каолинитовыми. Содержание RO примерно такое же, как в глинах Долгой горы.

В соответствии с химическим составом кумакских глин и большой однородностью, на кривых нагревания их (фиг. 50) экзотермическая остановка выражена достаточно резко и, несмотря на то, что исследованные образцы происходят из самых разнообразных карьеров и горизонтов пласта, характер кривых примерно одинаков.

Заключение по третичным глинам восточного склона Урала

Возрастное положение глин восточного склона в общем одинаково, все исследователи последних лет согласно относят их к олигоцен-миоценовой эпохе накопления континентальных осадков. Нам представляется, что проведенное нами минералогическое изучение дает иногда материал для некоторых более точных сопоставлений. Наиболее полный разрез глиняной толщи имеется, очевидно, в Смолино-Синеглазовской группе, где мы различаем комплекс верхних однородных монотермит-каолинитовых песчанистых глин и подстилающий их нижний слоистый комплекс глин, иногда чисто каолинитовых, иногда каолинит-монотермитовых с преобладанием монотермита. Эти два комплекса отделены один от другого прослоем песка. Иная картина наблюдается в трех других изученных

месторождениях. Ни в одном из них мы не можем выделить двух комплексов. В месторождениях Увельки и Кумака мы имеем единый пласт, среди которого можно выделить только условно отдельные части, так же



Фиг. 50. Кривые нагревания кумакских глин.

Образец № 354 (месторождение горы Сенной) — белая глина; № 355 (там же) — серая глина (прожилка в белой); № 356 (там же) — серая глина (верх пласта); № 391 (карьер Никельзавода) — белая глина среднего пласта; № 392 (карьер Гудрон) — верх пласта, белая глина; № 358 (Кумакский карьер) — середина слоя, белая лучшая глина; № 357 (там же, низ слоя) — белая запесоченная глина; № 362 (старый Кумакский карьер) — белая глина с многочисленными пятнами и потеками красных железистых окислов.

розовый или яркожелтый цвет. Как следствие минералогического сходства технологически и химически увельские глины ближе к глинам Кумака, чем к соседним территориально бускульским.

Приведенные признаки можно, повидимому, считать достаточно основательными для корреляционных сопоставлений.

Описание типичных месторождений белых третичных глин западного склона Урала

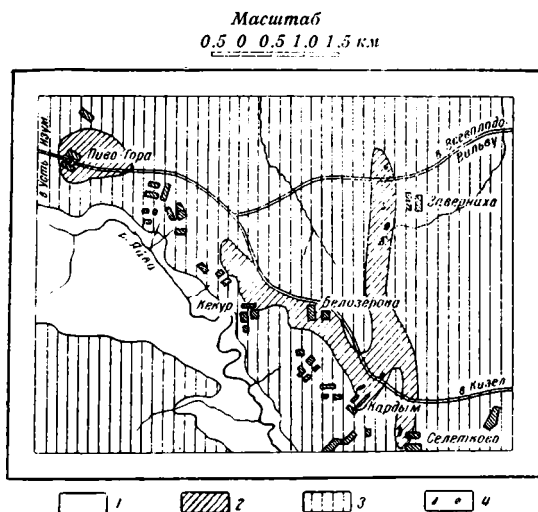
Усть-Игумская группа месторождений. Огнеупорный завод, расположенный в с. Усть-Игум, с давних пор, примерно с 1870 г., применяет глины из района селений Завернихи, Кардым, Селетково и др. Поле молодых отложений здесь довольно обширно, однако глины приурочены в нем лишь к некоторым, наиболее мощным его участкам.

Первые геологические данные по Игумскому месторождению мы находим у Краснопольского, указывающего, что глина залегает здесь на глубине 20 м в виде гнезд от 1.5 до 4.5 м мощности. Позднее, в 1914 г., месторождение было осмотрено Варсанофьевой, установившей осадочную природу глин и определившей, на основании находки двух образцов древесины, возраст ее — не древнее миоценового. В 1939 г. месторождение разведывалось партней инж. Надика, давшего геологическую карту месторождения и его сводный разрез (фиг. 51 и 52). Залегают глины непосредственно на отложениях кунгурского яруса в карстовых воронках

как и в верхнем комплексе Смолино-Синеглазовской группы. В Бускуле, напротив, отдельные слои выделяются достаточно резко, и состав их, как и в Смолино-Синеглазовском нижнем комплексе, в верхних и нижних частях монотермитовый, а в центре — чисто каолининовый. Те же соотношения наблюдаются и в распределении железа. На Увельке и на Кумаке железные минералы — гематит или гидрогематит, образуя подтеки, пятна и, реже, сплошное окрашивание глины в розово-фиолетовый цвет, представляют собой результат выветривания пирита (судя по псевдоморфозам по кубическим кристаллам) или других железистых сульфидов (на Кумаке Андриановым встречен был халькопирит). В Бускуле, наоборот, преобладает сплошное окрашивание в роз-

и мультдобразных прогибах длиной до 1000—1200 м, шириной 200—250 м. В большинстве случаев верхняя часть разреза вместе с огнеупорными глинами смыта, и на дневную поверхность выходит только самый нижний, песчано-галечный слой.

Приведенный разрез, хотя и является сводным по многим выработкам, вряд ли, однако, правильно рисует месторождение. Вероятнее всего, как о том можно было судить на основании осмотра одной из работающих шахт дер. Завернихи, нормально присутствует только один прослой глины, но в некоторых местах он может удваиваться вследствие различного рода перемещений. Месторождение очень сильно изрыто мелкими выработками, из которых добывали, помимо глин, кварцевые формовочные пески, белые пески для добавки в глину при производстве кварцево-глинистого кирпича, охра — ту же глину, но окрашенную окислами железа в желтый и красный цвет, и галечник, применявшийся после рассева для производства динаса (крупные фракции) и в

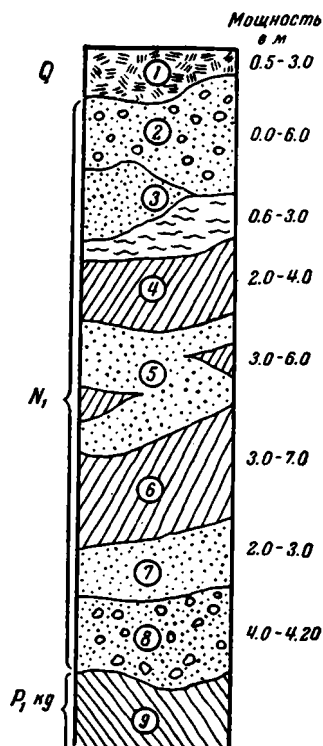


Фиг. 51. План Усть-Игумской группы месторождений белых глин.

1 — современные отложения; 2 — миоцен; 3 — пермские отложения; 4 — старые разработки.

качестве формовочного песка (мелкие фракции). Верхние части глиняного пласта иногда настолько сильно обогащены остатками растительности, что могут быть названы углем. Угlistое вещество присутствует во всех сортах глины.

В 1942 г. на всем месторождении разрабатывалась только одна шахта, расположенная примерно в центре участка Завернихи. Глина добывалась с глубины 40 м, из пласта, имевшего мощность около 3 м, причем исполь-



Фиг. 52. Литологический разрез по Усть-Игумскому месторождению (по Надику).

1 — глины желто-бурые, песчаные; 2 — галечник кварцевый с песком и глиной желтого цвета; 3 — глина желтого цвета с серыми и розовыми оттенками, местами песчаная с гвездами тонокзернистого песка; 4 — глина серая, пластичная, плотная, с растительными остатками (огнеупорная); 5 — песок серый неравномерно зернистый кварцевый, с липзами огнеупорной глины и кварцевого песка (тонокзернистого); 6 — глина серая и темносерая, плотная, пластичная, с растительными остатками (огнеупорная); 7 — песок серый и белый, тонокзернистый, глинистый, кварцевый; 8 — галечник кварцевый с песком и валунами кварцевого песчаника до 40 см в поперечнике; 9 — песчано-глинистые и мергелистые сланцы и песчаники кунгурского яруса.

зовалась лишь наилучшая по качеству двухметровая центральная его часть. Участки пласта, резко повышающиеся к западу и к востоку от шахты, разрабатывались из самостоятельных шахт, но в большинстве случаев оставлены в целиках, так как добыча в наклонном пласте не всегда рентабельна. Добыча глины производится только зимой; летом добытая ранее глина в виде валюшки отвозится на Усть-Игумский завод. Никакой сортировки глин на месторождении не производится. Прием ее производится наощупь, по песчанистости. При изготовлении валюшки глина сильно разубоживается, так как валюшка обсыпается при окатывании ее кварцевым песком.

Для характеристики глин, добываемых в настоящее время, нами было взято два их образца: один (№ 266) — из средней части пласта, на 1 м выше основания, в забое шахты, а другой (№ 267) — тоже из середины пласта, но у ствола шахты.

Глины Усть-Игума светлые, зеленовато-серые с многочисленными растительными остатками. Крупные фракции представлены почти исключительно этими последними. Довольно обычны конкреции марказита; размер их в общем не крупнее миллиметра, но некоторые из них достигают 4—5 см в диаметре. Наиболее часто марказит приурочен к растительным остаткам. От долгого пребывания на воздухе в результате окисления марказита глины покрываются бурой корочкой лимонита. Исследование под микроскопом показывает, что основу глины составляет мелкоагрегатный каолинит, реже встречаются крупные, одновременно погасающие, повидимому монокристалльные, листочки. В массу каолинита погружены изредка пластиночки мусковита. Довольно много, до 10—20%, монотермита.

Таблица 49

Химический состав устьигумских глин (в %)

Компоненты	Образцы сбора 1942 г.		Образцы Нацина		
	№ 266	№ 267	№ 1	№ 2	№ 3
SiO ₂	53.68	56.05	76.82	66.82	59.12
TiO ₂	1.57	0.76	1.92	2.18	1.70
Al ₂ O ₃	26.66	24.56	13.36	20.93	33.59
Fe ₂ O ₃	1.77	1.40	1.70	1.42	5.66
FeO	не опр.	0.14	—	—	—
MgO	0.37	0.46	0.30	0.52	0.24
CaO	1.29	0.49	1.08	0.76	0.68
Na ₂ O	0.10	не опр.	нет	0.47	0.03
K ₂ O	0.58				
H ₂ O	5.08				
Иот. при прок.	14.36	14.67	4.20	7.34	9.08
Сумма	100.38 ¹	—	—	—	—

¹ Аналитик П. С. Лазаревич. Расчет на вещество, высушенное при 110°.

Весьма обильны в каолинитовых и монотермитовых агрегатах мелкая рудная сыпь и иголочки рутила. Много кварца; в мелкой фракции это — неправильные угловатые зерна, в крупных — окатанные песчинки.

Качество глины довольно сильно варьирует, как это видно хотя бы из сравнения между собою химических составов 12 образцов, анализы

которых приводятся Варсонофьевой. Еще более четко эти колебания видны в анализах Нацика, который изучал худший, средний и лучший образцы из этого месторождения (табл. 49, соответственно образцы № 1, 2, 3). Описанные образцы № 266 и 267, которыми мы располагаем, иллюстрируют рядовые глины среднего качества (см. анализы, табл. 49). Для этих же образцов известны и некоторые их керамические свойства, так же как и гранулометрия (табл. 50).

Таблица 50

Керамические свойства и гранулометрия устьигумских глин

		О б р а з ц ы			
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 266
Гранулометрический состав	Крупнее 0.25 мм	2.6	0.6	0.5	3.4
	0.25—0.10	13.7	6.5	5.8	0.9
	0.10—0.05				0.9
	0.05—0.01				0.8
	Мельче 0.01	70.9	85.0	86.2	94.0
	Линейная усадка, воздушная . . .	9.1	10.8	8.2	—
	» » сгневая при 1 300° . . .	1.4	2.9	3.7	—
	Водопоглощение черепка при 1 300° . . .	8.7	3.6	3.3	—
	Огнеупорность	1 560°	1 660°	1 690°	1 650°

Данные микроскопических исследований и химический анализ (аналитик П. С. Лазаревич, см. табл. 49, графу 1) позволяют пересчитать данные анализа на минералогический состав. Цифры этого пересчета даны в табл. 51. Затруднение здесь представляет учет количества мусковита. Так как последнего вообще очень мало, то все щелочи анализа отнесены к монотермиту. Состав монотермита принят такой, как в глинах Часов-Яра.

Распределение этих минералов по крупностям зерна совершенно четкое: все крупные фракции (около 6% породы) сложены окатанными зернами кварца и стяжениями марказита. Марказит, повидимому, целиком отходит в крупные фракции; значительная же часть кварца встречается и среди «глинистой части»; гематит, рутил и карбонаты целиком отходят в глину.

Экономическое значение Усть-Игумского месторождения, повиди-

мому, довольно велико, несмотря на исключительно неблагоприятные транспортные условия. Месторождение сильно испорчено старыми добычными работами, но все же и до сих пор оно является самым крупным месторождением северной части западного склона Урала. Экономическое значение, как показал Нацик, могут иметь здесь участки б. дер. Завер-

Таблица 51

Количественно-минералогический состав глины Усть-Игума (образец № 266) по данным анализа и микроскопии

Минералы	Вес. %
Кварц	21.0
Каолинит	51.0
Монотермит	20.5
Слюда	сл.
Марказит	0.5
Гематит	1.5
Рутил	1.5
Карбонаты	4.0

нихи, тяготеющей к дороге Всеволодо-Вильва — Усть-Игум, и участки дд. Селетковой и Кардым, расположенные по дороге Усть-Игум — г. Кизел; в остальных участках развития послепалеозойских отложений этого района сохранились только самые нижние части разреза — песок и галечник; верхние части вместе с глиной смыты последующей эрозией.

Общие масштабы месторождения, согласно крайне предварительным разведочным материалам Нацика и Заборницкого, определяются цифрой, могущей удовлетворить главнейшие нужды металлургической промышленности.

Описывавшиеся в свое время Варсановфевой (1927) многочисленные шахты и прииски глин (Лялинские, 2-й Яйвинский прииск, Бутиха, Кварцевая и 2-я песчаная штольни) — участки, разрабатывавшиеся во время ее посещения на тех же трех основных глиняных полях: Заверниха, Кардым и Селетково.

Кишертско-Кунгурская группа месторождений. Кишертские месторождения глин сделались, повидимому, известными ранее других на Урале. Уже для первых металлургических заводов этого района велась здесь глинодобыча. По крайней мере Георги, один из первых путешественников по Уралу, в 1743 г. упоминает добычи глины в окрестностях Суксунского завода, а Попов в 1804 г. — и собственно Кишертские: Пеньковские и Сухоложские разработки. Особенное значение, повидимому, район имел в середине и конце прошлого столетия, когда местные глинища, наряду с иргинскими и красноуфимскими, с которыми они явно образуют одно геологическое целое, поставляли качественную глину почти для всего металлургического Урала (Миклашевский, 1881).

Систематические разведки на глину здесь совершенно не производились. Были только небольшие разведки отдельных более известных глиняных точек (Пеньковское месторождение) и предэксплуатационные закроушки местных промкомбинатов, использующих глину. Как и вообще в старых уральских районах развития глин, эксплуатация месторождений в Кишертском районе велась хищнически: отдельная артель глинокопов (или даже каждый глинокоп самостоятельно) отыскивала точку распространения глин и закладывала на этой точке разведочный шурф, из которого впоследствии и велась добыча. Как правило, такой шурф существует один зимний сезон; внешние воды, заливающие шурф, обычно не откачиваются, а рядом пробивается новый шурф, также существующий только один сезон. Все это приводит к тому, что районы развития глин, в особенности в тех местах, где глина залегает близко к дневной поверхности, покрыты многочисленными шурфами и нередко перекопаны по несколько раз (Пеньковское месторождение).

Общей особенностью всех месторождений Кишертки — как осмотренных нами лично, так и известных из литературы — является залегание глин вместе с сопровождающими кварцевыми песками формовочного типа на водораздельных пространствах, в особенности на водораздельных плоскогорьях, а в пределах этих последних — в наиболее их пониженных частях: карстовых воронках, заболоченных депрессиях и т. д. Отметки уровня глины на отдельных месторождениях неизменно колеблются в пределах 120—150 м над уровнем моря, и столь же неизменно молодые глины или пески присутствуют на всех возвышенностях, достигающих этой высоты. Получается впечатление, что первоначально молодые песчано-глинистые отложения залегали сплошь по всей территории. Последующим размывом они в значительной степени были удалены и сохранились только в защищенных от него участках (карстовые воронки) или на не затронутых размывом плоскостях. Таким образом распространение глин

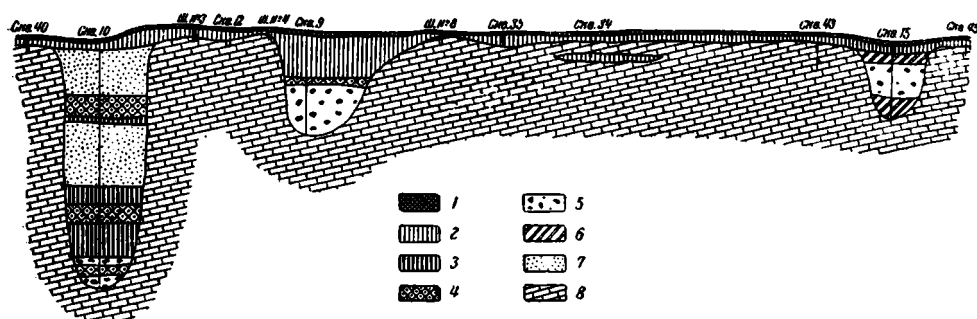
контролируется, во-первых, общей сохранностью молодых отложений от размыва и, во-вторых, линзообразным залеганием самой глины среди последних. Все это приводит к тому, что количество глинопроявлений, известных как самостоятельные месторождения, весьма велико; отчасти это, возможно, отдельные, расположенные ближе к поверхности, участки одного более крупного глиняного тела.

В разных материалах нам удалось найти указания на следующие тридцать месторождений, тяготеющих к району г. Киперти:

- 1) Спасская гора (Хлебников).
- 2) У дд. Рыбы и Крюкова (Хлебников).
- 3) Чесноковское (Нацик).
- 4) Струговское (Тараянц).
- 5) Поповьянское (Клер, 1927; Варсанофьева, 1927).
- 6) Пеньковское (Варсанофьева, 1927; Левченко).
- 7) Сухоложское (Левченко).
- 8) » участок Ельники (Варсанофьева, 1927).
- 9) Тюриковское (Клер, 1927).
- 10) Лобейское (Кандыкин).
- 11) Ершовское (Долгополов, личное сообщение, 1942 г.).
- 12) Евтята » » » » »
- 13) Клеповское » » » » »
- 14) Капустинское (Левченко)
- 15) Кленовское (Долгополов, личное сообщение, 1942 г.).
- 16) Камайское » » » » »
- 17) Низковское » » » » »
- 18) Парашинское (Варсанофьева, 1927).
- 19) Салинское (Варсанофьева, 1927; Мацко).
- 20) Сергинское (Варсанофьева, 1927).
- 21) Мазуевское (Варсанофьева, 1927).
- 22) Ковалевское (Хлебников).
- 23) Брусянское (карта-справочник).
- 24) Советинское (карта-справочник).
- 25) Сасыковское (Варсанофьева, 1927).
- 26) Филихин лог (Хлебников).
- 27) Дремино (карта-справочник).
- 28) Дикое озеро (Варсанофьева, 1927).
- 29) Высокий бугор (Хлебников).
- 30) Опалихинское (Варсанофьева, 1927).

Масштабы отдельных месторождений очень неопределенны; наряду с весьма мелкими точками типа Кленовского, где глина встречается в виде малых гнезд в карстовых воронках, имеются и крупные глиняные линзы; такими, повидимому, являются Поповьянское, Струговское, Капустинское, Сединское и Сасыковское месторождения. Запасы их могут измеряться в ряде случаев миллионами тонн. Неясны масштабы Пеньковского месторождения. Как показали производившиеся здесь Г. С. Левченко в 1935 г. весьма основательные разведки, глина была приурочена к крупному, более 100 м глубиной, карстоподобному провалу среди загипсованного местного палеозойского субстрата; скважины и шурфы в центре котловины, глубиной более чем 40 м, не встретили палеозойского основания. Разведки эти с полной очевидностью показали отсутствие здесь нетронутых глиняных толщ, сохранились только целики — столбы, поддерживавшие кровлю, и прочие остатки от древних работ. Эти остатки вряд ли могут рассматриваться как полезное ископаемое; пестрота материала, трудность разработки и т. д. делают нерентабельной

его эксплуатацию в настоящих условиях. Однако окрестности пеньковской глиняной воронки не обследованы совершенно, хотя, как нам представляется, нахождение тут новых воронок или полей более спокойного залегания глины весьма вероятно. Кроме Пеньковского месторождения, небольшой разведке подверглось со стороны Г. С. Левченко Капустинское месторождение, расположенное к юго-западу от ст. Кишертки и Иремели, и пересекающееся линией железной дороги. Разведкой встречены были здесь две глиняные линзы, залегающие среди песков, которые выполняют небольшую котловину в известняках, с неровным дном. Обнаруженные запасы глины исчисляются несколькими миллионами тонн, но их качество весьма невысокое.



Фиг. 53. Разрез месторождения глины у д. Калинкино (по А. С. Федосееву).

1 — растительный слой; 2 — глины бурые (четвертичные); 3 — глины цветные (третичные); 4 — глины светлосерые и темные; 5 — глины с кусками алузитовой породы; 6 — глины с конкрециями лимонита; 7 — песок; 8 — известняк.

Как примеры мелких месторождений можно привести месторождения Кленовское и дер. Калинкиной. Последнее, хотя и находится вблизи Суксунского завода, но совершенно того же типа, что и кишертские глины. Кленовское месторождение расположено в 3—4 км к югу от ст. Кишертка у сел. Кленовка, на вершине хребта, с юга ограничивающего Кишертскую котловину. Три шурфа, служившие здесь местом добычи глины, расположены в небольшом леске и приурочены к заболоченным участкам. В момент нашего осмотра все они были залиты водой, и пришлось ограничиться осмотром отвалов старых работ. Расстояние между шурфами — около 100—150 м. Каждым шурфом эксплуатировалось самостоятельное глиняное тело, так как в отвалах скважин, заложенных в промежутках между шурфами, видны исключительно известняки. К сожалению, в местном промкомбинате, ведущем разведку, никакой документации скважин не сохранилось.

Месторождение дер. Калинкиной, повидимому, весьма похоже на Кленовское, хотя расположено оно много южнее Кишертки, в 5—7 км к югу от Суксунского завода. Белые глины залегают здесь совместно с цветными глинами и вмещающими их песками в карстовых пустотах известняков. Месторождение это весьма подробно было разведано А. С. Федосеевым в 1930 г. с целью поисков боксита; многочисленные шурфы позволили ему весьма четко представить условия залегания глины, что было им изображено на многочисленных разрезах. Один из наиболее типичных разрезов приведен нами на фиг. 53.

Качество кишертских глины весьма пестрое, что с очевидностью следует и из старых данных; в отдельных месторождениях встречаются глины

весьма различного качества. Иллюстрируется это табл. 52, где приводятся данные старых химических анализов по некоторым наиболее изученным месторождениям.

Таблица 52

Колебания химического состава некоторых наиболее изученных кишертских глин (в %) (по литературным данным)

Месторождение	Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃		Число анализов
	макс.	мин.	макс.	мин.	
Капустинское	26.15	14.00	12.35	1.48	5
Струговское	—	32.80	—	1.66	1
Поповьянское	25.80	18.00	2.00	1.08	2
Пеньковское	36.10	10.57	5.39	0.81	8
Сухоложское	31.31	13.10	6.05	0.55	7

Особенно интересны данные по анализам калинковских глин; здесь, как указывалось выше, велись поиски бокситов и поэтому анализировались не только белые глины, но глины вообще. Всего известно для месторождения 93 частичных анализа при максимальном содержании в них глинозема 39.5%; содержание более 30% Al₂O₃ дали 20 анализов; 41 анализ — от 30 до 20% Al₂O₃ и 32 анализа — меньше 20% Al₂O₃. Содержание окиси железа в цветных глинах достигает 17—20%, в белых — снижается до 0.86%. Характерно для Калининского месторождения присутствие в глине плотных желваков, размером 3—5 см в диаметре. А. С. Федосеев считал их алунитом.



Фиг. 54. План Сединского месторождения (по Мацко).

Косая штриховка — поле развития огнеупорных глин; мелкие точки — поле развития тугоплавких глин; крупные точки — буровые скважины; цифры — номера скважин.

Причины пестроты составов глины не могут быть поняты из данных, имеющихся в литературе, и только ознакомление с материалами т. Мацко по разведкам 1943 г. на Сединском месторождении позволило нам несколько уяснить этот вопрос. Мацко удалось показать, что в этом месторождении совершенно четко выделяются тугоплавкие разности глин, залегающие в верхних частях глиняного пласта, и огнеупорные, лежащие ниже. Как это видно на фиг. 54, контуры развития огнеупорных и тугоплавких глин не совпадают между собой. Это же, повидимому, наблюдается и на других кишертских месторождениях; по крайней мере, об известном стратиграфическом распределении глин можно сделать заключение и по материалам Варсановьевой.

Наши личные работы в окрестностях Кишертки были крайне невелики. Нам удалось осмотреть только остатки старых работ на месторождениях: Сухоложском, Пеньковском и Кленовском. Некоторые наиболее типичные образцы получены были и от т. Мацко с Сединского месторождения.

Разработки глины на Пеньковском месторождении имеют вид крупного разреза метров около 200 длиной при ширине 70—100 м. В стенках видны остатки завалившихся штолен и шурфов. Дно разреза залито водой. Как в почве, так и в стенках разреза выходят белые глины с явно нарушенным залеганием; все они в той или иной степени загрязнены железом в виде красных пятен и примазок бурого железняка. Обильны стяжения марказита. Местами глина весьма песчаниста — настолько, что может быть названа глинистым песком. Иногда сильно углиста. Попадаются даже крупные скопления угля.

Для изготовления огнеупора местной промартелью здесь велась в 1942 г. небольшая добыча из закопшек, заложенных в стенках или почве разреза. После добычи глина вылеживается («гниет») в штабелях около месяца, после чего производится ручная отборка крупных марказитовых стяжений.

Нами взяты были отсюда три макроскопически наиболее типичных образца. К сожалению, из-за сильной нарушенности глин в карьере они не могут характеризовать какого-либо определенного горизонта; образец № 289 — темносерая пластичная глина, № 290 — светлосерая пластичная глина и № 291 — белая глина, сильно песчанистая. Отсюда же взят образец охры, просеянной на местном промкомбинате.

Из суходольских месторождений у нас имеется 6 образцов. В районе с. Сухой Лог имеется две группы месторождений: одна — приуроченная к вершине хребта, на отроге которого находится с. Сухой Лог (Суходольское-Центральное), и другая — находящаяся на соседнем к югу хребте, покрытом еловым лесом (участок Ельники). Обе группы разрабатываются, судя по достаточно крупным отвалам, довольно давно, и решить, к которой относятся старые материалы, трудно. Участок Ельники, повидимому, давал лучший материал. На Центральном Суходольском месторождении во время нашего посещения (осень 1943 г.) разрабатывался один шурф, доставлявший сырье для полукустарного шамотного заводика в с. Сухой Лог. Наиболее качественная разность из середины глиняного слоя, не содержащая железистых включений и подтеков, представлена нашим образцом № 294. Безжелезистая песчанистая глина, подстилающая предыдущую, взята за № 293. Среднюю пробу всего слоя представляет образец № 295; от № 294 его отличают обилие подтеков железа и включения бурого железняка — псевдоморфозы по марказиту. На участке Ельники действующие шурфы отсутствуют, имеются только старые отвалы. Глина, повидимому, была весьма пестрой как по содержанию железа, так и по глинозему. Из отвалов крайнего к югу шурфа взята была светлосерая, почти белая, глина, сильно песчанистая и содержащая пятна желтых глин (образец № 301). Из остатков штабеля у крайних северных шурфов, примерно в 100—200 м от предыдущих, взят образец наиболее светлой глины района (образец № 300). Более или менее средняя проба из штабелей центральных ям взята была нами под № 298. Кленовские глины представлены образцом № 285, иллюстрирующим лучшую местную светлосерую глину. Характерно в этих глинах присутствие зерен марказита и обильных обломков слабо размокающей глины; при изготовлении керамических изделий эти неразмокающие участки удаляются вручную.

Данные о крупности зерна изученных образцов сведены в табл. 53. Макроскопическое изучение различных фракций этих образцов показало, что крупные фракции состоят почти исключительно из хорошо окатанных кварцевых зерен и небольшого количества зерен марказита или бурого железняка, представляющего собой продукт окисления марказита. Особенно много бурого железняка в образцах № 294, 295 и 301; в последнем кро-

Гранулометрия изученных кишертских глин (в %)

Крупность зерна (в мм)	Пеньковское место- рождение			Центральное Сухоложское месторожде- ние		Месторождение Ельники		
	обр. № 289	обр. № 290	обр. № 291	обр. № 294	обр. № 295	обр. № 298	обр. № 300	обр. № 301
Крупнее 1.0	1.5	2.0	1.8	12.3	1.0	0.7	1.3	1.5
1.0—0.5	2.3	1.7		3.4	5.2		0.6	1.0
0.5—0.25	3.5	1.8	7.5	7.7	11.6	1.1		1.1
0.25—0.15	3.4	1.9	10.3	8.0	9.8	2.3	0.9	1.9
0.15—0.10	2.0	2.1	6.1	7.8	5.1	3.1		7.1
0.10—0.06	1.6	1.8	3.3	9.8	7.1	7.0	85.8	10.6
Мельче 0.06	85.7	88.7	71.0	41.0	60.2	85.8	97.2	76.9

ме того, встречается много (до 30 % всех крупных фракций) глинистых агрегатов, сцементированных бурым железняком. Окатанные зерна встречаются в фракциях крупнее 0.10 мм; в фракции 0.10—0.06 мм кварцевые зерна в большинстве случаев угловатые. В части, прошедшей через сито с отверстием в 0.06 мм, также присутствует довольно много кварца в виде угловатых зерен. В образце № 301 мелкий кварц составляет примерно 25—30 % всей фракции; в № 298 песка еще больше, до 40 %. В полном соответствии с таким минералогическим составом стоит и химический состав местных глин (табл. 54); содержание глинозема колеблется от 16—17 до 30 %, что соответствует общему содержанию кварца не менее 25—55 %. Сопоставляя эти данные с гранулометрией, можно видеть, что значительное число этого кварца входит во фракцию мельче 0.06 мм. В глинистой составляющей мелкой фракции констатирован преобладающий каолинит

Таблица 54

Химический состав кишертских глин (в %)

Компоненты	Пеньков- ская глина, обр. № 290	Пеньков- ская охра, обр. № 303	Сухолож- ская, обр. № 294	Ельники, обр. № 300	Кленов- ское, обр. № 285
SiO ₂	52.56	50.34	69.89	63.72	58.37
TiO ₂	2.00	1.47	1.12	1.42	1.33
Al ₂ O ₃	29.22	27.97	17.79	16.16	17.02
Fe ₂ O ₃	1.00	3.96	1.84	1.57	2.84
FeO		0.14	сл.	0.17	0.10
CaO	0.48	0.86	1.05	сл.	1.25
MgO	0.48	0.27	0.46	0.62	1.02
K ₂ O	0.25	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Na ₂ O	0.11	» »	» »	» »	» »
Пот. при прок.	10.28	9.11	6.50	5.62	5.89
Влага	3.60	4.97	—	8.86	11.78
Сумма	99.98	99.09	98.65	98.15	99.69

Аналитики В. А. Молева (№ 290) и С. Бабушкин (№ 303, 294, 300, 285).

и монотермит; в некоторых образцах последнего довольно много. Характер кривых нагревания (фиг. 56) также свидетельствует о значительной роли монотермита в составе местных глин.

Для каждого образца сединской глины, кроме сырой глины, переданы были нам тт. Мацко и Бухманом еще две фракции ситового анализа — крупнее и мельче 0.06 мм, и сообщены были результаты частичного химического и гранулометрического анализов; данные эти приведены нами в табл. 55.

Таблица 55

Частичные химические анализы и гранулометрия сединских глин

Компоненты или фракции	274/9.00	307/9.70	315/6.50	341/11.70	347/4.50	381/7.00	258/9.60	251/5.40	259/6.20	259/7.20	274/7.70
SiO ₂ . . .	59.97	73.46	70.28	54.14	56.19	—	—	61.34	66.00	69.25	50.95
TiO ₂ . . .	2.93	1.73	4.98	2.04	2.28	—	—	2.22	2.17	1.98	2.28
Al ₂ O ₃ . . .	22.24	13.49	14.45	27.37	26.61	—	—	24.10	21.51	19.15	24.07
Fe ₂ O ₃ . . .	2.14	2.40	0.92	0.65	5.60	—	—	2.18	1.48	2.18	1.35
Пот. при прок. . .	9.31	5.66	7.32	13.98	9.38	—	—	8.14	7.72	5.81	16.84
Крупнее 3.0 мм . .	—	0.9	—	0.1	—	0.9	—	—	0.5	0.8	18.15
3.0—1.0 . .	1.0	0.7	1.2	0.8	1.8	0.9	0.1	0.1	0.5	0.5	10.0
1.0—0.2 . .		2.4		25.4		3.9	2.7	1.0	2.0	1.6	6.9
0.2—0.1 . .		13.7		9.8		2.7	11.3	7.4	6.3	9.5	10.9
0.1—0.06 . .		0.8		0.7		1.8	2.4	1.6	1.1	2.4	1.8
Мельче 0.06	99.0	81.5	98.8	63.2	98.2	89.8	83.5	89.9	89.6	85.2	51.9

Примечание. Обозначения каждого образца дробные: в качестве числителя стоит номер буровой скважины, помеченной на фиг. 54, а в качестве знаменателя — глубина взятия (в м).

Минералогический состав большинства сединских глин каолининово-монотермитовый. Каолинит и монотермит образуют спутанно-волоконистые агрегаты с ясным двупреломлением, иногда в желтых тонах (шлиф нормальной толщины) — монотермитовые участки, иногда в серых — каолиновые. Агрегаты глины во всех случаях содержат мельчайшие зерна бурых или красных железистых окислов и рутила, местами переполняющие глины. В большинстве случаев отдельные глинистые листочки не распознаются, и глина имеет флюидально-агрегатную и агрегатную структуру. Но в некоторых случаях попадались и крупные листочки каолинита, иногда образующие вермикулитоподобные сростки. Образцы № 381/700 и 258/960 оказались нацело сложенными монотермитом, каждая чешуйка которого достигает нескольких сотых миллиметра. В общем получается чешуйчатая структура, напоминающая таковую смолино-синеглазовских зеленых суглинков. Характерно, что эти оба образца представляют в нашей коллекции тугоплавкие глины нижних горизонтов месторождения, тогда как остальные характеризуют верхние огнеупорные глины.

Очень любопытным оказалось глинистое вещество образца № 315/6.50. Под микроскопом оно совершенно изотропно и обладает значительно более низким светопреломлением, чем все остальные, а именно 1.545 ± 0.005 . В согласии с кривой нагревания, приведенной на фиг. 56, мы условно относим его к галлазиту. Весьма интересно, что в других случаях галлазит нами не констатирован (ср. данные по Журавлинскому месторождению, Смольянинов, 1926).

В некоторых образцах, например № 274/7.70, 269/17.00, исключительно обильно углистое вещество, местами загрязняющее глинистые частицы настолько, что невозможно распознать их минералогическую породу; частично оно встречается в виде структурных растительных остатков.

В табл. 56 приведены количественные соотношения минералов и некоторые детали в отношении каждого отдельного образца. В общем данные микроскопических подсчетов в пределах точности совпадают с пересчетом анализов. Характерно присутствие в ряде образцов больших количеств мелкого кварца, проходящего сквозь сито с отверстием в 0.06 мм, что не позволяет надеяться на улучшение качества глины при отмучивании.

Таблица 56

Детали минералогического состава сединских глин (в %)

Фракция	Минерал	274/00	307/9.70	341/11.70	347/4.50	381/7.00	258/9.60	259/5.40	259/6.20	259/7.20
Сырая глина	Кварц	25.35	40.45	15.20	10.15	15.20	—	—	—	—
	Бурый железняк	—	—	—	1.2	10.15	—	—	—	—
	Монотермит и каолинит . .	65.75	55.60	80.85	80.85	65.70	—	—	—	—
Мельче 0.06 мм	Кварц	5—7 ¹	мало	—	1.3	5.10	20.25	5.10	15.20	20.25
	Слюда	—	—	—	—	—	—	2.3	1.2	3.5
	Монотермит и каолинит . .	95.93	пре-обл.	—	97.99	90.95	75.80	90—95	80—85	75—80
Остаток на сите с отверстиями в 0.06 мм	Кварц	100 ²	100 ²	—	100 ²	30 ²	50.60	100 ²	100 ²	100 ²
	Слюдяные сланцы . . .	—	—	—	—	40—50	20—30	—	—	—
	Глинистый агрегат . . .	немн.	—	—	—	20—30	10—20	—	—	—
	Примеси:									
	Рутил	есть	есть	—	—	—	есть	есть	есть	—
	Апатит	—	—	—	—	—	есть	—	—	—
Крупнее 0.5 мм	Турмалин . . .	—	есть	—	—	—	—	есть	есть	—
	Бурый железняк	есть	—	—	есть	—	—	—	—	—
	Агрегаты бурого железняка . . .	—	пре-обл.	—	10.20	пре-обл.	—	—	есть	есть
	Галыка кварца	—	немн.	—	80.90	—	100	—	пре-обл.	пре-обл.

¹ Угловатый.

² Окатанный.

Примечание. Числитель — номер буровой скважины, знаменатель — глубина взятия (в м).

Точный возраст кишертских глин до сих пор неизвестен, палеофитологические находки Варсанофьевой относились к глинкам Дубовой горы и Красноуфимска. В наших образцах с Пеньковского месторождения, так

же как и в образцах т. Мацко с Сединского месторождения, некоторые глины оказались весьма богатыми углистыми частицами, среди которых Е. Заклинской удалось найти весьма большое количество пыльцы (табл 57).

Таблица 57

Пыльца и споры в глинах Кишертского района

Пыльца и споры	Пеньковское месторождение		Сединское месторождение			
	колич.	‰	274/7.70		269/17.00	
			колич.	‰	колич.	‰
<i>Abies</i>	—	—	16	5	—	—
<i>Picea</i>	—	—	12	4	2	1
<i>Pinus silv.</i>	—	—	69	20	24	9
<i>Pinus</i> Haplox. . . .	16	7	74	22	64	22.5
<i>Podocarpus</i> (Rudolf.)	—	—	5	1.5	4	1.5
<i>Protopinus</i> (Pocr.) .	—	1	—	—	—	—
<i>Cupressionae</i>	10	4	—	—	4	1.5
<i>Taxodium</i>	4	2	—	—	—	—
<i>Tsuga</i>	—	—	8	2	—	—
<i>Betula</i>	50	21	46	13	58	21
<i>Alnus</i>	44	15	45	13	28	10
<i>Quercus</i>	—	—	2	0.5	—	—
<i>Ulmus</i>	—	—	2	0.5	—	—
<i>Fagus</i>	2	1	—	—	—	—
<i>Carpinus</i>	2	1	4	1	4	1.5
<i>Acer</i>	6	3	2	0.5	—	—
<i>Fraesinus</i>	—	—	10	—	2	1
<i>Ilex</i>	14	6	—	—	14	4.5
<i>Juglans</i>	—	—	4	1	6	2
<i>Pterocarya</i>	4	2	2	0.5	4	1.5
<i>Carya</i>	8	4	—	—	—	—
<i>Corylus</i>	10	4	13	4	2	1
<i>Nissa</i>	6	3	18	5	38	14
<i>Rhus</i>	31	13	10	3	10	3.5
<i>Castanea</i>	—	—	—	—	4	1.5
<i>Erycaeae</i>	6	3	2	0.5	8	3
<i>Sedum Wodeuli</i> . . .	2	1	—	—	—	—
Споры <i>Trilites</i> . . .	2	1	—	—	—	—
Не определенные . . .	17	8	—	—	—	—
Всего зерен	236	—	344	—	239	—

Общее заключение Заклинской по этой таблице следующее:

«Углистые глины Сединского и Пеньковского месторождений очень сходны между собой; в том и в другом случае глины третичные, но в одно-возрастности этих глин в пределах третичного периода нет уверенности.

Глины Пеньковского месторождения содержат всего 8% хвойных; *Betula* (21%) и *Alnus* (15%) составляют 36%.

Глины Сединского месторождения содержат 35—54% хвойных.

Споры и в том и в другом случае составляют единичные находки.

Согласно данным И. М. Покровской, олигоценовые спектры Среднего Урала характеризуются почти полным исчезновением пыльцы хвойных, довольно большим количеством пыльцы ореховых, присутствием пыльцы *Taxodium*.

Миоценовые спектры И. М. Покровская характеризует возрастом участия пыльцы ели, сосны, кедра и пихты, постоянным участием пыльцы *Pterocarya* и заметным участием пыльцы широколиственных пород: *Fagus*, *Filia*, *Carpinus*, *Quercus* и др. Характерно присутствие пыльцы сережковых.

Весьма сходную картину мы наблюдаем и в наших случаях. Пеньковская глина почти совершенно лишена пыльцы хвойных, пыльца *Taxodium* и *Cupressaceae* составляет 6%.

В пробах сединских глин резко бросается в глаза большой процент хвойных (35.5%), сережковые составляют 31%, но зато постоянное присутствие *Pterocarya* во всех трех образцах и малое количество пыльцы различных *Juglandaceae* заставляет думать, что оба эти месторождения одновозрастны.

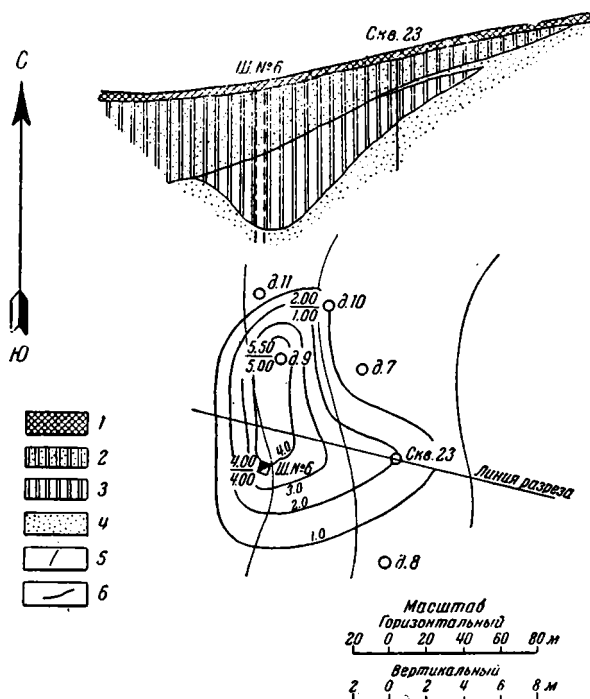
Я думаю, что не будет большой ошибкой считать, что сединские образцы определенно моложе, чем пеньковский, который несет в себе признаки олигоцена».

Такое заключение Заклинской вполне согласуется с данными В. А. Варсанофьевой и современными представлениями о возрасте местных молодых пород. Характерно, что состав кишертских глин аналогичен одновозрастным глинам восточного склона.

Красноуфимские глины как по условиям залегания, так и по своему составу весьма близки к кишертским.

Не давая подробного их описания, мы укажем только, что монотермит играет в них весьма значительную роль (Д. С. Белянкин, В. В. Лапин и В. П. Петров, 1942).

Макропольское и Битимское месторождения. Интерес этих месторождений определяется тем, что они входят в Причусовскую полосу, которая протягивается от Усть-Игума до верховий р. Уфы и г. Каслей. Оба месторождения расположены недалеко одно от другого и находятся вблизи шоссе Свердловск — Молотов, примерно в 9 км к западу от Билимбаевского завода. Макропольское месторождение приурочено к участку молодых песчано-глинистых пород, пересекаемому шоссе и дорогой. Главные глиняные разработки расположены метрах в 200 к северу от шоссе, в небольшом лесочке. Битимское месторождение расположено к югу от шос-



Фиг. 55. Макропольское месторождение. План и разрез линзы белой глины, разведанной Махониным.

1 — почвенный слой; 2 — песчаная глина; 3 — огнеупорная глина; 4 — песок; 5 — горизонтали поверхности; 6 — изолинии мощности глины.

се, юго-восточнее дер. Битимки, почти на водоразделе хребта, к востоку от одноименной реки.

По Мокропольскому месторождению разработки глин разбросаны на довольно большой площади и эксплуатировались многочисленными шурфами (известны остатки более 15 шурфов). Иначе обстоит дело с Битимским месторождением. Площадь его весьма ограничена, и все имеющиеся здесь шурфы, повидимому, разрабатывали одно и то же глиняное тело. Оба месторождения разрабатываются с весьма давних пор, повидимому со времени основания Билимбаевского завода, и упоминаются у Миклашевского (1881, стр. 225). Битимское глинище не подвергалось разведкам, Мокропольское же довольно внимательно разведывалось в 1936 г. инж. Махониным. Практические результаты разведки Махонина оказались весьма незначительными, им были обнаружены три глиняные линзы, из которых две оказались промысленными и содержали в сумме около 50 тыс. т. Тем не менее, результаты его разведки весьма интересны, так как освещают достаточно четко условия залегания глин и вполне подтверждают представления местных работников о крайне мелких размерах отдельных встречающихся здесь линз. Несмотря на это обстоятельство, мы не склонны пессимистически оценивать перспективы месторождения вообще. Ко времени наших посещений (в 1943—1944 гг.) линзы Махонина уже были нацело выработаны и были найдены новые, которые и разрабатывались. Поле развития молодых пород настолько велико, что перспективы нахождения новых линз остаются значительными.

Разрез и план средней по величине западной линзы Махонина приведен нами на фиг. 55. Следует, в дополнение к этому, указать, что все песчано-глинистые отложения выполняют депрессию в известняках нижнего девона.

Даваемое Махониным описание разреза следующее:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Растительный слой | 0.2 м |
| 2. Буро-коричневая глина с песком, кварцем, галькой, растительными остатками, углистым веществом и стяжениями бурого железняка | 2.0—6.5 » |
| 3. Прослой мелкозернистого песка (не везде) | 0.2—0.8 » |
| 4. Глины огнеупорные, розового, серого, белого или желтого цвета; иногда включения марказита и гипса. | |
| 5. Слабо цементированные пески белого и красного цвета с хорошо окатанной кварцевой галькой. | |
| 6. Бурый железняк. | |
| 7. Известняки девона. | |

Качественная характеристика мокропольских глин довольно пестрая: встречаются глины песчанистые, с содержанием 15—20% глинозема, с одной стороны, а с другой — почти приближающиеся к теоретическому составу каолинита (до 36—37% Al_2O_3). Содержание окиси железа в белых глинах спускается до 2.0—2.5%, красные же, естественно, содержат ее много больше.

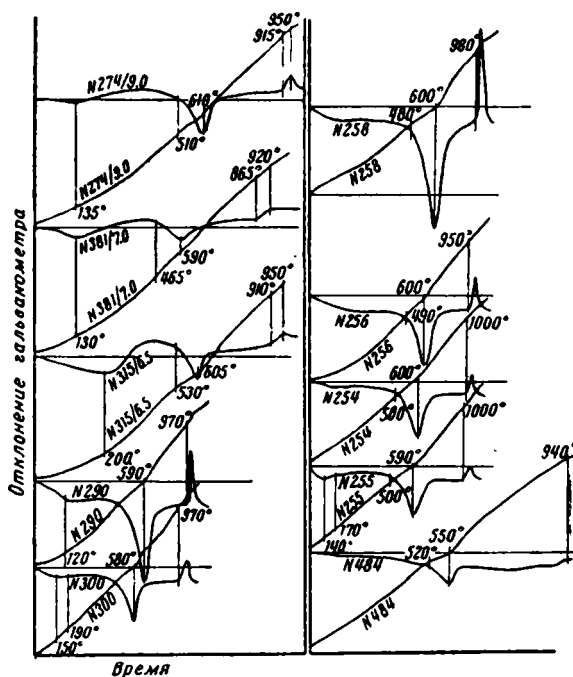
Заключение по глинам западного склона Урала

Анализируя литературный материал, можно убедиться, что все известные глинопроявления северной части западного склона Урала построены совершенно сходным образом, т. е. все они представляют собой остатки молодой песчано-глинистой толщи в депрессиях и карстовых воронках на водораздельных участках, сложенных палеозоем; то же и в части минералогического состава. Когда мы можем сделать какие-либо выводы относитель-

но последнего, то глины оказываются или существенно каолининовыми, или монотермитовыми с обычными примесями: марказитом, сферосидеритом, бурым и красным железняками. Крайне редко (окрестности дер. Калиновки) указывается алунит. Такой характер носят знаменитые Алтынские и Мосинские глинища и, повидимому, судя по данным В. Д. Наливкина, многочисленные глинища Месягутовского района Башкирской АССР.

В свете полученного выше материала весьма интересно рассмотреть Журавлинское месторождение боксита, описанное в свое время весьма подробно Рязановым и Марковым (1926) и Смольяниновым (1926). По предположению авторов, месторождение образовалось в результате циркуляции поверхностных вод одновременно через песчано-глинистую толщу C_1^2 и трещины известняка C_1^1 ; окисление пирита из первой толщи приводит к образованию серной кислоты, которая, взаимодействуя с глинами, дает сернокислые растворы глинозема, выделяющие при соприкосновении с известняком весь комплекс минералов журавлинских белых глин.

Если происхождение галлуазита, гидраргиллита и алунита, образующих корки на известняке в результате осаждения из растворов, не вызывает сомнения, то возникновение этих растворов в результате взаимодействия сернокислотных вод и углистых сланцевых глин карбона маловероятно, последние обычно сильно железисты, и в результате их сернокислотной обработки должны получиться новообразования ярозита, что и имеет место на выходах сланцев в шурфе Последнем (Смольянинов, 1926, стр. 52). Неясно также, что представляют собой «наносы» и «делювий пород C_1^2 », выполняющие карстоподобные впадины в известняке. Судя по отрывочным упоминаниям, они представлены частично бурыми глинами, частично песками. Глинисто-песчаный состав выполнения, залегание в карсте самой высокой точки Причусовского хребта и наличие прослоев белых глин среди «наносов» (см. рис. 4 на стр. 11 статьи Рязанова и Маркова, 1926) сближает Журавлинку с другими месторождениями белых глин западного склона,



Фиг. 56. Кривые нагревания западноуральских глин.

Образец № 274/9.0 (Сединское месторождение) — светло-желтая пластичная огнеупорная глина; № 381/7.0 (Сединское месторождение) — светлосерая пластичная тугоплавкая глина; № 315/6.5 (Сединское месторождение) — пластичная слабоогнеупорная глина; № 290 (Пеньковское месторождение) — светлосерая глина старых добыч; № 300 (Сухоложское месторождение, участок Ельники) — лучшая глина старых добыч; № 258 (Мокрополье) — глина розовая 1-го сорта; № 256 — то же 2-го сорта; № 254 (там же, шурф № 12) — глина белая 1-го сорта; № 255 (то же, шурф № 13); № 484 (Глинское месторождение из шахты близ дороги на Пестериху) — белая пластичная глина.

образования ярозита, что и имеет место на выходах сланцев в шурфе Последнем (Смольянинов, 1926, стр. 52). Неясно также, что представляют собой «наносы» и «делювий пород C_1^2 », выполняющие карстоподобные впадины в известняке. Судя по отрывочным упоминаниям, они представлены частично бурыми глинами, частично песками. Глинисто-песчаный состав выполнения, залегание в карсте самой высокой точки Причусовского хребта и наличие прослоев белых глин среди «наносов» (см. рис. 4 на стр. 11 статьи Рязанова и Маркова, 1926) сближает Журавлинку с другими месторождениями белых глин западного склона,

но имеются и существенные различия — главным образом в своеобразии минералогического состава; галлуазит и гидраргиллит в других случаях в молодых глинах не встречались, равно как и не отмечается корок глинистых минералов на известняке. Все это вместе с необъяснимой, с точки зрения авторов теории генезиса, обезжелезистостью журавлинских минералов легко понять, если предположить, что источником глинозема в растворах являлся слой молодых — третичных белых глин, залегавших вместе со всей молодой свитой («наносы») в карстовом провале подобно тому, как это имеет место в Калиновке и в Мокрополье. Географическое положение Журавлиники весьма подходит для этого — залегание на водоразделе и неподалеку от явно молодых месторождений белых глин, например Всехсвятского, где глина залегают линзами в стекольных песках, и т. д.

Обращаясь к географическому положению глин, мы видим строго закономерное их распределение. Они приурочены к депрессиям водораздельных участков, к тому же к вполне определенно выраженным Красноуфимско-Кишертской и Чусовской депрессиям на западном склоне, значение которых в строении Урала было отчетливо показано Е. Н. Щукиной. На карте (фиг. 1) эти депрессии четко выражены в распределении месторождений в две полосы: восточную — Причусовскую, где расположены Петропавловское, Всехсвятское, Дальневосточное и Журавлинское месторождения и, дальше к югу, группа Усть-Уткинских месторождений (Глинское, Пестерихинское, Старо- и Новоуткинское, Мокропольское и др.), переходящую на восточный склон, и западную — резко выраженную в районах Кишerti, Суксунского завода, Иргины, Кошаева, Красноуфимска, Саранинского завода, междуречья рр. Ай и Уфы. Очень любопытно, что южным продолжением этой полосы являются глина Башкирии, приуроченные к депрессии Уфы и дающие материал, технологически весьма близкий к кишертско-красноуфимским глинам. Дальнейшие исследования должны показать, нет ли здесь, хотя бы частично, некоторой геологической общности.

4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БЕЛЫХ ОСАДОЧНЫХ ГЛИН УРАЛА

В табл. 58 даны средний состав и колебания химических составов осадочных глин, сгруппированных по тем же группам, по которым велось опи-

Таблица 58

Химический состав уральских осадочных глин

Описание	Нижнемеловые глины				Третичные глины			
	число анали- зов	сред- ний состав	колебания		число анали- зов	сред- ний состав	колебания	
			от	до			от	до
SiO ₂	174	53.00	40.04	70.19	182	58.09	46.24	79.67
TiO ₂	89	1.33	0.82	2.80	61	1.68	—	2.70
Al ₂ O ₃	173	31.65	19.64	44.78	206	27.33	10.57	39.85
Fe ₂ O ₃	168	2.22	0.96	6.32	168	2.17	0.55	6.66
CaO	118	0.63	сл.	1.90	108	0.82	сл.	1.29
MgO	117	0.33	сл.	1.70	96	0.48	сл.	1.06
MnO	4	0.06	—	—	1	0.04	—	—
Na ₂ O	18	0.23	сл.	0.66	25	0.37	сл.	0.63
K ₂ O	20	0.37	сл.	1.02	25	0.80	сл.	1.84
S	16	0.98	—	3.62	—	—	—	—
H ₂ O	17	2.44	0.86	4.24	39	3.52	1.64	3.52
Пот. при прок. .	63	12.32	6.88	17.20	98	10.73	4.20	21.70

сание: 1) мезозойских высокоспекающихся глин и 2) третичных низкоспекающихся глин. В сводку вошли, кроме приведенных выше наших анализов, около 200 анализов, заимствованных из литературы. Конечно, этот материал в известной степени случаен. Наиболее полно представлены разрабатываемые и разведанные месторождения; месторождения, недостаточно изученные, представлены слабо. Таким образом цифры эти скорее иллюстрируют средний состав добываемых глин; особенно это относится к пределам колебаний.

Выше указывалось, что продуктивные глины как в мезозойских, так и в третичных месторождениях постепенными переходами связаны с песками. Как пример последних описаны были губерлинские и лангурские пески. Много песчаных разностей глин имеется и в районах глиняных месторождений. Таким образом, если рассуждать с точки зрения геологии, то для отложений того или иного глиноносного горизонта мы должны допустить существование всех постепенных переходов — от почти чистых песков, с содержанием кремнекислоты 99%, до чистых глин. Относительно третичных глин цифры, приводимые как максимальное содержание для глинозема, повидимому, являются действительно максимальными. Совершенно иначе обстоит дело с мезозойскими глинами. Постепенными переходами они связаны с мезозойскими же бокситами. Характерно также довольно большое, но равномерное содержание окиси титана. Содержание щелочей уже рассмотрено выше; в мезозойских глинах щелочей чрезвычайно мало; значительно их больше в третичных глинах. Цифра максимального содержания щелочей, повидимому, справедливо характеризует их содержание.

Цифра потерь при прокаливании зависит, с одной стороны, от содержания воды, а с другой — от количества углистых частиц. Максимальные потери при прокаливании относятся к углистым глинам.

Значительное число образцов осадочных глин подвергнуто было Н. В. Лизуновым спектральному анализу. Результаты приведены на диаграммах (фиг. 57 и 58) по геологическим возрастным типам. Кроме элементов, показанных в табл. 58, на фиг. 57 и 58, во всех глинах определялись теллур, фосфор, сурьма, кадмий, серебро, тантал, индий, германий, таллий, золото и платина, но они нигде не встречены в количествах, доступных спектроскопу.

Сравнение анализов, приведенных на фиг. 27 и 28 (стр. 62—63), с анализами, данными на фиг. 57 и 58, показывает, что осадочные глины значительно богаче микроэлементами, чем элювиальные. Особенная наглядность полу-

	373	51	25	24	26	27	31	33	34	37	39
Mn											
Pb	•	•	•	+	•					•	
Sn		•	•	•	•						•
Cu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zn											
Co	•			•	•	•	•	•	•	•	•
Ni	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•
Zr	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•
Nb											
Bi		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ga	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cr	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Li											
Na	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
K											
Ca	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sr	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ba	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mn	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sc											

• следы линий • очень слабые линии

⊕ слабые линии ⊗ средние линии

● элювиальные глины

Фиг. 57. Микроэлементы в мезозойских уральских глинах.

Кызылсайское месторождение: № 373 — каолиновые глины, прикрывающие бокст.

Курьинское месторождение: № 51 — красная глина «алики»; № 25 — шахта № 10, глина 1-го сорта; № 24 — шахта № 9, глина 1 — 2-го сорта; № 26 — шахта № 9, отбойная глина; № 27 — шахта № 9, углистая глина.

Белкинское месторождение: № 31 — восточный борт карьера — «пешка»; № 33 — западный борт, слюдяная глина; № 34 — западный борт, углистая глина; № 37 — западный борт, глина 1-го сорта.

Денежкинское месторождение: № 39 — лучшая глина.

чается при этом, если изобразить встречаемость отдельных элементов в виде диаграммы, как мы уже делали раньше (фиг. 59). Почти все определенные в уральских глинах микроэлементы, за исключением лишь ниобия и лития, наблюдаются в осадочных глинах значительно чаще. Чрезвычай-

	53	54	55	56	57	60	61	62	63	155	156	158	166	167	169	170	171	234	256	258	265	266	267	289	290	303	304	305	306	307	308	309	400	402	403	404	354	355	357	358	359	360	361	362	390				
As	?				?	?	?																																										
Pb	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sn	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Zn	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Co	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ni	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Zr	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ag					•																																												
Mo									•																																								
Ga	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•					•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Cr	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
V	+	+	○	○	○	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	○	+	+	○	+	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Li																																																	
Na	•	•	•	•	•	•	•	•	•								•	+		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
K	+	+	+	+		+										+		+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ca	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Sr	+	+	+	+	+	+	+			•					•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ba	+	+	+	+	+	+	+	•		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Mn	○	+	+	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	
Sc																																																	
• слабые линии ○ средние линии ● сильные линии																																																	

Фиг. 58. Микроэлементы в третичных уральских глинах.

Бускульское месторождение: № 53 — глина желтовато-серая 2—3-го сорта, верхняя часть продуктивного горизонта; № 54 — темносера глина 3-го сорта; № 55 — темноватосера глина, залегает над «пояском», 1—2-го сорта; № 56 — «поясок», 3-го сорта; № 57 — лучшая глина 1-го сорта, залегает под «пояском»; № 60 — глина пестроцветная; № 61 — глина засоленная.

Нижне-Увельское месторождение: № 62 — железистые участки из средней части пласта; № 63 — лучшая глина, средняя часть пласта.

Вознесенское месторождение: № 155 — южная линза, шурф 134, глубина 40 м, типичная глина; № 158 — шурф 125, песчанистая глина; № 166 — карьер, 4-й сорт, нижняя часть пласта; № 167 — карьер, 3-й сорт, верхняя часть пласта; № 169 — карьер, 2-й сорт, средняя часть пласта; № 170 — указательный слой, верх слоя; № 174 — то же, низ слоя, лучшая глина.

Микропольское месторождение: № 254 — белая глина 1-го сорта; № 256 — розовая глина 1-го сорта; № 258 — глина пестроцветная, песчанистая.

Кишертская группа: № 285 — Кленовское месторождение, серая глина; № 289 — Пеньковское месторождение, из рядовых добыч; № 290 — Пеньковское месторождение, лучшая глина; № 295 — то же, железистая; № 298 — Сухоложское месторождение, участок Ельниги, типичная глина; № 300 — то же, лучшая.

Усть-Игумское месторождение: № 266 — восточный забой; № 267 — западный забой.

Мугодиарское месторождение: № 399 — шурф № 11, типичный каолин; № 400 — шурф № 2, типичный каолин; № 402 — шурф у станции, типичная глина.

Песчанское месторождение, Антюбинский район: № 403 — рядовая глина.

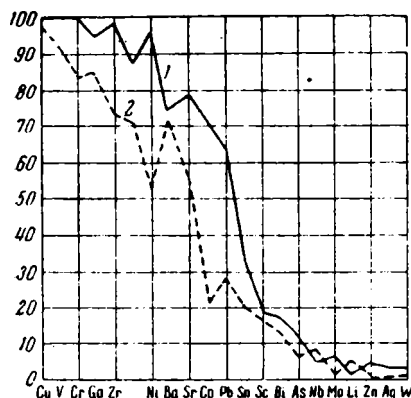
Алгитское месторождение, Антюбинский район: № 404 — глина, прикрывающая уголь, рядовые добычи.

Куманская группа, Орский район: № 354 — участок горы Сенной, глина белая, средняя часть пласта; № 355 — там же, серая глина, верхняя часть пласта; № 357 — Куманский участок, глина запесоченная, низ слоя; № 358 — там же, лучшая глина середины слоя; № 359 — там же, верхняя часть слоя, пестроцветная глина; № 360 — там же, верхняя часть слоя, желтые глины; № 361 — там же, старый карьер; верхняя часть слоя, запесоченная глина; № 362 — там же, красная прожилка в глине; № 390 — участок Никельзавода, верхняя часть пласта, пестроцветная глина.

но характерно, — понятно, с геологической точки зрения, — поведение хрома, никеля и кобальта. Все эти три элемента, обнаруженные лишь в небольшом числе образцов первичных каолинов, встречаются значительно чаще в осадочных глинах. Очевидно, здесь наблюдается примешивание продуктов выветривания основных пород. Подобную же картину мы видим при наличии свинца, отчасти мышьяка и серебра — характерных элементов металлоносности жил. Несколько неожиданно более частое нахождение

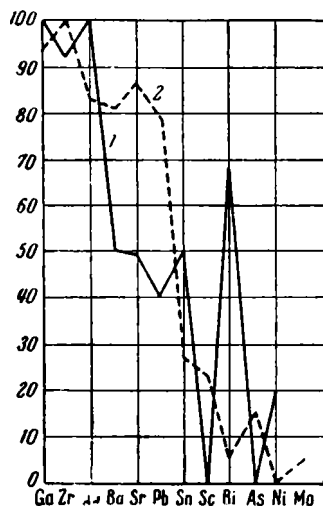
в осадочных глинах таких типичных гранитных элементов, как цирконий, олово и др., из которых первые два обычно концентрируются в песках. Для объяснения этого факта наиболее вероятным будет предположение, что минералы этих элементов более равномерно распределяются по массе глины.

Сравнивая третичные низкоспекающиеся и мезозойские высокоспекающиеся глины (фиг. 60), видим, что в мезозойских глинах встречаются элементы гранитов: олово, галлий, висмут и молибден, тогда как



Фиг. 59. Встречаемость микроэлементов в осадочных и элювиальных глинах.

1 — осадочные глины; 2 — элювиальные глины.



Фиг. 60. Встречаемость микроэлементов в осадочных мезозойских и третичных глинах.

1 — мезозойские; 2 — третичные глины.

в третичных значительно чаще встречаются элементы рудных жил: барий, стронций, свинец и мышьяк; здесь же в одном случае было обнаружено серебро. Обращает на себя внимание тот факт, что скандий присутствует только в третичных глинах. Встречаемость меди, ванадия, никеля и кобальта не является характерной; в обоих типах глин они присутствуют примерно поровну.

Содержание некоторых микроэлементов специфично для отдельных месторождений. Так, для Бускуля крайне характерна вообще сильная загрязненность микроэлементами, например постоянное присутствие свинца во всех образцах, обилие кобальта, и т. д.

Для вознесенских и мокропольских глин характерно полное отсутствие свинца, олова, висмута, мышьяка, ниобия, молибдена и относительная редкость кобальта, никеля и т. д.

Часть II

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА И МИНЕРАЛОГИИ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН

1. МИНЕРАЛОГИЯ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН

Минералогический состав описанных выше уральских белых глин оказался в общем довольно простым. Все разнообразие его в конечном итоге свелось к количественным колебаниям шести главнейших глинообразующих минералов: кварца, полевого шпата, каолинита, слюды с тем или иным содержанием воды, монотермита и галлуазита. Первые три минерала достаточно постоянного состава; последние, наоборот, обладают весьма пестрыми свойствами и составом, так что возникают известные трудности как при систематике, так и при диагностике их. В процессе исследования уральских глин нам удалось получить некоторые новые данные и несколько иначе, чем это описано в литературе, взглянуть на систематическое положение некоторых из этих минералов.

Дальнейшее изложение материала ведется по отдельным минералам, причем расположили мы их примерно в порядке предыдущего перечисления, т. е. начиная с кварца и полевого шпата — минералов, являющихся примесями к основному глинистому веществу и представляющих или реликты материнской породы, давшей начало глине, или механическую примесь. В отношении галлуазита мы располагаем весьма малым количеством материала, он присутствует только в нескольких наших образцах.

Кварц

Кварц в элювиальных глинах является исключительно реликтовым минералом. Новообразований кварца, так же как и других форм кремнекислоты, в уральских элювиальных глинах наблюдать нам не приходилось, хотя присутствие их теоретически и вполне возможно. Выделение кремневого вещества в виде опала в совершенно аналогичных условиях установлено в украинских пеликанитах. Гинзбургом указываются пеликаниты в Орско-Халиловском районе (личное сообщение), но нами они встречены не были. На Урале обильное кварцевыделение (халцедоновыделение, ороговикование) наблюдается в случае выветривания известняков; в нижних горизонтах выветривания здесь присутствуют сплошные роговиковые породы, полностью сохранившие макроскопическую структуру известняка.

В изученных нами глинах, напротив, наблюдаются скорее процессы растворения зерен кварца и дезинтеграции кварцевых агрегатов, подобно тому, как это происходит при выветривании кварцитовых и песчаниковых пород.¹

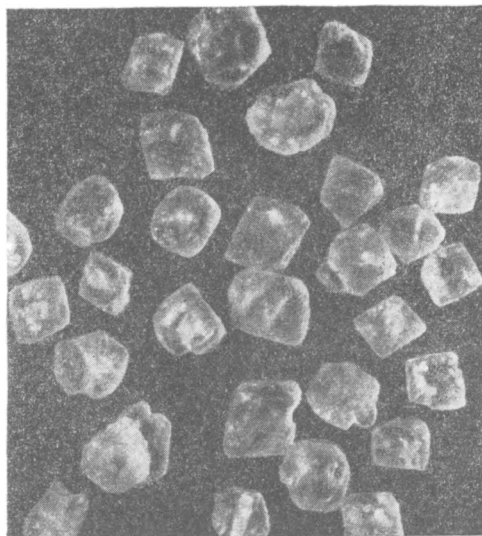
Примеры этого мы видим совершенно четко в Кыштыме и Полетаеве, где отдельные зерна кварца, обуславливающие структуру породы, рассыпаются в более мелкий порошок. Монокристалльные зерна более стойки — порфиновые вкрапления кварца в уктусских порфирах сохранили полностью свою первоначальную форму (фиг. 61). Распадение кварцевых агрегатов на отдельные составляющие их монокристалльные зерна вытекает также и из того факта, что в глинах кварцевые агрегаты отсутствуют полностью.

Кроме реликтового кварца материнской породы, в элювиальных глинах в большинстве случаев присутствуют остатки рассекавших их кварцевых жил. Мощность таких жил колеблется в весьма больших пределах — соответственно колеблются и размеры их обломков, встречающихся в глинах. Структура жильного кварца, пустоты от вымытых сульфидов, а подчас и довольно сильная разъеденность для него весьма характерны и позволяют отличать обломки жил среди раздробленного при добыче материала. Остатки жил в стенках элювия различаются весьма отчетливо. Они могут служить дополнительным признаком для отличия элювиальных глин от глин осадочных.

Кварц в осадочных глинах представляет собой большей частью песчанистый материал, подобный пескам, вмещающим месторождение глины. Подобно этим последним, гранулометрия песчанистых кварцевых частиц в глине весьма разнообразна и изменяется от образца к образцу. Иногда это только крупные песчинки, остающиеся на стандартном сите с отверстием 0.06 мм (10 000 отв/см²). В других случаях они проходят сквозь это сито и тогда обуславливают высокую кремнеземистость отмученных глин. Как правило, крупные песчанистые фракции сложены округлыми, окатанными песчинками, мелкие — угловатыми зернами.

Полевой шпат

Полевой шпат, подобно кварцу, встречается исключительно лишь в качестве реликта первоначальной материнской породы. В первосортных као-



Фиг. 61. Бипирамидальные кристаллы кварца из уктусских каолинов. Фракция крупнее 0.5 мм. 16×.

¹ Выветриванием кварцитов объясняется образование чистых кварцевых песков Всехсвятского месторождения и песчаных месторождений окрестностей Висимо-Уткинска. Аналогичный процесс приводит к образованию маршалита в верхних горизонтах выветрелых известняков. Элементы первоначального рогушского кварца здесь выявляются достаточно четко.

линах полевой шпат, как правило, почти совсем не встречается, в образцах же слабо измененных пород (типа описанных образца № 19 сапролита и образца № 415 с горы Высокой), а также в низкосортных каолинах (Еленинка, образец № 72) содержание его часто значительно. Характерно, что при выветривании калиевый полевой шпат (микроклин, ортоклаз) оказывается более стойким, чем плагиоклазы. По крайней мере, в большинстве изученных нами уральских каолинов, содержащих полевой шпат, плагиоклаз не был констатирован.

Полевой шпат, сохранившийся в выветрелых породах, сильно побелел и при растирании пальцами легко рассыпается в порошок, проходящий целиком через сито с отверстием 0.06 мм. Под микроскопом удавалось констатировать совершенною свежесть полевого шпата и прорастание его гидрослюдой. Весьма характерны для его зерен бухтообразно разъеденные формы (см. фотографии, фиг. 19, 21, 22 на стр. 40, 45).

Выше мы указывали, что при помощи электромагнита из крупной фракции разрушенного сиенита горы Высокой можно было оттянуть почти количественно биотит и магнетит. Остаток состоял из зерен полевого шпата, частично проросших гидрослюдой. Получившийся концентрат (из образца № 415, фракция крупнее 0.10 мм) был подвергнут валовому химическому анализу, результаты которого приведены в табл. 59.

Таблица 59

Химический состав полевошпатового концентрата из разрушенного сиенита горы Высокой (образец № 415) и его пересчеты

Окислы	I	II	III	IV	V
SiO ₂	61.76	57.89	3.87	3.41	0.46
TiO ₂	0.22	—	0.22	—	0.22
Al ₂ O ₃	19.71	16.86	2.85	2.85	—
Fe ₂ O ₃	1.28	—	1.28	—	1.28
MnO	0.04	—	0.04	—	0.04
MgO	0.01	—	0.01	—	0.01
CaO	0.32	0.32	—	—	—
N ₂ O	0.18	0.18	—	—	—
K ₂ O	14.67	14.67	—	—	—
Пот. при пров.	1.78	—	1.78	1.01	0.77
Сумма	99.97	89.92	10.05	7.27	2.78

I. Цифры валового анализа полевошпатового концентрата из разрушенного сиенита горы Высокой (аналитик Нестерова).

II. Окислы, пошедшие на образование полевого шпата: Or — 86.80%, Ab — 1.52%, An — 1.60%.

III. Примеси к основному полевошпатовому веществу.

IV. Количество примешанного каолинита (гидрослюды?) из колонки III.

V. Остаток, связанный в биотит и водные окислы железа (из цифр колонки III).

Пересчет анализа затрудняется тем, что в состав концентрата входят, кроме полевого шпата, гидрослюда и биотит, содержащие щелочи. К ориентировочному определению содержания гидрослюдяных вростков в разрушенном полевом шпате концентрата мы подошли следующим образом. Все щелочи и окись кальция условно связаны в полевой шпат. Из остатка, составляющего около 10%, по оставшемуся глинозему был отброшен состав

каолинита. После этого на долю механической примеси биотита и окислов железа остается не более 3%. Поскольку состав гидрослюда вообще довольно близок к составу каолинита, состав полевошпатовых зерен горы Высокой может быть принят округленно в следующем виде:

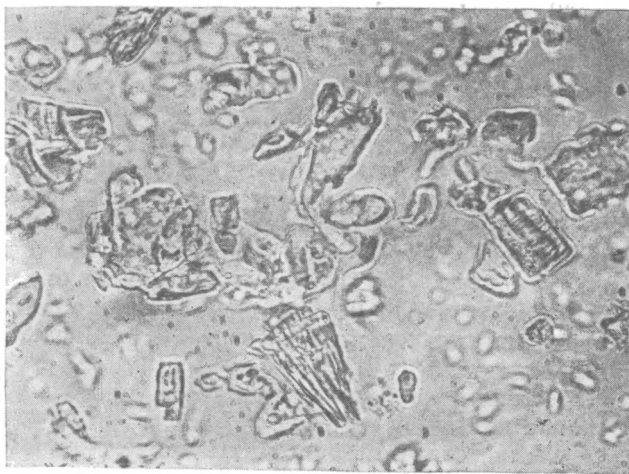
Полевой шпат	85—90%
Гидрослюда	7—10%
Механические примеси (биотит, магнетит и т. п.)	3—5%

Каолинит

Каолинит — наиболее распространенный минерал элювиальных глин; он слагает от 10—20 до почти 100% всей породы.



Фиг. 62. Вермикулитоподобный сросток каолинита. Образец № 79. Фракция крупнее 0.01 мм. 365×. Иммерсионный препарат; жидкость с N=1.542.



Фиг. 63. Общий вид каолиновых зерен. Мелкая фракция (мельче 0.01 мм); образец № 71. 365×. Иммерсионный препарат; жидкость с N=1.542. Видны вермикулитовые сростки и отдельные листочки каолинита.

Формы выделения каолинита — наиболее часто вермикулитовые сростки и отдельные каолиновые листочки, причем совершенно четко разграничиваются каолинит, образовавшийся за счет полевого шпата (вернее за счет гидрослюда, образовавшихся по полевому шпату), и каолинит, происшедший за счет первичных слюд материнской породы. Последний образует значительно более крупные листочки и сильнее загрязнен (сагитовая сетка, железистые зерна). Как правило, отдельные листочки каолинита совершенно четко индивидуализированы (фиг. 62—63).

Химический состав каолинита уральских глин весьма постоянен. Некоторые образцы элювиальных глин дают почти теоретический его состав. Присутствие иных, кроме кремнезема, глинозема и воды, окислов совершенно ничтожно и, как установлено микроскопическим исследованием, скорее может объясняться примесью других минералов к основному каолиновому веществу. Так, из наиболее частой примеси слюдяного ми-

нерала происходят показываемые обычно в анализах щелочи. Железо, как правило, образует самостоятельные минералы, отчетливо распознаваемые под микроскопом. Примесь кварца обычна и нередко очень обильна, так что сырые каолины показывают всегда несколько повышенное количество кремнекислоты. Отмучиванием сырых каолинов удается удалить значительную часть кварца (иногда почти весь) и получить в пределе почти мономинеральный каолинит с содержанием глинозема до 39%.

Существенно каолининовыми являются породы Кыштыма (образец № 41) и Еленинки (образец № 73), химические анализы которых даны в табл. 12 и 16 на стр. 41 и 46, а минералогия — соответственно — в табл. 8, 17 (стр. 37 и 46). Весьма характерно, что при пересчетах химических составов этих пород на минералогический получились совершенно ничтожные нерасшифрованные остатки, т. е. почти полное совпадение реального состава с теоретическим.

Детально свойства минералов каолининовой группы, отвечающих формуле $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, исследовались в свое время Россом и Керром (Ross and Kerr, 1934), установившими три их разновидности: накрит, диккит и каолинит, оптически и рентгенографически резко между собой различающиеся. Генезис этих трех минералов, по указанным авторам, следующий. Каолинит образуется в результате выветривания различных горных пород и минералов, а иногда также является аутигенным в осадках. Диккит и накрит образуются в результате процессов гидротермального отложения в рудных жилах или среди гидротермально измененных пород.

Поскольку все наши породы возникли путем обычного поверхностного выветривания, следовало ожидать, что мы будем иметь здесь дело только с каолинитом. Для проверки Н. А. Синдеева, по нашей просьбе, сняла дебаграмму наиболее мономинерального нашего образца (№ 41). Результаты, приведенные в табл. 65 на стр. 136, совпадают с таковыми типичного каолинита по Россу и Керру.

Каолинит, накрит и диккит различаются, по данным тех же авторов, весьма четко оптически.

Соответственные константы приведены нами в табл. 60.

Т а б л и ц а 60

Оптические свойства накрита, диккита и каолинита
(по Россу и Керру)

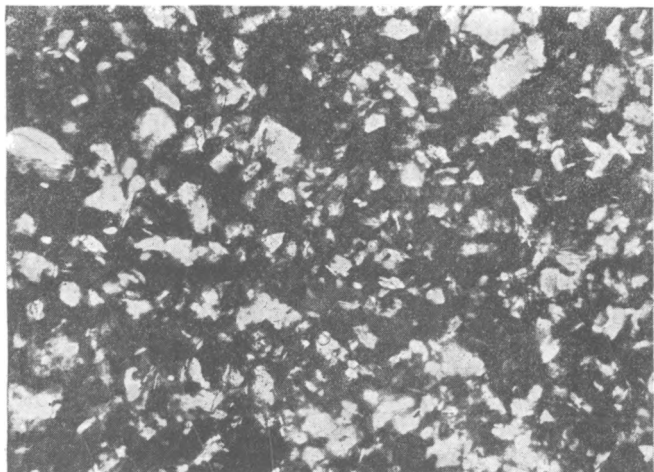
Свойство	Накрит	Диккит	Каолинит
Ng	1.563	1.566	1.566
Nm	1.562	1.562	1.565
Np	1.557	1.560	1.561
2V	—40 до $\pm 90^\circ$	+52° до +80°	—36° до —42° реже 23° » —50°
Оптическая ориентировка . .	10—12° 0°	15—20° 0°	1—3.5° 0°

Как следствие ориентировки и величины угла осей у листочков каолинита коноскоп при больших увеличениях (объективы 6 L и 7 микроскопов Лейтца) должен дать, как правило, выходы обеих осей, у накрита — почти всегда только одну ось, а у диккита обе они должны выходить вне поля зрения микроскопа.

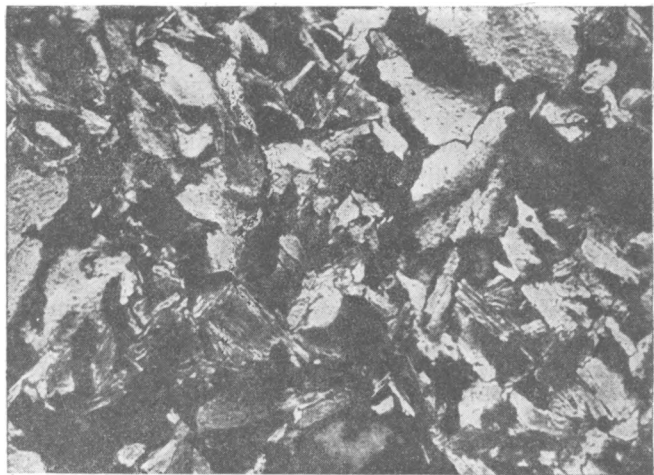
В наших случаях всегда, когда у листочка была достаточная толщина, удавалось наблюдать выходы оптических осей.

Слюда и гидрослюда

Слюдистые минералы различного типа — важнейшие компоненты уральских алювиальных глин; больше того, можно сказать даже, что гидро-



Фиг. 64. Гидрослюда и кварц. Иммерсионный препарат, Образец № 13. Преобладает гидрослюда. 150×, николи скрещены.



Фиг. 65. «Камень» из сапролита. Образец № 22. Сапролитовый карьер в окрестностях Челябинска. 150×, николи скрещены.

слюдистые разности, где гидрослюда является преобладающим или одним из главных минералов породы, встречаются на Урале чаще, чем существенно каолининовые. Мы склонны думать, что вообще содержание щелочей в ка-

олинах большинства других местностей объясняется не столько присутствием остатков полевого шпата, сколько слюдястыми минералами, наличие которых постоянно отмечается как в отечественных, так и в иностранных каолинах, если таковые подвергаются петрографическому изучению. Напомним хотя бы данные Красенской по каолинам Дубровского месторождения (Красенская, 1929) и каолинам Киянки (Федосеев, Зенькович, 1937) из советских каолинов, или детальное микроскопическое исследование, проведенное Ирмой Роде на 51 образце промышленных первичных каолинов Северной Каролины, где содержание «слюды» колеблется от 5 до 80—90% и нормально достигает 30—40% (Gould, Hedquist and Boyd, 1937). Характерно при этом, что существенно гидрослюдястые каолины образуются как за счет полевошпатовых гранитных пород, так и за счет слюдяных сланцев.

Из описанных выше уральских каолинов существенно гидрослюдястыми являются образцы № 2, 13, 14, 20, 21, 47, 93, 96, 152, 200, 240 и пр., составы которых приведены в табл. 9, 13, 15, 17, 24, 28. Структуру двух из них см. на фиг. 64 и 65. Кроме этих образцов рядовых глин, мы располагаем также несколькими образцами, представляющими собой продукт изменения чисто слюдястых участков сланцев и являющимися почти мономинеральными.

Присутствие здесь в значительной степени именно гидрослюды, а не собственно слюды, доказано было несколько времени тому назад в работе Д. С. Белянкина совместно с нами и В. В. Лапиным (1942), причем отмечалось, что гидрослюда эта характеризуется меньшим двупреломлением (пониженной величиной N_g) и меньшим углом оптических осей против нормальной мусковитовой слюды. В части химического состава описанные слюды характеризовались пониженным содержанием щелочей и повышенным — воды. Поскольку выделить гидрослюды из каолинов в чистом виде не удалось, мы подошли к определению их состава путем перерасчетов валового анализа и вычитания из него минералов с определенным химическим составом (кварц, каолинит, мусковит и т. д.), подсчитанных под микроскопом. Конечно, при этом неизбежны некоторые, иногда довольно значительные, ошибки, но общий характер гидрослюды того или иного образца все же передается достаточно верно.

Таким же путем подошли мы и к исследованию некоторых из наших образцов, содержащих большое количество гидрослюды. В результате получены были химические составы для 10 образцов слюды. Для этих же образцов были получены и оптические данные, показывающие совершенно четкое отличие их как от обычных слюдяных норм, так и от соответствующих данных каолинита.

Кроме образцов, состав которых был описан выше, мы использовали дополнительно образцы № 192 и 194, взятые из Сысертского месторождения и иллюстрирующие богатые слюдой прослой сланца, измененные до состояния глины (см. зарисовку — фиг. 14 на стр. 32), причем образец № 192 представляет слой белой слюды, а № 194 — зеленой фукситовой. Оригинальные данные по этим слюдам приведены в табл. 61 и 62. Здесь же для сравнения приведены данные по образцам № 22 (Сапролитовый карьер, см. стр. 43) и № 200 (Косулино, см. стр. 29), столь же богатым слюдой.

Особенно интересны здесь различия в содержании воды и щелочей. Если свести все имеющиеся у нас расчетные составы гидрослюды и расположить их в порядке повышения содержания щелочей, то мы получим картину, отображенную в табл. 68. Из нее явствует, что параллельно с уменьшением щелочей в гидрослуде резко увеличивается содержание воды. Получается впечатление постепенной их взаимной замены.

Валовой химический состав образцов глин, богатых слюдой

Компоненты	О б р а з ц ы			
	№ 192	№ 194	№ 200	№ 22
SiO ₂	51.00	47.10	47.80	48.74
TiO ₂	0.92	0.46	0.44	0.74
Al ₂ O ₃	32.80	33.86	35.20	32.12
Cr ₂ O ₃	нет	0.56	—	—
Fe ₂ O ₃	1.28	1.60	1.40	1.43
FeO	—	—	—	1.00
MnO	—	—	—	0.05
MgO	1.57	1.97	0.72	1.80
CaO	0.44	0.24	0.26	0.20
Na ₂ O	0.38	0.12	0.10	1.40
K ₂ O	8.16	10.36	3.66	8.84
H ₂ O ₋₁₁₀	0.16	0.20	0.44	0.44
H ₂ O ₊₁₁₀	3.56	3.88	10.28	3.42
Сумма	100.27	100.35	100.30	100.18

Акалитик В. А. Молева.

Таблица 62

Количественно-минералогический состав глин, богатых гидрослюдой (по микроскопическому подсчету)

Минералы	Образцы			
	№ 192	№ 194	№ 200	№ 22
Кварц	10.0	5.0	5	9.04
Гидрослюда	90.0	95.0	85	90.22
Каолинит	Нет	Нет	10 ¹	Нет
Рутил	сл.	сл.	0.5	0.74
Окислы железа	сл.	сл.	сл.	сл.

¹ В сростках со слюдой.

Что касается колебаний в составе других окислов, то наши данные на этот счет недостаточно определены. Содержание окиси магния во всех образцах держится примерно на одном уровне. Содержание окиси кальция хотя и меняется в больших пределах, но минералогическая природа этих колебаний неясна. Колебания кремнекислоты, глинозема и окиси железа невелики, и у нас нет уверенности, что эти колебания отражают действительные изменения состава, а не являются результатом допущений, сделанных при пересчете анализов.

Кроме химических составов изученных гидрослюд, в табл. 63 приведены их оптические свойства; из-за крайней тонкости гидрослюдяных листочков не всегда удавалось измерить угол оптических осей. Что касается светопреломления, то приведенные цифры являются средними по образцу; светопреломление гидрослюд (в особенности Ng) колеблется, как правило, в довольно больших пределах, причем не только от листочка к листочку,

Расчетные химические составы уральских гидрослюд и их средние оптические данные

	Полетаево, обр. № 13	Косулино, обр. № 200	Уктус, обр. № 47	Панков- ское, обр. № 176	Шабы, обр. № 263	Иванов- ское, обр. № 250	Невьянск, обр. № 2	Сысерть, обр. № 192	Сысерть, обр. № 194	Сапролитовый карьер, обр. № 22
Расчетный химический состав										
SiO ₂ . . .	47.39	45.5	45.2	47.10	43.7	43.6	46.92	45.9	45.5	43.92
Al ₂ O ₃ . . .	35.49	37.1	36.66	37.5	38.5	37.8	37.56	36.7	35.8	35.53
Cr ₂ O ₃ . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6	—
Fe ₂ O ₃ . . .	—	1.6	—	—	1.5	—	—	1.5	1.6	1.58
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.71
MnO . . .	0.7	—	0.08	—	—	—	—	—	—	0.06
MgO . . .	1.35	0.8	1.46	—	0.5	—	0.40	1.8	2.2	2.00
CaO	0.94	0.3	0.60	—	0.2	—	0.32	0.5	0.2	0.22
Na ₂ O . . .	—	0.1	0.66	0.5	0.6	0.5	3.82	0.5	0.1	1.55
K ₂ O . . .	4.20	4.3	3.79	7.0	6.9	7.1	3.90	9.1	10.9	9.78
H ₂ O ₋₁₁₀ . .	0.76	—	0.48	—	—	—	0.50	—	—	—
H ₂ O ₊₁₁₀ . .	9.80	10.3	10.75	8.0	8.1	7.5	6.48	4.0	4.1	3.79
Оптические свойства										
Ng	1.580	1.582	1.582	1.587 ±	1.593	1.587 ±	1.593	1.597 ± 0.003	1.600 ± 0.003	1.601 ± 0.003
Nm	—	—	—	—	—	—	—	1.592 ± 0.003	1.593 ± 0.003	1.597 ± 0.003
Np	1.559 ± 0.003	1.561 ± 0.003	—	—	1.562	1.562	—	1.557 ± 0.003	1.553 ± 0.003	—
Ng — Np . .	0.021	0.021	—	—	0.028	0.025	0.020	0.040	0.042	—
— 2 V . . .	—	25—30°	—	—	30°	—	0.025	38 ± 2°	45 ± 3°	27°
Оригинальные:										
анализ в табл.	16	66 и 25	16	25	25	29	25	66	66	16
подсчет в табл.	17	67 и 24	17	24	24	28	24	67	67	17

но иногда и разные участки одного более крупного листочка обладают разным светопреломлением. Полученные нами фактические данные по светопреломлению гидрослюд сведены в весьма показательную табл. 64.

Т а б л и ц а 64

Колебания светопреломления (Ng) гидрослюд Урала
(количество зерен, имеющих Ng той или иной величины, в % от общего числа изученных зерен)

Пределы светопреломления	О б р а з ц ы				
	№ 13	№ 200	№ 47	№ 263	№ 2
Меньше 1.571	15	не опр.	15	10	нет
1.571—1.577	20	15	} 25	} 10	не опр.
1.577—1.582	20	30			»
1.582—1.589	30	35	40	35	5
1.589—1.592	10	20	5	15	25
1.592—1.598	5	не опр.	15	25	60
Выше 1.598	не опр.	»	не опр.	5	10
Среднее взвешенное	1.5815	1.5827	1.5823	1.5880	1.5932

П р и м е ч а н и е. Частицы, имеющие Ng меньше 1.571 и больше 1.598, при выводе среднего взвешенного не учитывались, так как первые, повидимому, следует отнести к каолиниту, а вторые — к мусковиту.

Если нанести на диаграмму изменения в содержании воды в зависимости от процента щелочей в гидрослюдах Урала, а равно и оптические их свойства, как это сделано на фиг. 66, то оказывается, что процент воды и щелочей обратно пропорциональны друг другу, так что взаимозависимость их прямолинейная. Оптические свойства в общем также следуют закону прямых линий, причем Np остается во всех случаях почти постоянным, а Ng и, соответственно, двупреломление резко уменьшаются параллельно с уменьшением процента щелочей.

Характерно, что на эти же прямые ложатся, с одной стороны, типичный мусковит,¹ а с другой — теоретический каолинит.

Несмотря на то, что гидрослюды в своих оптических свойствах и составе отличаются от типичных мусковитов, кривые нагревания их, повидимому, крайне близки к кривой слюды. К сожалению, нам не удалось получить чистых концентратов. Приводимые на фиг. 69 кривые относятся к образцам, содержащим, как правило, значительную примесь каолинита, что сказывается на кривых: в тех же более редких случаях, когда эта примесь отсутствует (образцы № 2, 192, 194), слюдяной характер кривой выражен достаточно четко.

Что касается рентгенографии, то, по нашей просьбе, Н. Синдеева произвела дебаевские снимки трех типичных наших образцов: двух гидрослюдистых образцов — № 13 и 2 — и одного каолинитового — № 41 (табл. 65). В согласии с микроскопическим исследованием мы видим здесь: обильные отражения от кварцевых решеток (в особенности четких в образце № 13), некоторое небольшое количество каолининовых линий и совершенно ясные

¹ На диаграмме даны средние цифры для 22 мусковитов пегматитовых жил, исследованных в последнее время Фолком (Volk, 1939). Ng = 1.602. Nm = 1.596, Np = 1.561; содержание окиси и закиси железа в среднем — 2.16%, что примерно соответствует суммарному содержанию окислов железа и в наших гидрослюдах (около 2%). Приводимые Винчелом цифры светопреломления для теоретического мусковита, по данным Фолка, несколько занижены.

отражения от мусковитовых плоскостей. Весьма характерно, что такое же почти точное совпадение рентгенограмм гидрослюд (иллит — по Гриму и серицит — по Шанону) и мусковита наблюдалось и ранее Гримом, Брайем и Бредли (Grim, Bray a. Bradley, 1937).

Таблица 65

Расчет дебаграммы уральских глин и сравнение их с дебаграммами типичных минералов

№ по пор.	Пагельшмидт		Синдеева			Росс и Керр
	Кварц	Мусковит	Гидрослюда		Каолинит	Каолинит
			обр. № 13	обр. № 2		
1		9.98 с.				
2					7.41 ср.	(7.16) с.
3		5.00 с.				
4						
5		4.49 с.			4.41 с.	4.46 с.
6	4.21 с.		4.27 с.			4.19 с.
7		3.91 сл.			4.00 ср.	
8		3.73 сл.		3.64 с.	3.85 с.	3.87 ср.
9			3.69 ср.			3.61 ср.
10		3.50 ср.		3.428 с.	3.51 ср.	
11				3.310 ср.		3.42 ср.
12	3.35 с. с.	3.33 о. с.	3.30 ср.	3.192 с.		
13		3.20 ср.		3.026 ср.		
14		3.00 ср.		2.897 ср.		3.07 о. сл.
15		2.88 ср.			2.84 с.	
16		2.80 ср.		2.573 с.		2.78 о. сл.
17		2.57 о. с.			2.55 ср.	2.51 с.
18	2.45 ср.	2.475 сл.				
19		2.385 ср.		2.375 ср.	2.36 ср.	2.349 о. с.
20	2.35 ср.	2.280 сл.	2.26 с.			2.305 ср.
21	2.236 сл.	2.19 сл.		2.193 с.		2.205 о. с.
22	2.129 ср.	2.134 с.		2.132 ср.		
23	1.981 ср.	1.995 о. с.		1.987 ср.	2.00 с.	2.005 ср.
24					1.84 ср.	1.860 о. сл.
25	1.814 с.		1.79 ср.	1.809 ср.		
26		1.730 о. с.		1.726 ср.		
27	1.667 ср.	1.651 с.		1.646 ср.	1.69 с.	1.666 ср.
28				1.604 ср.		1.621 сл.
29	1.539 с.	1.546 о. с.		1.568 ср.	1.64 с.	1.549 сл.
30		1.523 о. с.	1.52 ср.			
31		1.500 с.		1.498 ср.	1.49 ср.	1.487 ср.
32	1.447 сл.	1.450 о. с.	1.44 сл.			1.455 сл.
33	1.412 о. с.	1.421 о. с.	1.411 сл.			
34	1.376 с.		1.37 ср.			
35		7.156 ср.		1.370 ср.		1.382 о. сл.
36		1.337 ср.		1.346 ср.		1.347 ср.
37	1.284 сл.	1.296 ср.		1.298 ср.	1.31 с.	1.303 сл.
38	1.253 ср.				1.28 ср.	1.283 сл.
39		1.247 ср.		1.245 ср.	1.24 с.	1.233 ср.
40	1.225 о. сл.			1.224 с.		
41	1.196 ср.		1.19 сл.			
42	1.178 ср.		1.17 с.			
43	1.150 сл.		1.14 с.	1.154 с.		
44				1.111 с.		
45	1.078 ср.		1.07 с.			
46	1.044 сл.					
47	1.011 о. сл.					
48	0.916 сл.					
49	0.897 о. сл.					

с — сильная; о. с. — очень сильная; ср. — средняя; сл. — слабая; о. сл. — очень слабая.

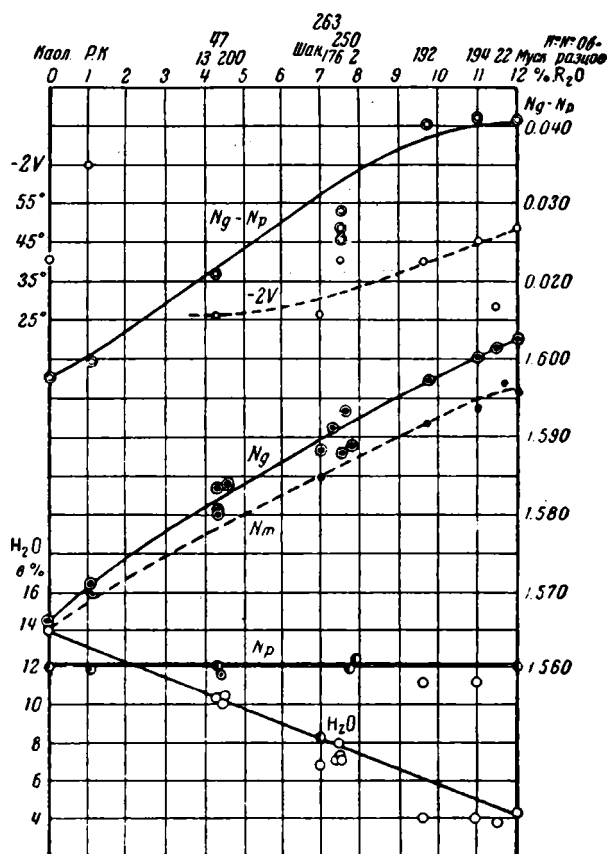
В литературе за последние годы неоднократно описывались слюды или слюдоподобные продукты, содержащие меньше щелочей, чем нормальные слюды, но более богатые водой. К сожалению, очень немногие из них подвергались оптическому изучению и микроскопическому контролю на однородность. В большинстве случаев все эти продукты представляют результат выветривания слюд, полевых шпатов и многих других минералов.

Подобно тому, как различаются среди слюд мусковитовые и биотитовые разности, гидрослюды можно также разделять на гидромусковиты и гидробиотиты; к последним, очевидно, относятся вермикулиты и близкие к ним образования.

Собственно гидромусковитов описано не очень много. В табл. 66 перечислены важнейшие из них, расположенные в порядке возрастания процента щелочей; оптические данные в большинстве случаев при этом отсутствуют. Характеристики этих слюд следующие:

К о л о н к а 1. Мусковитообразный продукт, частично измененный, из каолинового месторождения (близ г. Франклина в Северной Каролине), возникшего за счет выветривания пегматита. Материал для анализа был отделен от каолиновой массы по методу тяжелых жидкостей, но, к сожалению, недостаточно чисто. Авторы считают, что каолинит составляет около 40% всего анализируемого материала. Из этого же месторождения анализирован был ими чистый каолин, совершенно свободный от щелочей. Пересчитывая анализ слюдоподобного минерала, авторы отбрасывают щелочи как присутствующие в малом количестве и считают, что состав минерала соответствует формуле $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Отрицая, таким образом, принадлежность его к слюде, они воздерживаются от дальнейших суждений до получения чистого материала.

К о л о н к и 2 и 3. Серицит из Айдехо: глинистое вещество, образующее, согласно Шанону, участки вблизи золотоносных жил, — явный продукт замещения боковых пород, сохраняющий их структуру. Часты вкрапления сульфидов. Происхождение, по Шанону, гидротермальное.



Фиг. 66. Зависимость оптических свойств гидрослюд от химического состава (содержание щелочей).

К о л о н к а 2. Глина из окрестностей г. Сильвер-Сити, из жилы Гар-фильд. Материал очень тонкий, и у автора нет уверенности, что здесь нет примеси аморфного вещества. Показатели преломления определены приблизительно.

К о л о н к а 3. Образец из разрабатываемого участка рудника Каролл-Дрисколл. Глина пластичная и жирная наощупь, с сильным шелковистым блеском. Цвет кремовый, грязнобелый или светлозеленый. Примеси циркона и сфалерита. Избирательным дроблением и просеиванием была получена фракция, содержащая примесей не более 1%. Оптику определял К. Росс. Аналитик в обоих случаях — Шанон.

К о л о н к и 4 и 8. Слюда, выделенная из каолинов. Анализы приводятся Вильсоном только в таблицах, без упоминания в тексте.

К о л о н к а 4— слюда размером 20—48 меш, отмытая из каолина из копи Галена у г. Москва (Айдехо). № 8— слюда с тонким кварцем, выделенная начисто из богатого кварцем каолина из копи Иогансена близ Москвы (Айдехо).

Т а б л и ц а 66

Химический состав и оптические данные по гидромусковитам (из литературы)

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	44.17	45.94	46.58	47.2	46.54	44.48	43.50	64.5
TiO ₂	не опр.	не опр.	не опр.	0.4	0.17	не опр.	не опр.	0.2
Al ₂ O ₃	40.83	34.14	37.46	36.1	38.87	33.81	36.67	25.0
Fe ₂ O ₃	сл.	1.26	0.80	1.6	0.72	4.83	4.91	0.9
FeO	—	—	—	—	0.36			
MgO	0.17	0.18	1.16	0.1	0.50	0.93	0.64	0.6
CaO	сл.	0.84	сл.	0.1	0.22	0.50	0.16	0.1
Na ₂ O	0.22	0.18	0.64	7.7	0.46	8.75	9.87	2.3
K ₂ O	0.36	6.52	6.38		8.06			
H ₂ O ₋₁₁₀	3.96	2.70	0.30	0.0	0.52	2.10	2.22	0.0
H ₂ O ₊₁₁₀	9.90	7.00	6.06	6.8	6.31	6.36	6.14	6.4
Сумма	99.61	98.76	99.38	100.0	100.31	90.66 ¹	99.85 ¹	100.0
Ng	1.573	1.566	1.587	—	1.580	—	—	—
Nm	1.569	—	1.585	—	1.575	—	—	—
Np	1.557	1.547	1.550	—	—	—	—	—
Ng—Np	0.014	—	0.037	—	—	—	—	—
—2 V	60°	—	25°	—	—	—	—	—

¹ Расчет на высушенное при 110° вещество.

1. Гидромусковит и 40% каолинита (Франклин, Северная Каролина, США), по Россу и Керру (Ross and Kerr, 1931, стр. 172).
2. Серицит (Сильвер-Сити, Айдехо, США), по Шанону (Shannon, 1926, стр. 367).
3. Серицит (рудник Карол-Дрискол, Айдехо, США) (Shannon, 1926, стр. 367).
4. Слюда, выделенная из каолина (рудник Галена, окрестности Москвы, Айдехо, США), по Вильсону (Wilson, 1934).
5. Гидромусковит (рудник Огофау, Уэльс, Англия), по Брамелю и др. (Brammell, Lach a. Bonnister, 1937, стр. 517).
6. Мусковит, выветрелые части (Чупа, Карело-Финская ССР), по Земятченскому.
7. Свежий мусковит (там же).
8. Слюда с кварцем (рудник Иогансена, близ Москвы, Айдехо, США), по Вильсону (Wilson, 1934).

К о л о н к а 5. Гидромусковит, описанный Брамлем, Личем и Беннистером (из месторождения Огофау в Уэльсе). Небольшие жилки в обохренной зоне золотосульфидных жил и в окружающих последние разрушенных сланцах. Цитируются данные по образцу А, наилучше изученному из четырех анализированных: мелкие пластинчатые чешуйки, ассоциирующие с кварцем, пиритом и арсенопиритом. Аналитик Х. Беннет.

К о л о н к и 6 и 7. Мусковит Чупы, слегка разложившийся, согласно П. А. Земятченскому. Избирательным дроблением отделены были более крупные выветрелые частички (фракция 0.25—0.06 мм, анализ 6) и более свежие гибкие (анализ 7). Анализировались также и совсем мелкие фракции, прошедшие через сито с отверстием в 0.06 мм, но сюда примешались земляные частицы, почему состав их и не является показательным.

К о л о н к а 8. См. № 4.

Цитированные анализы в общем весьма близки к анализам уральских материалов и свидетельствуют о том, что подобные образования широко распространены. Генетически большинство описанных продуктов относится к продуктам гидротермальных изменений, однако никаких более определенных данных на этот счет не приводится. С нашей точки зрения, не исключена возможность выветривания. Анализ образца из окрестностей г. Москвы (Айдехо) разбирается ниже; для образца Каролл-Дрисколл весьма характерно, что на нижних горизонтах рудника подобных образований не встречено.

Оптические данные табл. 66 помещены нами на диаграмму (фиг. 66), и они показывают здесь ту же, как и у нас, тенденцию понижения светопреломления с понижением содержания щелочей. Оказывающиеся при этом некоторые расхождения с нашими данными естественны, если принять во внимание трудность определения оптических констант в подобных тонкокристаллических образованиях.

Для образца из Уэльса цифры ниже, чем того требует содержание 8.75% щелочей; возможно, что здесь сказывается весьма малое содержание железа. Цифры Ng и Nm К. Росса для образца из Каролл-Дрисколл совпадают с нашими данными; Nr — понижено (Нет ли здесь ошибки? Иммерсионное определение Nr у слюд весьма сложно). Весьма интересны цифры Росса и Керра по слюдоподобному минералу Франклина. Если оригинальный анализ авторов пересчитать на чистый минерал, откинув, согласно авторам, 40% каолиновой примеси и не откидывая, в противоположность их мнению, щелочи, то окажется, что количество последних должно быть около 1.1%. Нанеся по этой цифре оптические константы на диаграмму, получаем полное совпадение их с данными диаграммы.

Иллит, описанный Гримом, Брайем и Брадлеем (Grim, Bray a. Bradley, 1937), как показано выше, может рассматриваться тоже как гидрослюда, с той лишь разницей, что он сильнее загрязнен по сравнению с уральскими образцами и содержит значительно больше железа (переход к гидробиотитам). Оригинальные данные авторов повторены в табл. 67. Из-за большого содержания железа светопреломление иллитов выше светопреломления соответствующих уральских гидрослюдов. В наименее же железистых образцах иллитовые цифры приближаются к гидромусковитовым данным.

Другими близкими к нашему случаю образованиями являются так называемые вермикулиты. Как было установлено в свое время Грюнером (Grunner, 1934), в идеальном случае вермикулит представляет собой определенный минерал состава $(\text{OH})_2 \cdot (\text{Ng}, \text{Fe})_3 \cdot (\text{Si}, \text{Al}, \text{Fe})_4 \text{O}_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, обладающий характерной структурой. Постепенными переходами он связан с типичными биотитами. Переходные разности, называемые Грюнером гидробиотитом, содержат щелочи и меньше воды, чем ее содержится в типичном вермикули-

Химический состав и оптические данные по иллитам Иллинойса
(согласно Гриму и др., стр. 818 и 823)

Окислы	1	2	3	4	5
SiO ₂ . . .	50.10	51.22	47.21	52.23	44.01
TiO ₂ . . .	0.50	0.53	—	0.37	0.64
Al ₂ O ₃ . . .	25.12	25.91	21.47	25.85	26.81
Fe ₂ O ₃ . . .	5.12	4.69	10.73	4.04	11.99
FeO	1.52	1.70	—	—	—
MgO	3.93	2.84	3.62	2.69	2.43
CaO	0.35	0.16	0.21	0.60	0.11
Na ₂ O	0.05	0.17	—	0.33	0.07
K ₂ O	6.93	6.09	5.78	6.56	4.78
H ₂ O+	7.18	7.14	6.17	7.88	8.08
H ₂ O-	1.90	1.45	3.80	1.13	2.33
Ng	1.598	1.538	1.605	1.588	1.610
Ng-Np . . .	0.033	0.033	0.035	0.033	0.035
-2V	5°±	5°±	мал.	мал.	мал.

1. Ордовичские сланцы. Близ Гилад (Gilead, Calhoun Co).
 2. Пенсильванские нижние глины. Близ Фитиана (Fithian Vernon Co).
 3. Слегка выветрелая почва—четвертый горизонт (Clarence soil Ford l.)
 4. Меловой сланец. Близ Фив (Thebes, Alexander Co).
 5. Пенсильванские сланцы. Близ Петербурга, США (Menard Co).
- Все в выделенных тонких коллоидных фракциях.

те. Грюнер представляет себе здесь переслаивание молекулярных пластов: вермикулита (V) с таковыми же биотита (М) в разных количественных соотношениях, по типу М — V — М — V, V — V — М — V — М — V — V, V — V — V — М — М — V — V — V — М — М и т. п.

Избыточная против биотитовой вода, содержащаяся в вермикулите (4 молекулы), не может, по Грюнеру, замещать биотитовую щелочь; скорее она входит в молекулу минерала, компенсируя лишнюю валентность получившуюся в результате окисления биотитового закисного железа.

К сожалению, как у Грюнера, так и у авторов, у которых он заимствовал химические данные, отсутствуют оптические константы исследованных вермикулитов. Тем не менее, уже из соотношения воды и щелочей видно, что вермикулит так же относится к биотиту, как мусковит к каолиниту в изученном нами случае. И здесь так же, как и в уральских гидромусковитах, при удалении из слюды 1 молекулы щелочи наблюдается прибавление в вермикулите и каолините соответственно 4 молекулы воды. Соображение Грюнера о том, что вода компенсирует дополнительные валентности, появляющиеся в результате окисления закиси железа, противоречит эксперименту; окисление железа в наших опытах (Островский и Петров, 1941) и опытах Кунитца (W. Kunitz, 1924) происходило легко, без дополнительного вхождения воды в решетку слюды. Исключено такое окисление и при гидратации мусковита.

Наиболее наглядно аналогия описываемых химических изменений видна в том случае, если формулы слюды, вермикулита и каолинита представить в следующем схематическом виде:

Биотит	$K_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot (Al, Fe)_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$
Вермикулит	$4H_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot (Al, Fe)_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 6H_2O$
Мусковит	$K_2O \cdot 2Al_2O_3 \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$
Каолинит	$4H_2O \cdot 2Al_2O_3 \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$

Для биотита здесь взята типичная винчеловская формула флогопита и аннита, для вермикулита — приведенные выше данные Грюнера и, далее, — винчеловский мусковит и утроенная молекула каолинита.

Очевидно, что весь этот материал можно представить как смесь, в понимании Грюнера, из соответствующих молекул безводных слюд и каолинита или вермикулита.

Хотя закономерность изменения оптических свойств гидрослюды подобна изменениям в рядах изоморфных смесей, однако вряд ли здесь имеет место истинный изоморфизм, вероятнее предполагать в данном случае мета-кристалличное переслаивание молекулярных слоев каолинита (или вермикулита) и слюды в понимании Грюнера. Колебания оптических свойств от листочка к листочку и даже в пределах одного листочка, что следует из вышеприведенных измерений, разбухание листочка слюды при переходе в каолинит (вермикулитовые сростки) и показанная идентичность рентгенограмм гидрослюды и мусковитов являются соображениями, заставляющими нас пока принять эту точку зрения.

О монотермите и каолините

При описании осадочных уральских глин мы отметили очень характерное участие в составе их монотермита. Минерал этот был установлен впервые в 1932 г. одновременно и независимо В. К. Куманиным (1933) и Д. С. Белянкиным (1932) в часовярских и губинских глинах. Тогда же было указано на весьма широкое распространение его в глинистых материалах разного рода. Позднее характеристика монотермита была уточнена (Белянкин, 1938), и были установлены признаки, отличающие его от описанного Гримом, Браем и Брадлеем (Grim, Bray and Bradley, 1937) иллита и, повидимому, его синонима — глимпертона (по Энделю, Гофману и Магдэфрау). Наши уральские материалы дополняют данные по монотермиту как в части его химико-минералогической характеристики, так и в части его геолого-генетических особенностей.

Сравнительный анализ главнейших свойств иллита и монотермита убедил Белянкина (1942) в том, что иллит, в согласии с мнением Грима, представляет собой слюдистый минерал, а монотермит, в противоположность ему, принадлежит к группе каолинита. Доказательством этого послужили:

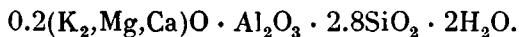
1. Химический состав минералов. В монотермите по сравнению с иллитом относительно мало характерных элементов слюды: окиси калия, магния и окислов железа; содержание воды, напротив, очень большое, приблизительно каолинитового порядка.

2. Оптика у иллита — слюдяная, у монотермита, напротив, — каолинитовая, светопреломление даже ниже, чем у каолина $n_{cp} = 1,556$. Только двупреломление его значительно выше (0.020 против 0.006 каолинита).

3. Эндотермическая остановка кривой нагревания монотермита примерно при 550° , т. е. как у каолинита, а не при 850° , как у мусковита. В отличие от каолинита, у монотермита отсутствует (или очень слаба) экзотермическая остановка при 950° .

Поскольку выше на стр. 139, показано было, что иллит является типичной гидрослюдой и что гидрослюды могут по своему составу и оптике вполне приблизиться к типичному каолиниту, поставленный выше вопрос можно сформулировать несколько иначе: будет ли монотермит отличаться от гидрослюд, содержащих равное количество щелочей, или это одно и то же?

На основании анализа Пригожиной, Д. С. Белянкиным монотермиту приписывался следующий состав:



Помимо повышенного содержания щелочей, подчеркивается в формуле и повышенное содержание кремневой кислоты, хотя не исключено и содержание в анализированном материале свободного кварца (рентгенограмма Алексеевой показала заметные линии кварца; Белянкин, 1942, стр. 20). В работе Потапенко (1940) приводится значительное число анализов часовярских глин, причем некоторые из них, не дающие сколько-нибудь заметной остановки на кривой нагревания, содержат значительно большие количества глинозема, нежели образец Пригожиной. Три анализа наиболее глиноземистых глин, не давших экзотермических остановок на кривой нагревания, повторены в табл. 70 (№ 2—4). Все это говорит о том, что содержание глинозема в монотермите, повидимому, выше, чем предусматривается формулой. Наши подсчеты на уральском материале, естественно крайне приблизительные, неизменно давали для глинозема цифры, приближающиеся к каолиновым нормам. Вопрос этот нуждается в дополнительном, более тщательном исследовании, может быть на часовярском материале, где содержание щелочей значительно большее.

По содержанию воды получается вполне определенная картина: в монотермитовых глинах воды резко больше, чем в соответственных гидрослюдах. Кроме воды, выделяющейся при температурах выше 110° (количество этой воды находится примерно в каолиновых нормах), присутствует 2—4% гигроскопической воды, отсутствующей нормально в типичных каолинах.

Содержание щелочей колеблется в широких пределах. На Урале оно обычно меньше, чем в образцах из Часов Яра, но тот факт, что щелочи входят в самую молекулу глинистого вещества, доказывается увеличением двупреломления последнего и отсутствием примеси каких-либо минералов, содержащих щелочи. Характерен для сравнения образец № 26 (Курынское месторождение), где содержание щелочей примерно такое же, как и в кумакской глине (образец № 358), но щелочи эти связаны в крупнолистоватую слюду; следствие — низкое двупреломление каолинитового вещества и иная термическая характеристика.

В полном согласии с приведенными химическими особенностями находятся и кривые нагревания монотермитовых глин. По сравнению с типичными каолинитами, у монотермитовых глин резко понижена экзотермическая остановка; при этом чем больше в глине щелочей, тем меньше экзотермический эффект. Напомним, что некоторые часовярские глины также обладают небольшим экзотермическим эффектом (Белянкин, 1936). Кроме того, появляется дополнительно небольшой эндотермический эффект при температурах 100—150°, соответствующий удалению гигроскопической воды; иногда эта остановка имеет на кривых нагревания характерный вид, как, например, на кривых № 55 и 255 (фиг. 67). Основной эндотермический эффект, примерно при 550°, выражен совершенно

Т а б л и ц а 68

Химический состав часовоярских и уральских монотермитовых глин и сходных с ними по содержанию щелочей гидрослюд

Компоненты	Монотермитовые глины								Гидрослюды				Каолин	
	Часов Яр				Урал				Косулино		Уктус		Кыштым	Куры
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ¹
SiO ₂ . . .	52.62	49.34	50.41	51.52	63.80	62.84	50.80	48.12	47.80	45.5	64.34	45.2	45.40	45.32
TiO ₂ . . .	1.00	0.88	1.04	1.08	1.88	1.40	1.14	1.28	0.44	—	0.05	—	0.67	1.40
Al ₂ O ₃ . . .	29.48	34.18	33.63	33.17	22.36	21.86	29.30	31.19	35.20	37.1	21.38	36.6	38.61	36.09
Fe ₂ O ₃ . . .	1.14	1.04	0.90	1.15	1.11	1.60	2.86	1.50	1.40	1.6	1.25	—	0.80	2.51
MgO . . .	0.46	0.29	0.54	0.80	0.54	0.39	0.80	0.60	0.72	0.8	0.72	0.5	0.17	0.16
CaO . . .	0.55	0.50	0.60	0.50	0.35	0.32	0.34	1.16	0.26	0.3	0.30	0.6	0.14	0.24
Na ₂ O . . .	0.42	0.60	0.28	0.50	0.34	0.10	0.08	сл.	0.10	0.1	0.33	0.6	сл.	—
K ₂ O . . .	2.87	2.46	2.62	2.42	1.84	1.56	0.80	0.32	3.66	4.3	2.48	3.8	0.72	0.30
SO ₃ . . .	0.20	0.17	0.21	0.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O+ . . .	8.43	10.64	9.64	8.90	7.72	7.52	10.00	11.05	10.28	10.3	6.16	10.75	13.28	13.14
H ₂ O— . . .	3.12	—	—	—	1.72	2.40	4.00	4.90	0.44	—	0.24	0.5	0.40	0.86
Сумма . . .	100.29	100.10 ¹	99.85 ¹	100.16 ¹	99.94 ¹	99.99	100.12	100.12	100.30	100.0	100.29	—	100.19	100.38

¹ Гигроскопическая вода не определялась. Анализ относится к веществу, высушенному при 110°.² Мусковита 2.5%.

1. Монотермит, Часов Яр. Анализ Пригожинской (Беляннин, 1942, стр. 17).
2. Серая с зеленоватым оттенком различно песчаная глина; горизонт IV. Югостальский карьер. Часов Яр (Потапенко, 1940, стр. 148).
3. Темносерая глина с пятнами серой и светлосерой; горизонт VI. Там же.
4. Глина серая с синеватым оттенком, излом раковистый. Марка 6, горизонт VI. Сквацига № 67, Часов Яр (Потапенко, 1940, стр. 146).
5. Мокропольская глина, образец № 254.
6. Бускульская глина, образец № 56.
7. » образец № 57.
8. Кумакская глина, образец № 358.
9. Каолин, Косулино, образец № 200, валовой состав.
10. Расчетная гидрослюда, образец № 200.
11. Каолин. Уктус, № 47, валовой состав, кроме того MnO=0.04.
12. Расчетная гидрослюда, образец № 47.
13. Каолин, образец № 41, Кыштым.
14. Каолиновая глина, образец № 26; Куры; кроме того, S=0.32 и MnO=0.04.

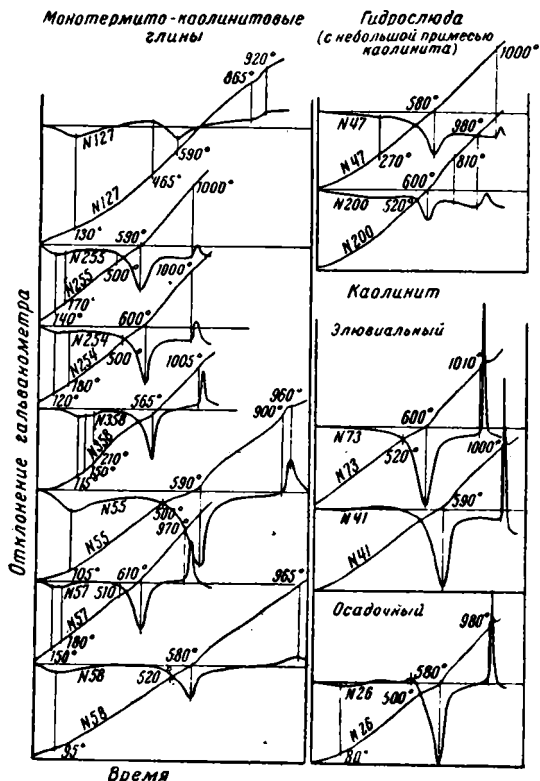
четко, как и у чистых каолинитов, в противоположность гидрослюдам, где он отсутствует или выражен слабо.

Для более удобного обозрения и сравнения в табл. 73 повторены, вместе с анализами часовярских глин, анализы уральских монотермитовых глин, уральских гидрослюдистых каолинов и типичных уральских каолиновых глин.

Оптика уральского монотермита, промежуточная между данными для Часов Яра и типичного каолинита, в общем с достаточной четкостью определяется пониженным, по сравнению с каолинитом, светопреломлением и явно повышенным двупреломлением. Определение двупреломления в агрегатах глины довольно затруднительно, так что приводимые цифры несколько условны. Принимались во внимание толщина шлифа и та максимальная разность хода, которую давали одинаково ориентированные глиняные листочки; все это правильно в случае, если все глинистые частицы на данном участке ориентированы совершенно одинаково, что, возможно, не всегда имеет место. В результате цифры могут быть несколько занижены.

Геологическое положение монотермитовых глин вполне определенное. Нигде в элювиальных глинах монотермита не встречено; имеются только гидрослюды; монотермит как таковой на Урале является озерным отложением. Укажем, несколько отклоняясь от темы, что монотермитом же сложены и некоторые подмосковные карбоновые и мезозойские глины.

Все приведенные материалы позволяют рассматривать монотермит как содержащее низкотемпературную воду и щелочи каолинистое вещество. Имеем ли мы здесь последующую гидратацию и поглощение щелочей уже образованным каолинитом — метаморфизацию его, или глинистое вещество выделяется из водной среды в осадок непосредственно в виде монотермита, нам не ясно; вероятнее всего, могут происходить



Фиг. 67. Кривые нагревания монотермитовых глин.

Монотермито-каолинистые глины. Сединское месторождение: образец № 127 — шурф 381, глубина 70 м. Мокропольское месторождение: образец № 255 — шурф 13, глина белая 1-го сорта; образец № 254 — шурф № 12, то же. Куманское месторождение: образец № 358 — карьер, глина серая, лучшая. Бускульское месторождение: образец № 55 — карьер, глина темноватосерая, 1—2-го сорта; образец № 57 — карьер, глина серая, 1-го сорта, низ пласта; образец № 58 — глина зеленоватая, 3-го сорта, брак; под продуктивным пластом.

Гидрослюда с примесью каолинита. Образец № 47 — Уктуг. Образец № 200 — Косуляно.

Каолинит элювиальный: образец № 73 (Еленинка) — каолин 1-го сорта, образованный за счет гранита; образец № 41 (Кыптым) — каолин, образованный за счет сиенит-аллитовой жилы.

Каолинит осадочный: образец № 26 (Курынское месторождение) — отбойная глина.

оба процесса. Несомненно, что монотермит отличен от каолинита и составляет собой осадки, образовавшиеся при совершенно определенных условиях отложения, иных, чем каолинит. Повидимому, на Урале это — богатые органическим веществом неглубокие озера с водой, более богатой солями, чем те, в которых выделяется каолинит.

Резюмируя сказанное нами, представления о монотермите можно свести к следующим положениям:

1. Химический состав: а) отношение $Al_2O_3:SiO_2$, повидимому, ближе к каолиновым нормам, чем предполагалось ранее; б) содержание воды: кроме конституционной воды, присутствует в монотермите значительное количество (до 3—4%) воды, выделяющейся при 110°; в) содержание щелочей (или щелочных земель) колеблется в широких пределах и иногда достигает 3%.

2. Кривая нагревания обычно обладает двумя эндотермическими и одной экзотермической остановками. Первая небольшая эндотермическая остановка находится в пределах 110—150° (выделение гигроскопической воды); вторая — в пределах 550—600° (выделение конституционной воды), она весьма хорошо развита и полностью соответствует таковой каолина; третья, экзотермическая, при 950—1000°, в тех же температурных пределах, как и у каолинита, но тем менее резко выражена, чем больше щелочей содержится в составе минерала. При 3.0—2.5% щелочей она может отсутствовать совершенно.

3. Светопреломление ниже чем у каолинита: $N_{ср} = 1.555—1.560$. Двупреломление выше: $N_g - N_p = 0.02$.

4. Образуется осадочным путем в неглубоких, богатых растительностью и солями озерах.

5. Структурно-минералогически может рассматриваться как каолинит, содержащий низкотемпературную воду и адсорбировавший щелочи.

6. Отличие монотермита от каолинита заключается в а) оптических свойствах (повышенном двупреломлении и пониженном светопреломлении); б) наличии щелочей и низкотемпературной воды; в) наличии эндотермической остановки при 110—150° и в слабом развитии экзотермической остановки при 950—1000°.

7. Отличие монотермита от гидрослюда с равным содержанием щелочей: а) большее количество воды и, в соответствии с этим, — б) весьма четкое развитие на кривой нагревания экзотермической остановки при 550—600°; в) более низкое светопреломление.

Общие выводы по минералогии каолиновых минералов

1. Постепенными переходами каолинит связан с мусковитовой слюдой, образуя генетический ряд слюда — гидрослюда — каолинит, в котором оптические свойства меняются постепенно, в зависимости от замены щелочей водой. В процессе гидратации слюда постепенно переходит в каолинит без нарушения целостности кристалла. Встречаются сростания слюды и гидрослюды, каолинита и гидрослюды.

Происходит ли здесь истинный изоморфизм или тончайшее прорастание слюды и каолинита, неясно. Вероятнее последнее, так как дебаграммы гидрослюды обычно дают типичные линии мусковита и каолинита.

Приведенные данные свидетельствуют о большей, повидимому, структурной близости каолинита и мусковита, чем можно предполагать на основании современных представлений о структуре этих минералов.

2. Соотношения биотит — вермикулит аналогичны соотношениям мусковит — каолинит. Вермикулит можно рассматривать как биотит,

где щелочи замещены водой. Подобным же образом можно различать гидробиотиты и гидромусковиты.

3. Иллит, по Гриму, с этой точки зрения можно рассматривать как маложелезистый гидробиотит.

4. Вермикулит в условиях процессов каолинизации теряет щелочные земли и железо и переходит в каолинит без нарушения целостности кристалла.

5. Монотермит можно рассматривать как каолинит, содержащий избыточную низкотемпературную воду и избыточные, возможно адсорбированные, щелочи и щелочные земли.

6. Каолинит устойчив только в весьма специфических условиях, видимо при наличии кислых почв и кислых, богатых гумусом озер. В иных условиях образуются другие глинистые минералы: железистые глины, монотермит и т. д.

7. Данные о различии минералов каолининовой группы сведены в табл. 69.

Таблица 69

Различия минералов каолининовой группы

Название	Химический состав	Оптические свойства	Остановка на кривой нагревания		
			эндотермическая остановка		экзотермическая остановка
			при 180—200°	при 500—600°	при 900—1000°
Мусковит.	Определенный состав.	Вполне определенные.	Отсутствует.	Отсутствует.	Отсутствует.
Гидро- слюда.	Постепенное замещение щелочей водой в соотношении. $1 \text{ K}_2\text{O} : 4 \text{ H}_2\text{O}$.	Промежуточные между мусковитом и каолинитом. Ясная зависимость оптических показателей от содержания щелочей.	»	Слабая; увеличивается вместе с увеличением содержания воды.	Отсутствует или слабая.
Каолинит.	Определенный состав.	Вполне определенные	»	Очень характерна.	Весьма резкая.
Монотермит.	Неопределен; близок к каолиниту, но содержатся щелочи, избыточная вода и, видимо, кремниевая кислота.	Близки к каолинитовым. Светопреломление ниже, двупреломление выше каолинитовых.	Четко выражена.	Как у каолинита.	Слабая, в пределе отсутствует (в зависимости от содержания щелочей).

2. НАПРАВЛЕНИЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЮВИАЛЬНОГО КАОЛИНООБРАЗОВАНИЯ

Вертикальная зональность каолиновой толщи

При разборе петрографического состава каолинов мы различали:

1) выветрелые породы, содержащие полевой шпат и переходящие по-

степенно в дресву; 2) каолины, состоящие в основном из гидрослюда; 3) каолины, главным минералом которых является каолинит. Одновременно высказано было предположение, что причина таких различий заключается в относительной степени выветрелости пород. Наиболее близкие к исходной породе содержащие полевого шпата дресвяные разности имеют наиболее широкое распространение в пределах Урала. Из описанных примеров сюда относятся образцы из Сапролитового карьера, горы Высокой, некоторые кыштымские и еленинские образцы и т. д. Как правило, в месторождениях, содержащих другие типы каолинов, подобные полевошпатовые разности (дресва) расположены по периферии месторождения.

Гидрослюдистые каолины образуют или мелкие пятна (Сапролитовый карьер), или более значительные участки (Полетаево) среди сплошных полей полевошпатовых — дресвяных пород. В случае выветривания породы, не содержащей полевого шпата, как, например, слюдяного сланца, пятнами среди свежих сланцев залегают слабо гидратизированные слюды (Сысертское месторождение, образцы № 192—194) и более крупными участками — сильнее гидратизированные слюды (Косулинское месторождение, образец № 200 и т. п.).

Третья — каолинитовые разности встречается только в центральных частях самых крупных полей выветривания, как, например, в Кыштымском месторождении гранито-гнейсовых каолинов, Губернском месторождении сланцевых каолинов, в некоторых участках (Трошинском) Невьянского каолинового месторождения и других местах. Везде здесь каолинитовые каолины занимают центральные части месторождений. Ближе к периферии встречаются гидрослюдистые разности (шурф № 127 на южном краю Кыштымского месторождения, Ключевской карьер Невьянской группы и т. д.).

В выветрелых породах, содержащих полевошпатовую дресву, когда эти породы занимают большие площади, обычно весьма обильная гидрослюда (серицит), образующая псевдоморфозы по полевым шпатам. Каолининовые каолины также постоянно имеют в своем составе листочки гидрослюда, дающие, как правило, обрывки и участки среди более крупных каолининовых вермикулитообразных сростков. Получается впечатление, что каолинит замещает здесь гидрослюда.

В каждом месторождении наблюдается определенное закономерное расположение минералов, а именно: самым нижним горизонтом выветривания кислых пород является зона полевошпатовой дресвы, переходящая кверху в зону гидрослюда и, наконец, в каолинитовую зону, залегающую в самых верхних частях разреза выветрелой толщи. Изменение минералогического типа от месторождения к месторождению и от центра месторождения к периферии объясняется различным уровнем эрозивного среза. Такое положение выветрелой толщи по отношению к современной дневной поверхности совершенно четко явствует из разреза Кыштымского месторождения (фиг. 4 на стр. 24).

Из выделенных трех зон выветривания наименьшее постоянство проявляет средняя зона — зона гидрослюда. В местах усиленной циркуляции каолинизирующих растворов, вдоль тектонических трещин или прослоев, кварцевых и рудных жил и т. д., эта зона часто выпадает. Обычно выпадение зоны гидрослюда сопровождается значительным уменьшением мощности зоны дресвы; контактируют с дресвой в таких случаях непосредственно каолининовые каолины, например Еленинское каолиновое месторождение, где переход каолина в свежие породы по горизонтали весьма резок (фиг. 8 на стр. 27). Выпадение этой зоны

Характер зоны	Площадная кора выветривания			
	кислые полевошпатовые породы		гипербазиты	
	характер зоны	мощность (в м)	характер зоны	мощность (в м)
Верхняя зона (находившаяся в равновесии с действовавшими растворами)	Каолинитовая зона (каолинит, кварц).	30—50	Зона охр (железные и никелевые руды).	5—6
Промежуточная переходная зона (зона разложения и выщелачивания)	Гидрослюдистая зона (гидрослюда разных степеней гидратированности. В верхах кроме того каолинит, ниже полевошпат).	10—20	Нонтронитовая зона.	8—10 реже 15
Нижняя зона (начало реакции, интенсивное разложение и переотложение).	Зона дресвы (полевошпат, механически раздробленный и разведенный гидрослюдой).	50—80	Зона карбонатных выщелоченных серпентинитов (более детально может быть разделена на подзоны: 1) опаловую; 2) выщелоченную; 3) аргонитовую; 4) магнезитовую).	20—40
Неизмененные породы.	Гранит, сиенит, гнейс и т. д.		Серпентинит. Перидотит. Дунит.	

возможно также вдоль каких-либо неровностей нижней поверхности выветрелой толщи и пр. Такое отсутствие промежуточных минералогических зон выветривания в тех местах, где выветрелая толща распространяется вдоль трещин и пр., т. е. при наличии линейной коры выветривания, по И. И. Гинзбургу, с предельной четкостью отмечается для выветрелых основных пород и никелевых месторождений самим И. И. Гинзбургом.

В табл. 70 сопоставлены выделенные нами зоны выветривания кислых пород с зонами выветривания гипербазитов, весьма детально изученных И. И. Гинзбургом.¹

Как видим, аналогия здесь весьма большая. На прилагаемой схеме (фиг. 68) показаны и эти особенности линейной коры выветривания кис-

¹ Поверхностное изменение сульфидных месторождений, как известно, также приводит к образованию ряда зон. Выделяются обычно здесь зоны железной шляпы, богатых окисленных руд, зона вторичного сульфидного обогащения и первичные сульфидные руды. Геохимически эти зоны совершенно аналогичны описанным зонам каолиновых месторождений. Как образование каолинита, так и образование железной шляпы требует кислых богатых кислородом растворов. Таким же образом аналогичны зоны гидрослюды и окисленных руд. Подобная параллель проведена в табл. 70.

ультраосновных породах и сульфидных рудах

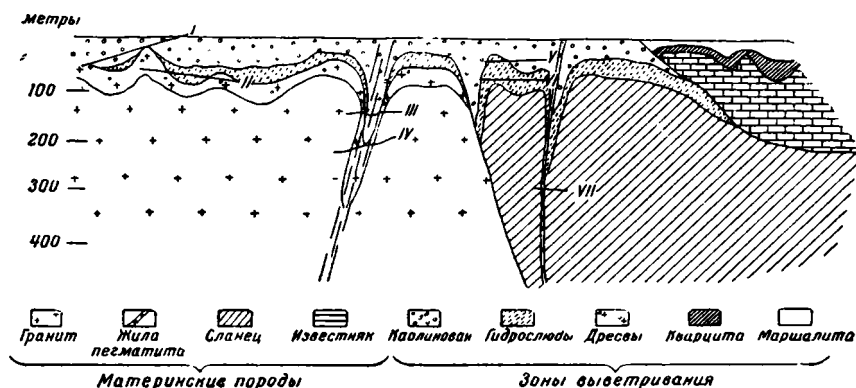
Линейная кора выветривания				Сульфидные месторождения
кислые полевोшпатовые породы		гипербазиты		
характер зоны	мощность (в м)	характер зоны	мощность (в м)	характер зоны
Каолинитовая зона (каолинит, кварц).	До 100—200	Зона охр.	15—25	Зона железной шляпы (охры, самородные металлы и т. д.)
Выпадает		Выпадает		Зона окисленных руд (окисленные минералы, карбонаты и т. д.).
Зона дресвы (полевой шпат, механически раздробленный и изъеденный каолинитом, гидрослюда только в виде включений в полевом шпате и псевдоморфозах по слюде).	100—200	Зона карбонатных и выщелоченных серпентинитов (на Южном Урале часто с керолитом, на Среднем Урале карбонат может отсутствовать, тогда идут дезинтегрированные серпентиниты).	50—80	Зона вторичного обогащения (переотложенные сульфиды, сульфаты и т. д.).
Гранит, спеннит, гнейс и т. д.		Серпентинит, дунит, перидотит.		Первичные сульфидные руды.

лых пород. Определения мощностей, которые приводятся нами в табл. 70 и даны на схеме (фиг. 68), конечно, крайне ориентировочны. Нам не удалось найти ни одной скважины и ни одного шурфа, в котором можно было бы изучить все три зоны. Остаются только косвенные соображения. Самые глубокие, до 30 м, скважины, проведенные в наиболее мощной части Кыштымского месторождения (вблизи песков), не встретили изменения качества каолина. О подобных же цифрах говорит А. Д. Попова в своих отчетах по Качкарским каолиновым месторождениям. Можно принять их как минимальные для мощности каолиновой зоны. Так как эта зона — самая верхняя, то естественно, что она и наиболее сильно эродирована. Мощность гидрослюдистых каолинов Полетаева, судя по шурфам местной разведки, превышает 10—15 м. Мощность зоны дресвы, судя по буровым под Челябинском (А. И. Кривцов и В. А. Ершов, 1936), — свыше 20—30 м; Б. М. Федоровым (1937) приводятся цифры даже порядка 70 м.

Общая мощность площадной коры выветривания, таким образом, должна быть порядка 100—150 м (как минимум $30+15+70=115$ м).

Отдельные ответвления от выветрелой толщи (линейная кора выветривания) спускаются, очевидно, гораздо глубже. При описании Еленин-

ского месторождения мы показали, что оно представляет собой именно такое глубокое ответвление выветрелой толщи, сохранившееся от последующей эрозии. Так как окружающие каолин граниты совершенно свежи, то следовательно эрозией удалена толща более мощная, чем вся мощность присутствовавшей здесь площадной коры выветривания, т. е. более 100—150 м. Если учесть, что каолин расположен в яме (более 15—20 м) и что скважины в 30—40 м не достигали основания каолинов, то можно принять, что в момент своего образования нижние горизонты каолинов Еленинки находились на глубине 200—250 м под поверхностью того времени. Эта глубина и показана на фиг. 68. Что касается мощности



Фиг. 68. Схема строения элювиальной толщи на поверхности различных пород и положение современного уровня эрозии некоторых описанных выше месторождений.

Месторождения: I — Кыштымское; II — Полетаевское; III — Еленинское; IV — гора Высокая; V — окрестности г. Невьянска; VI — Косуллинское; VII — Изумрудные копи.

зоны дресвы, то здесь мы имеем более объективные данные. В шахте глубиной 119 м, пробитой в северо-западном крыле Высокогорского месторождения и прошедшей сплошь среди сиенитовой дресвы, характер и степень выветрелости материнской породы в верхних частях шахты и у забоя почти одинаковы, из чего можно вывести предположение о значительно большей мощности всей зоны дресвы, а доступную наблюдению рассматривать как минимальный предел.

Учитывая приведенные выше соображения, надо полагать, что общая мощность выветрелой толщи кислых пород в местах площадного ее развития и в условиях слаботрешиноватых пород первоначально была порядка 100 м, а в местах сильного раздробления достигала 300—400 м. Хотя эти цифры и являются сугубо ориентировочными, они вряд ли отличаются от действительных более чем в два раза в ту или иную сторону. Порядок цифр во всяком случае сохраняется.

В том случае, когда в материнской породе нет полевого шпата, зона дресвы, естественно, отсутствует, и свежие породы такого типа, например слюдяные сланцы, непосредственно переходят в зону гидрослюды. Зоны гидрослюды как бы заменяют здесь зону дресвы, следствием чего являются ее большая мощность и широкая распространенность в природе.

Крайне любопытно сравнить схематический разрез выветрелой толщи известняков, в том виде, как он обнажается на Смолино-Синеглазовском месторождении кварцитов и известняков (Кривцов и Ершов,

1936), и различных месторождений пылевидного кварца — маршалита (Узбеков, 1939, Жилин, 1939 и др.).

Свежий известняк в первом случае подвергается на поверхности окремнению, переходя в агрегат мелких зерен кварца и халцедона, замещающих известняк с полным сохранением его структуры и даже палеонтологических остатков. Граница между известняком и кварцитом крайне резкая. Кварцит образует языки и втеки в свежий известняк по трещинкам, прослойкам и т. п. Выше кварцит пересекается сначала небольшим количеством трещин, а затем, по мере движения вверх по разрезу, количество этих трещин увеличивается и сливные кварциты сменяются кварцитовым хрящем, переходящим в конце концов в весьма однородный, крайне мелкозернистый кварцевый песок, который состоит из мономинеральных угловатых кварцевых зерен. Такова картина, наблюдавшаяся нами на Смолино-Синеглазовском месторождении кварцита (она весьма четко была описана в отчете Н. Г. Казнаковой).

Несколько иначе выветрелая толща выглядит в Архангельском месторождении маршалита. Хрящ отсутствует почти совершенно, и кварцит непосредственно переходит в маршалит с большим количеством остатков кварцита; количество этих остатков уменьшается вверх по разрезу. Микроскопическая картина изменений кварцита в маршалит отчетливо описана Узбековым (1939). Наши наблюдения в общем вполне совпадают с его описанием. Согласно его данным (стр. 19—27), кварциты, замещающие известняк, представляют собой под микроскопом спутанноволокнистые агрегаты халцедона с выделением кварца по мелким трещинкам. Размеры зерен кварца и халцедона порядка 0.05—0.01 мм и мельче; крайне редко кварцевые зерна достигают 1.00 мм. Имеется небольшая примесь рудных минералов, карбоната и апатита.

В маршалите каждая частица представляет самостоятельное, полностью индивидуализированное угловатое зерно кварца 0.05—0.003 мм в поперечнике или, что редко, каолинита. Очевидно, что в процессе выветривания в верхнем горизонте кварцевое вещество растворяется по линиям соприкосновения между отдельными зернами кварца, и они таким образом полностью освобождаются от связи друг с другом.

Описание элювия известняков мы привели как пример того, что кварц в процессе выветривания не остается неизменным, а подвергается растворению и, может быть, перекристаллизации. Естественно, однако, что растворение его в присутствии крупнокристаллического кварца горных пород, предоставляющего растворителю меньшую поверхность, идет с меньшей интенсивностью, чем растворение халцедона, замещающего известняк в нижних частях выветрелой толщи.

Толща выветривания известняков неоднократно пересекалась шурфами, и поэтому мы вполне представляем себе ее мощность: мощностные зоны кварцита — порядка 10—12 м с довольно большими колебаниями; зона хряща в Смолино-Синеглазовском месторождении — более 15—20 м. Маршалит в Архангельском месторождении добывается карьером, имеющим разрез около 5 м, и идет в глубину, как это показали специальные разведочные шурфы, примерно еще на 5—7 м; мощность всей толщи окремненных и выветрелых известняков, по данным Кривцова и Ершова, порядка 10 м.

Все это схематично изображено на фиг. 68. Кроме общего изменения той или иной породы в результате выветривания, мы попытались изобразить поверхность современной эрозии важнейших из изученных месторождений. На чертеже они помечены римскими цифрами от I до VII.

Выветривание отдельных минералов

Причину описанной зональности в толщах выветривания мы видим в известной последовательности выветривания отдельных минералов.

Выветривание полевого шпата. Существование в нижних горизонтах выветривания (Полетаево, Сапролитовый карьер, Уктус и т. д.) явных псевдоморфоз слюды и гидрослюда по кристаллам полевого шпата свидетельствует о том, что первой стадией выветривания полевого шпата является превращение его именно в слюду (серицит). Образование серицита по полевому шпату наблюдается постоянно, и то, что серицит является промежуточным продуктом каолинового выветривания, утверждали в свое время еще Хиклинг (Hickling, 1908) и Стелле (Stelle, 1908). Последний более или менее определенно говорил о том, что промежуточным продуктом при выветривании гранит-порфира близ Галле является мусковит. Росс и Керр наблюдали «слюдopodobный минерал» в каолине близ Франклина в Северной Каролине; этот минерал они параллелизуют с серицитом Хиклинга и Стелле, но сомневаются в его слюдяной природе. Выше (стр. 139) мы разобрали этот случай и нашли, что, по всей видимости, речь идет именно о гидрослюде. Широкая распространенность гидрослюда в каолиновых месторождениях, образовавшихся за счет пегматитовых жил и других полевошпатовых пород, уже была разобрана нами.

Таблица 71

Данные П. А. Земайтченского, С. С. Курбатова и И. И. Шафрановского по продуктам выветривания полевых шпатов

Описаны	Северная Карелия		Лампа Варака	Холм	Мурман		Ленинградская область	
	анализ полевого шпата	расчетный слюда	поверхностная корочка	поверхностная корочка	вытилка	пересчет	вытилка	пересчет
SiO ₂	62.05	46.07	59.84	59.73	5.23	43.33	2.61	46.20
Al ₂ O ₃	24.17	39.09	25.76	25.88	4.35	36.05	2.11	36.00
Fe ₂ O ₃	0.20	—	0.36	0.33				
CaO	0.70	—	3.47	3.27	с.п.	—	с.п.	—
MgO	0.24	—	с.п.	с.п.	нет	—	нет	—
K ₂ O	2.38	9.80	2.35	2.57	0.82	6.83	0.53	9.00
Na ₂ O	8.55	—	6.53	6.23	0.22	1.80	—	—
H ₂ O	1.60	5.03	1.59	1.54	2.28	12.04	0.61	10.41
CO ₂	0.28	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	100.17	100.00	99.90	99.50	—	—	—	—
N _{ср}	—	—	—	—	1.57	—	—	—
Ng—Np	—	0.030—	—	—	—	—	—	—
— 2V	—	0.036	—	—	—	—	—	—
Альбит	72.20	—	55.21	54.17	40°	—	—	—
Анортит	1.72	—	17.22	16.21	—	—	—	—
Микроклин	—	—	0.94	1.73	—	—	—	—
Слюда	24.25	—	21.89	23.16	—	—	—	—
Кварц	—	—	3.78	3.47	—	—	—	—
Кальцит	0.65	—	—	—	—	—	—	—
Кассинит	—	—	нет	нет	—	—	—	—
Остальное	—	—	—	—	86.90	—	—	—

Из русских авторов первые стадии выветривания полевых шпатов исследовал П. А. Земятченский (Земятченский, 1933) на материале из валунов Ленинградской области и Мурмана; потом С. С. Курбатов (1933), изучавший образцы северной Карелии, и Шафрановский (1932) — северокарельские — чупинские полевые шпаты. Во всех этих случаях под микроскопом констатирован был в качестве новообразования серицит. Химические исследования показали авторам, что серицит этот имеет примерно мусковитовый состав. В табл. 71 приведены оригинальные данные указанных авторов.

1. Северная Карелия — серицитированный пертитовый ортоклаз. Мелкочешуйчатая слюда (поперечник листочков 0.05—0.1, реже 0.3 мм) приурочена к пертитовым вроскам, иногда переполняя их целиком. Плагноклаз вросток № 3—5. Остальное: $\text{Fe}_2\text{O}_3=0.20\%$, $\text{MgO}=0.24\%$, $\text{H}_2\text{O}=0.38\%$. Повидимому, слюда более гидратизирована, чем это указывается автором (по Курбатову, 1933).

2. Лампа Варака — разложенный плагноклаз. Внутри образца он свеж (слюды 9.5%); по краям рыхлая тонкая корочка разложенного минерала (см. анализ); плотная бурая промежуточная часть (слюды 18.3%). Постепенные переходы и увеличение содержания слюды к периферии, установленные микроскопически, свидетельствуют об образовании слюды в результате выветривания (по Шафрановскому, 1932).

3. Холм — подобный же плагноклаз (образец № 34): свежая центральная часть (слюды 6.60%) и периферическая тонкая разложенная корочка (см. анализ по Шафрановскому, 1932).

4. Мурман — подобный же плагноклаз (образец № 24). Наружная землистая корочка обрабатывалась кислотами и щелочами, причем растворялась только новообразованная слюда. Пересчет состава раствора приводит к формуле ее: $(\text{K}, \text{Na})_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{aq}$.

Под микроскопом констатирован серицит (по Земятченскому, 1933).

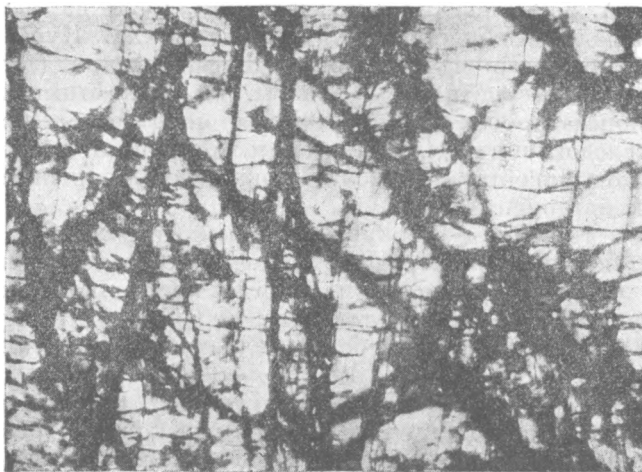
5. Валун гранита близ Ленинграда. Выветрелые корочки на полевом шпате. Обработка та же, что в образце № 4 (по Земятченскому, 1933).

Все эти данные, вполне совпадающие и с нашими наблюдениями, свидетельствуют об образовании серицита при выветривании полевого шпата. Серицит, образующийся при этом (ср. данные табл. 71 и состава камня «сапролит»), первоначально соответствует по своему составу нормальному, не гидратизированному мусковиту. Гидратизация его, наблюдаемая в образцах, взятых из Уктуса, Полетаева и др., является, по всей видимости, последующим процессом.

Калиевые полевые шпаты выветриваются значительно слабее, чем известково-натровые. Это отмечается всеми исследователями процессов выветривания (Гинзбург, 1938). Наличие свежих калишпатов в тех случаях, когда плагноклаз выветрился нацело, наблюдалось неоднократно и нами (ср. описание Еленинского месторождения — образец № 72; Высокогорского — образец № 415).

Дальнейшее выветривание новообразованного по полевому шпату серицита происходит совершенно так же, как и выветривание мусковитовой слюды.

Иная картина выветривания полевого шпата наблюдалась в Изумрудных коях. Плагноклаз альбитового состава переходит здесь, как мы видели, непосредственно в галлуазит, бухтообразно его разъедающий (фиг. 69 и 70). Характерно при этом, что в тех случаях, когда в плагноклазе были вроски серицита, последний переходит в каолинит. Причину образования глауконита, а не каолинита мы видим в составе окружающих пород, представленных гипербазитами и амфиболовыми слан-



Фиг. 69. Альбит, замещающийся галлуазитом по трещинам.
Образец № 230, Изумрудные копи. 46X, николи скрещены.

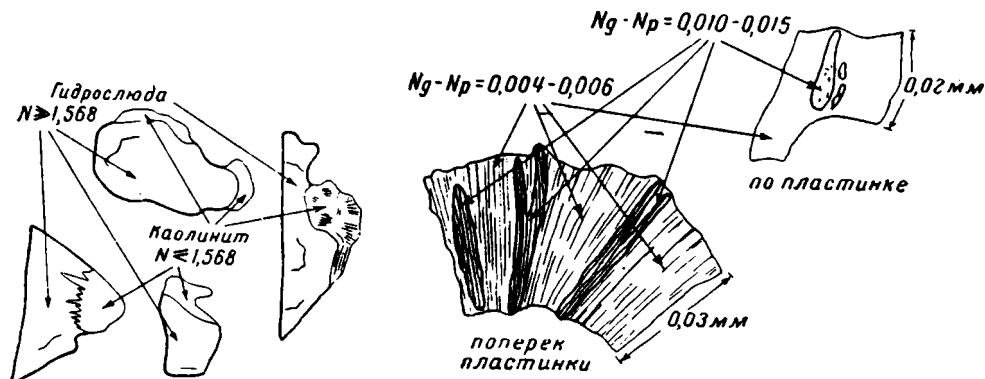


Фиг. 70. Реликты альбита в галлуазите.
Образец № 227, Изумрудные копи. Видно, что двойниковые
пластинки одного обломка продолжаются в другой. 280X,
николи скрещены.

цами; взаимодействие их с поступающими сверху растворами приводит к иным, более основным, условиям выветривания, когда галлуазит является значительно более устойчивым минералом, чем каолинит. Напомним, что нонтрониты, образующиеся в процессе выветривания гипербазитов, фактически, как показал И. Н. Гинзбург, являются в ряде случаев ферригаллуазитами. Галлуазитовая природа силикатов выветре-

дой толщи гипербазитов показана была Грицаенко и пр., а также Белянкиным и Ивановой (1936) и Ивановой и Феодотьевым (1946).

Выветривание мусковита. Хорошее представление о выветривании мусковита и происходящих при этом минералогических изменениях дает изучение каолинов, образовавшихся за счет слюдистых сланцев. Первую стадию такого выветривания мы видим на примере сысертских слюд, с ощутительно пониженным содержанием щелочей в их составе (см. описание образцов № 192 и 194 на стр. 133). Следующую стадию — более усиленного выветривания — иллюстрируют нам образцы Косуллинского месторождения, где содержание щелочей уже более чем вдвое меньше нормального количества их в мусковите. Еще дальше зашло выветривание — гидратация подобного же рода в панковских, невьянских и других описанных выше гидрослюдистых каолинах, образовавшихся за счет слюдяных сланцев, а также и гидрослюдистых каолинах,



Фиг. 71. Зарисовка строения каолиново-слюдяных листочков из образца № 200 (Косуллин). Переход гидрослюда в каолинит. Иммерсионный препарат в жидкости $N = 1.568$.

Фиг. 72. Зарисовка строения вермикулитоподобного сростка каолинита из псевдоморфозы по полешишату с остатками в нем участков гидрослюда. Иммерсионный препарат в жидкости $N = 1.568$. Кыштым, образец № 138.

образовавшихся за счет полевошпатовых пород, поскольку показано было, что первоначальным минералом, образующимся по полевому шпату, являлся серицит мусковитового состава.

Для суждения о порядке и характере выветривания мусковита весьма интересны наблюдения над гидратацией (каолинизацией) отдельных участков крупных листочков мусковита, как это изображено на фиг. 71 и 72.

Гидромусковит, в свою очередь, переходит в нормальный каолинит. Наличие многочисленных переходных разностей промежуточного состава говорит о том, что переход этот весьма постепенен, однако строение кристалла при этом явно несколько нарушается. Общеизвестные вермикулитоподобные сростки каолинита, как правило, образуют псевдоморфозы по листочкам слюды; очень часто в центральных частях таких сростков сохраняются листочки слюды, ориентированные параллельно каолиниту. Форма вермикулитообразного сростка обусловлена, с нашей точки зрения, с одной стороны, формой первоначального листочка слюды, а с другой — вспучиванием его в направлении, перпендикулярном оси с, подобно тому, как то происходит при нагревании вермикулита.

Выветривание биотита и флогопита. В условиях каолинового выветривания выветривание биотита и флогопита идет, по видимому, так же, как

и мусковита, сначала по линии гидратации их. Калий (щелочи) постепенно замещается водой, минерал через промежуточные гидробиотиты переходит в вермикулит. На происхождении последнего в результате выветривания биотита определенно настаивает Грюнер. В Булдымском месторождении это подтверждается тем, что качество вермикулита (его гидратация и вместе с тем и вспучиваемость) резко ухудшается с углублением добычных работ.

Дальнейший ход выветривания вермикулита для нас еще не вполне ясен. Несомненным является переход его в каолинит как конечную стадию процесса. При переходе этом происходит, повидимому, вынос магниевых соединений без нарушения целостности решетки кристалла. Железо накапливается отчасти в самой псевдоморфозе в виде мельчайшей пыли бурожелезистых зерен и иногда, повидимому, совместно с окисью титана, в виде мелкой сагенитовой сетки. Силикатная часть такого плеточка, переполненного выделениями железистых окислов, иногда представляет нормальный каолинит, а иногда он окрашен в желтый цвет и несколько более высоко преломляет.

Поскольку в каолинах, происшедших из биотитсодержащих пород и занимающих наиболее сильно переработанные агентами каолинизации части месторождений, вроски железистых минералов, которые имеются в каолинах менее измененных участков, отсутствуют (Северка-Карелинская, образец № 272), — можно полагать, что в процессе далеко идущей каолинизации и эти выделившиеся в каолиновых псевдоморфозах по слюде железистые окислы и рутил выносятся, и остается исключительно чистый каолинит.

Процесс растворения этих побочных минералов (в особенности рутила) происходит, повидимому, весьма медленно, поэтому в большинстве каолинов, в псевдоморфозах каолинита по биотитовым листочкам, находим и остатки железистых включений или сагенитовой сетки.

Присутствием этих остатков обуславливается обычно содержание окислов железа и титана в каолинах, и по ним легко можно отличить каолинит — псевдоморфозу по биотиту от каолинита — псевдоморфозы по серициту (по гидромусковиту), образовавшегося за счет полевых шпатов.

Псевдоморфозы каолинита по биотиту в обычных гранитных каолинах много крупнее, чем каолинит, образовавшийся за счет полевого шпата, и удалением их при отмучивании объясняется уменьшение общего содержания железа в отмученных каолинах.

Минералогическим изучением продуктов выветривания слюд занимались многие исследователи; последнюю литературную сводку на этот счет мы находим у П. А. Земятченского (1938). Приводятся в литературе многочисленные химические анализы продуктов частичного или полного выветривания различных слюд. Частично мы цитировали их выше (см. табл. 66, колонки 6 и 7, стр. 138). Некоторые наиболее интересные из приводимых в литературе и упомянутых у Земятченского более новых анализов сведены нами в табл. 72. Во всех этих случаях не приводятся данных по микроскопическому составу анализируемых образцов, так что нет совершенной уверенности в чистоте анализируемого материала.

С современной точки зрения первые пять анализов мы должны отнести к гидробиотитам; шестой — скорее гидромусковит, 7 и 8 — типичные каолиниты. Нет, однако, полной уверенности в том, что в последнем случае попали в анализ действительно лишь псевдоморфозы по биотиту.

Химический состав продуктов выветривания биотитовых слюд
(по литературным данным) (в %)

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	40.79	55.42	36.63	34.71	40.93	43.36	44.76	46.33
TiO ₂	1.28	сл.	1.28	3.19	0.46	—	1.14	—
Al ₂ O ₃	29.98	21.02	17.37	15.46	19.43	34.31	36.61	37.40
Fe ₂ O ₃	8.07	3.42	6.75	12.56	8.92	3.98	2.04	2.03
FeO	2.48	1.61	15.41	2.80	1.94	—	—	—
MnO	—	—	1.07	0.80	—	сл.	—	—
MgO	2.71	2.82	9.73	15.80	13.80	2.43	0.06	0.13
CaO	0.45	нет	0.23	1.89	0.50	сл.	сл.	0.07
Na ₂ O	0.38	0.40	0.94	0.68	0.87	0.33	—	—
K ₂ O	3.47	7.04	8.15	7.32	7.52	2.67	—	—
Пот. при прож.	9.34	5.77	2.37	5.05	5.44	12.67	15.43	14.11
Влага	1.20	2.86	—	—	—	—	—	—
Сумма	100.15	100.36	99.90	100.23	99.81	99.84	100.04	100.07

1. Гидробиотит из каолинизированных пегматитовых жил в окрестностях Уайнесвилла (Waynesville) в Северной Каролине; двупреломление меньше, чем у нормальной слюды. Окись железа, по автору, связана в лимонит, двуокись титана — в рутил; оба минерала фактически констатированы в образце. Аналитик G. Steige (Bayley, 1920).
2. Зеленоватый минерал в виде чешуек из слабо каолинизированного гранито-гнейса у с. Благодатного (бывшая слюда). Материал для анализа отобран под лупой. Удельный вес — 2.503; слабый плеохроизм; $N=1.55-1.57$. Угол оптических осей около нуля (по Земляченскому, 1938).
3. Гранит Белой Церкви. Свежая слюда, выделенная из гранита; цвет порозно-черный; включений нет (по Глинке, 1906).
4. Буровато-серебристая слюда из разрушенных гранитов оттуда же; включения ильменита (?) в виде неправильных, иногда шестигульных зерен, разведенных, с зубчатыми контурами (по Глинке, 1906).
5. То же, цвет серебристый.
6. Белые пластинки вокруг разрушенного биотита; включений нет. Оттуда же.
7. Каолинитовые псевдоморфозы по биотиту из окрестностей с. Хажин. Включения кварца и рутила, не удалявшиеся из анализируемого материала (по Глинке, 1906).
8. То же, из окрестностей г. Искоростень. Отмучены от примесей.

Выветривание других минералов в условиях каолинообразований нами не изучалось с необходимой полнотой. Можно отметить лишь немногие детали. Так, эпидоты и роговая обманка выветриваются значительно труднее, чем полевые шпаты (ср. образец № 249, стр. 57 и др.). Кварц обычно распадается на монокристалльные индивиды и растворяется по краям (ср. стр. 151 — выветривание известняков). На растворение кварца при каолиновом выветривании указывал также Bayley (1920). Турмалин во всех случаях остается совершенно свежим.

3. ГЕНЕЗИС И ПРИРОДА ЭЛЮВИАЛЬНОЙ КАОЛИНОВОЙ ТОЛЩИ (ДРЕВНЕЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ)

Теория генезиса каолинов

При описании уральских каолиновых месторождений мы с полной уверенностью относим их образование к результатам поверхностного выветривания. Основанием для такого заключения были: 1) площадное

развитие элювия на всех породах, слагавших поверхность Урала во время образования элювия; 2) региональное развитие однородно выветрелых пород на всем Урале от Ивделя до Мугоджар (1500 км); 3) повсеместные переходы выветрелых пород книзу в свежие материнские породы и вполне закономерная зональность этих переходов.

Большинство авторов, описывавших в последние годы каолины и остаточные глины, также склоняется к происхождению их путем поверхностного выветривания. Некоторые же специалисты, тем не менее, и по сей час отстаивают гидротермальный или какой-либо иной, местный, генезис тех или иных крупных месторождений каолинов.

Чрезвычайно характерно, что к такого рода воззрениям неизменно приходили авторы, занимавшиеся каким-либо отдельным месторождением: Вильсон (Wilson, 1934), Казаринов и Валуков (1940) и др. Исследователи, изучавшие большие площади (Райс, 1933; W. S. Bayley, 1925 и др.), подобно нам, неизменно приходили к выводу о происхождении каолинов в результате нормального поверхностного выветривания. Это обстоятельство, а равно и аналогия с Уралом, заставляет нас вместе с И. И. Гинзбургом (Неметаллические ископаемые, 1941, стр. 346) относиться с большим сомнением к теориям, объясняющим образование тех или иных конкретных каолиновых месторождений местными причинами.

Все генетические теории, появившиеся в последнее время, в общем повторяют высказывавшиеся ранее взгляды и уже широко обсуждены как в русской, так и иностранной литературе (И. И. Гинзбург, 1912). Однако, поскольку некоторые теории высказываются вновь и пока не встретили возражений, нам придется несколько остановиться на них.

За границей наибольшим распространением, кроме теории выветривания, пользуется теория гидротермального генезиса, усиленно выдвигавшаяся в свое время Реслером и применяемая ныне к английским Корнваллийским месторождениям, Северо-американским — гг. Спокена и Москвы (Айдехо), Канадским — Квебека, а также к ряду других более мелких.

В доказательство гидротермального генезиса каолинов против господствующей сейчас в общей теории поверхностного выветривания приводятся различными авторами следующие факты:

1. Громадная мощность каолинов. Так, например: «Английские месторождения разрабатываются до глубины 240—250 футов (70—75 м) и не достигли основания залежи» (Howe, 1914).

2. Форма залегания каолинов — пятнами среди свежих пород, дайковое и жильное залегания (окрестности Спокена, Москвы (Айдехо) и другие места).

3. Приуроченность каолиновых участков к линиям разлома, дайкам, рудным жилам, минеральным источникам и т. д. (Гиршау, Карлсбад и т. д.).

4. Прекрасная крупная кристаллизация каолина.

5. Присутствие в ряде случаев среди каолинов пневматолитовых минералов: различных турмалинов, оловянного камня, флюорита (английские месторождения), свинцовых минералов (Гиршау) и т. п.

Разберем все эти доказательства по отдельности.

1. Как показали наши работы на Урале, «громадная мощность» каолиновой залежи (70—100 м) не представляет собой чего-либо особенного. Выше мы видели, что 100 м — нормальная мощность каолиновых месторождений, образовавшихся выветриванием, в особенности в условиях глубоко опущенных ответвлений зоны выветривания, к которым, несомненно, принадлежат и английские месторождения (Howe, 1914). Значи-

тельная часть последних дает, кроме того, материал, весьма богатый полевым шпатом (china-stone), очевидный аналог нашей зоны дресвы — наиболее мощной во всем разрезе элювиальной толщи (ср. Высокогорское месторождение). Согласно данным по Уралу, глубина, которой могут достигать выветрелые породы, — 200—300 м.

2 и 3. Приуроченность к зонам разлома, дайкам, контактам и т. д. вполне нам понятна, если принять во внимание неровность нижней границы зоны выветривания. По зонам разломов и подобным местам циркуляция растворов происходит со значительно большей интенсивностью и проходит на большую глубину. Соотношением современной эрозии и неровностей нижней границы легко объясняются дайковые, жильные, штоковые и тому подобные формы залегания первичного каолина. Так, месторождения Спокена и Москвы (Айдехо) мы рассматриваем также как произошедшие в результате выветривания и затем несколько размывшие в предмиоценовое время, до отложения «лата-формации», которая вместе с одновременными ей базальтовыми покровами защитила остатки элювиальной толщи от последующей, значительно более интенсивной ледниковой эрозии. Подобным же образом возможно объяснить и Квебекскую «жилу» каолина. Агенты выветривания по полевошпатовой жиле, бывшей на месте современного каолина, спускались значительно глубже, чем по вмещающим ее кварцитам; кварциты, как мы видели на Урале, — порода весьма устойчивая в отношении выветривания. Во время последующей ледниковой эрозии каолин, защищенный кварцитовыми стенками, мог сохраниться, так же как сохранились от подобной же эрозии финские каолины, залегающие среди кварцитов.

4. Крупная кристаллизация каолина — обычное явление в каолинах выветривания; особенно крупных размеров достигают листочки каолинита — псевдоморфозы по слюде и т. д.

5. Присутствие в каолине каких-либо специальных пневматолитовых минералов было бы, конечно, весьма показательным, если бы был одновременно установлен синхронный с каолином их генезис, чего на самом деле до сих пор нет. Все пневматолитовые минералы каолиновых месторождений Корнуола характерны для оловянных месторождений вообще, в том числе и для тех, которые не сопровождаются каолинизацией. Крайне интересно здесь сравнение с месторождением департамента Алье, где каолинизация приурочена к содержащим оловянный камень грейзенизированным зонам вдоль кварцевых жил и явно уменьшается с глубиной (De Launey, 1901).

В каолинах Гиршау Шталем (Stahl, 1912) констатированы свинцовые минералы; но совершенно неясно, присутствуют ли они также и в материнских песчаниках местного кейпера.

Мы не отрицаем совсем возможности гидротермального образования каолина. Описывается выделение каолинита (накрита) в ряде местностей, в пустотах кварцевых рудных жил (Ross a. Kerr, 1931 и др.). Беддингтон (Buddington, 1926) описывает каолин в центральных частях миаролитовых пустот. Три весьма показательных примера образования каолинита из растворов приводят Тарр и Келлер (Tarr a. Keller, 1937). Примеры эти следующие: 1) каолинит, кристаллизовавшийся на поверхности кристаллов гидротермального кварца в руднике Оронго-Циркль; 2) в жилах барита «Национальной красочной компании» каолинит образует жилки в 1 мм мощности; 3) в центральных частях халцедоновых жеод из местности Кеокук. Авторами подчеркивается, что здесь присутствует именно каолинит, а не накрит и диккит, как это следует из оптических данных и рентгенографической проверки проф. Керром. Общеизвестно нахож-

дение накрита в эпитеpmальных рудных (киноварных) жилах, и т.д. Однако, повидимому, во всех этих случаях произошло самостоятельное выделение каолинита или накрита в виде сплошных масс, а не замещение вмещающих пород с сохранением их первоначальной структуры. Условия выделения каолинита — низкотемпературные эпитеpmальные; размеры месторождений в большинстве случаев невелики, они не разрабатываются. Исключение, повидимому, составляет только месторождение Невады, где указываются кристаллы киновари в каолине и залегание в виде жилы, не имеющей структуры вмещающих пород и секущей миоценовые базальты.

Старую теорию Митчерлиха и Штремме образования каолина под действием болотных — буроугольных вод пытается возродить для Южной Моравии Шпалер (Späler, 1936) и — на примере Балайского месторождения каолинов в Сибири — В. Н. Казаринов и В. Н. Валухов в 1940 г. Несостоятельность этой теории была показана в процессе споров Штремме (Stremme, 1908) с его оппонентами (обзор этих споров имеется у Гинзбурга (1912, стр. 437—466). Главнейшие возражения против этой теории (H. Rösler, 1902) сводятся к тому, что отнюдь не под всеми буроугольными залежами наблюдаются каолины, и наоборот, громадное большинство каолиновых месторождений никогда не залегало под отложениями бурого угля.

Несколько более оригинальные взгляды на образование коры выветривания Салаира высказывают М. Н. Нагорский, согласно которому (1940, стр. 45): «кора выветривания преимущественно приурочена к зонам сульфидизации коренных пород. Там, где такие зоны особенно обширны и где сульфиды особенно сильно пропитывают толщу сланцев и других пород, там карманы выветривания занимают огромные площади, а глубина химического выветривания достигает своего максимума». Мы охотно соглашаемся с цитируемым автором в том, что зоны сульфидизации, наряду с тектонически ослабленными участками, могут иногда являться теми зонами, по которым выветривание спускается наиболее глубоко, — зонами понижения нижней поверхности выветривания, но видеть причину выветривания в сульфидах вряд ли возможно. Мы знаем весьма большое количество зон сульфидизации, не сопровождавшихся каолиновым изменением, и зон выветривания вне всякой связи с сульфидами; кроме того, форма залегания выветрелых пород не только карманами, но и сплошным покровом на поверхности палеозойских пород, также исключает предположение Нагорского.

Приведенный обзор, несмотря на его краткость, все же позволяет нам сделать заключение о том, что со времени основных работ Е. Вюста (Wüst, 1907), Г. Райса (H. Ries, 1908), И. Барниццкого (Bartnitzke J. E., 1909), И. И. Гинзбурга (1913—1914) и др., т. е. за срок около тридцати-сорока лет, не было предложено никакого иного сколько-нибудь удовлетворительного объяснения генезиса мощных каолиновых толщ, чем выдвинутое указанными авторами представление о генезисе этих толщ в результате поверхностного выветривания. Больше того, все данные, полученные за это время, подтверждают эту точку зрения. Разобранная на стр. 148—150 зональность каолиновой толщи, показывающая явное уменьшение степени изменения материнских пород сверху вниз, является существенным аргументом в пользу представления об этой толще как продукте выветривания, так же как и тот факт, что каждый из участков развития каолиновой толщи представляет собой эрозионный остаток от плаща, сплошь, повидимому, покрывавшего поверхность того или иного достаточно крупного участка (Гинзбург, 1938, наши данные на стр. 29 и далее).

Итак, единственным удовлетворительным объяснением генезиса каолиновой толщи (древней коры выветривания, по Гинзбургу) является представление о ней как о продукте поверхностного выветривания.

В настоящее время на земной поверхности нет никакого другого процесса выветривания, кроме процесса почвообразования в широком смысле этого слова. Собственно принципиального отличия между почвой и интересующей нас каолиновой толщей нет никакого. Согласно старому (1886) определению Докучаева, почва — это: «те дневные или близкие к ним горизонты горных пород (все равно каких), которые были более или менее естественно изменены влиянием воды, воздуха и различного рода организмов — живых и мертвых — что и сказывается известным образом на составе, структуре и цвете таких продуктов выветривания». Каолиновая толща, если допустить ее происхождение в результате выветривания, полностью подходит под это определение; действительно, в момент преобразования это были «дневные и близкие к ним горизонты горных пород», естественно измененные действием воды, воздуха и различного рода организмов, что сильнее всего сказалось на всех свойствах этих пород. Более поздние определения понятия *почва* мало отличаются от приведенного и столь же хорошо подходят и к каолиновой толще. Так, Коссович в 1911 г. под словом *почва* понимал «все те поверхностные горизонты твердых горных пород, в которых совершаются физико-химические процессы — как под влиянием деятелей атмосферы, так и при участии растений и животных». Это определение с еще большим основанием может быть применено к каолиновой толще.

Отсутствие сейчас гумусовой составляющей в каолиновой толще не может приниматься во внимание, так как гумус как живая часть почвы безусловно должен был быть вынесен из мертвой почвы.

Хотя по формальным признакам, как мы видели, каолиновую элювиальную толщу безусловно можно назвать *почвой*, но ни один исследователь, изучавший ее ранее, этого не делал: слишком различны наши представления о современной почве с тем, что видели мы, изучая каолиновые месторождения или месторождения железных и никелевых руд выветривания. Райс, будучи особенно заинтересован в чисто технологических качествах глин, уделял мало внимания геологической стороне проблемы, а только констатировал факт наличия выветривания. Немецкие авторы рассматривали существование каолиновой толщи как специфическую особенность окрестностей Галле и Мейсена. Впервые, как нам представляется, проблему в целом вполне четко представил себе Н. Н. Гинзбург, который уже в 1914 г. определенно говорил о климатическом выветривании регионального значения. Впоследствии им был применен и широко популяризирован вошедший в научную литературу и практику довольно удачный термин *древняя кора выветривания*. Б. Б. Полюнов в своем обзоре «Кора выветривания» (1934), в ряде случаев явно пользуется примерами этой толщи. Но ни у Полюнова, ни у Гинзбурга, ни у других авторов мы не находим ответов на вопросы: а) какая же генетическая разница между корой выветривания и почвой; б) какие причины могли повести к образованию выветрелых толщ, вполне сходных с почвой, но имеющих мощность порядка 100 м и обладающих громадным региональным распространением; в) почему сейчас не формируются подобные образования; г) где должны мы их искать в дальнейшем? Без ответа на эти и еще некоторые вопросы наши представления о древней коре выветривания не могут быть вполне ясными и эти образования будут вызывать всегда известное недоумение.

Нам представляется, что в свете имеющихся данных можно попытаться ответить на эти вопросы, и основным моментом, освещающим природу коры выветривания, является, повидимому, возраст эпохи выветривания.

Возраст каолинов и связанных с ними осадочных глин

Сводку по возрастному распределению древнего выветривания (древней коры выветривания) дал в свое время (в 1930 г.) Гаррасовиц, преимущественно на основании материала Западной Европы. Позднее это же было сделано для СССР И. И. Гинзбургом (Неметаллические ископаемые, 1941, стр. 60).

Данные обоих авторов сходятся в том, что химическое выветривание начинается с девона, тогда как ранее господствовало только выветривание физическое. В части характеристики выветривания в более позднее время определенности нет. Здесь имеются многочисленные расхождения и большая пестрота, указываются неоднократные повторения одинаковых процессов.

Причиной такой нечеткости, с нашей точки зрения, является неправильное определение возраста выветривания, который, как мы видели, определялся весьма условно. Кроме того, авторами не учтены мощность выветрелой толщи и тип новообразований в ней.

Рассуждая теоретически, мы должны предположить, что каждый континентальный период сопровождается формированием выветрелой толщи (почвы) того или иного типа. Эти толщи выветривания (почвы, коры выветривания и т. д.) должны были различаться между собой, повидимому, в зависимости от продолжительности континентального периода и господствовавших в это время и в каждом данном месте физико-географических условий. Различия эти могли быть следующие: минералогический тип продуктов выветривания; мощность выветрелой толщи (почвы, коры выветривания); степень достигнутого в выветрелой толще равновесия и в постоянстве состава и характера толщи.

Если с точки зрения этих различий подойти к характеристике той толщи выветрелых пород, к которой принадлежат каолиновые месторождения и ассоциирующие с ними глины, то характеристика эта будет достаточно четкой. Отчасти она была уже дана в сводке по уральским каолинам (см. стр. 64 и далее) и вкратце может быть изложена следующим образом (по пунктам, намеченным выше):

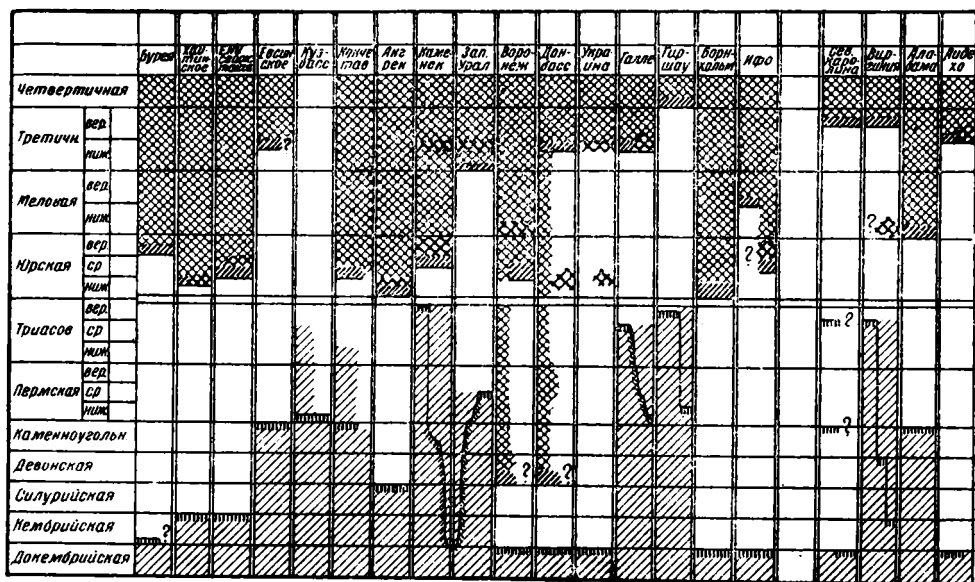
- а) каолиновый тип выветривания (повидимому, кислый характер действовавших на материнскую породу растворов);
- б) чрезвычайная мощность, достигающая 100 и более метров;
- в) четко выраженная зональность месторождения и полное отсутствие в каждой зоне несвойственных ей минералов;
- г) весьма широкое региональное развитие однородных образований; большая устойчивость типа.

Эти особенности позволяют выбрать из всей массы указаний на существование выветривания один вполне определенный тип—тип мощного каолинового выветривания. Сюда попадут, в первую очередь, все элювиальные каолиновые месторождения.

Так как каолин является континентальным образованием и формирование его приурочено к перерыву в отложениях, то естественно, что объективные возможности судить о возрасте в каждом отдельном случае отсутствовали. Обычно каждый автор пытался восполнить этот пробел,

исходя из общих теоретических представлений о строении местности (времени размыва, скорости его, мощности смытой части, возрасте, трещиноватости и т. д.) — см. Бартнитцкий (Bartnitzke, 1909), Алешков (1941) и др. При таком подходе неизбежны довольно крупные ошибки.

Единственным правильным критерием для суждения о возрасте каолинизации, с нашей точки зрения, является стратиграфический разрез каолинизированного участка. Нижний возрастной предел каолинизации, естественно, в этом случае будет определен возрастом самой молодой породы, каолинизированной в данном районе; верхний же предел — возрастом самой древней породы, налегающей на каолин в данном районе.



Фиг. 73. Пределы возраста каолинизации в разных месторождениях.

1 — мелкая вертикальная штриховка — возраст самых молодых каолинизированных пород района; 2 — мелкая косая сетка — возраста самой древней породы, налегающей в данном районе на каолин; 3 — жирная косая сетка — возраст каолиновых осадочных глин района; 4 — две горизонтальные линии, пересекающие весь чертеж, — гипотетический возраст эпохи мощной каолинизации; 5 — косая параллельная штриховка — геологическое время, в течение которого каолиновые месторождения существовали как таковые; 6 — крупная косая сетка — геологическое время, в течение которого в каждом данном районе могла происходить мощная каолинизация; 7 — незаштрихованное поле — геологическое время, в течение которого в каждом данном районе могла происходить мощная каолинизация.

Некоторые косвенные указания может дать нам распространение на соседних участках переотложенных каолиновых глин, при условии, однако, что приниматься во внимание будут только глины, возникшие за счет переотложения первичного элювия — вторичные, осадочные каолины.

Эти материалы использованы нами для составления диаграммы (фиг. 73). Из большого количества известных в литературе месторождений каолинов нанесены на нее разрезы только для тех из них, у которых возраст каолинизации определяется достаточно точно. Все остальные месторождения дают значительно больший возрастной разрыв.

Для каждого разреза можно различать по отношению к возрасту мощного каолинообразования три этапа этого времени: 1) время до образования наиболее молодой каолинизированной породы;

2) время после отложения наиболее древней прикрывающей каолин породы, и, наконец, 3) между ними: время, в течение которого существовал континентальный перерыв и была возможность образования толщи — эпоха возможного каолинообразования. На диаграмме (фиг. 73) первые два этапа обозначены различной штриховкой: косая штриховка — первый, тонкая сетка — второй. Время континентального перерыва оставлено незаштрихованным.

Ниже мы даем обзор материалов, положенных в основу диаграммы по отдельным районам.

Сибирь. Верхний предел эпохи каолинизации устанавливается весьма четко по налеганию на каолины среднеюрских (верхнеелеевских?) угленосных отложений, что было констатировано в Хайтинском месторождении (Одинцов, 1938) и по р. Зырянке в Енисейской тайге (Великовская, 1936). На Бурее (Шатский и Давыдова, 1937, стр. 12) на каолин налегают верхнеюрские — нижнемеловые угленосные осадки. К юре относятся и бокситы Присалаирья М. П. Нагорский и Шупилова (1934). Среди молодых осадков отмечалось только маломощное выветривание.

Значительно трудней установить нижний предел возраста выветривания. Самыми молодыми породами, каолинизация которых отмечена в литературе, являются карбоновые сланцы Евсинского месторождения (Мельников, Неметаллические ископаемые СССР, 1941) и продуктивные горизонты верхнего карбона Кузбасса (М. Ф. Нейбург, личное сообщение), достаточно сильно дислоцированные. Поскольку дислокации в этом случае происходили в основном в начале триаса, в период пфальцской фазы складчатости, М. Ф. Нейбург считает, что эти слои могли выйти на дневную поверхность не ранее середины триаса. Таким образом для эпохи каолинизации остается интервал между верхним триасом (? верхним карбоном) и средней юрой.

Средняя Азия и Казахстан. Эти местности находятся примерно в тех же условиях, что и Сибирь. Верхняя граница выветривания отбивается достаточно четко налеганием среднеюрских бокситов на кору выветривания каолинового типа в Кокчетавском районе (Великовская, 1936) и ангренских нижнеюрских углей на каолинизированные порфириты (Богданович и Черневский).

Самыми молодыми породами, каолинизация которых отмечена в Казахстане Великойской, являются карбоновые сланцы; однако, исходя из тех же соображений, что и Нейбург для Кузбасса, Великовская (1936) считает, что выветривание в Казахстане не могло начаться ранее середины триаса.

Урал. Верхняя граница толщи выветривания определяется налеганием на каолиновую толщу (выветрелые порфириты и выветрелый рэт) в районе г. Каменска бокситовой толщи верхней юры — нижнего мела. То же наблюдается и в других местах (Белкинское месторождение, Трой-Байновское месторождение, Орский район и т. д.).

Нижняя граница определяется интенсивно выветрелыми глинистыми отложениями рэта в районе Соколовского месторождения (Каменский район), а также других более древних пород (углистые отложения карбона Кизеловского бассейна, порфириты и их туфы девона и т. д.).

Для Урала, таким образом, совершенно объективно время мощной каолинизации определяется между рэтом и верхней юрой.

Воронежская глыба. Хотя возраст времени каолинизации местных гранитов, по А. А. Дубянскому, додевонский, однако анализ оригинального материала (Дубянский, 1936) показывает, что мощное каолиновое выветривание скорее домезозойское и, следовательно, последевонское, по-

скольку под девоном имеется только мало мощная толща продуктов распада гранитов.

Донбасс и Украинская кристаллическая полоса. Нет четких указаний на возраст выветривания. Гинзбург (1926) указывает налегание на каолин спондиловых глин. Природа выветрелых пород, залегающих под батскими сланцами в скважинах Котлика, не совсем ясна (цит. по Лучицкому, 1926, стр. 26). Косвенным указанием может служить наличие каолиновых глин среди отложений юры в окрестности Часов Яра и г. Изюма (Потапенко, 1940, стр. 160—162, Земятченский, 1896).

Нижняя граница в большинстве случаев может быть проведена только по докембрийским породам кристаллической полосы. Чрезвычайно интересны для нас указания Н. С. Шатского на то, что каолинизации в сильной степени подверглись медистые песчаники Донбасса в контактах с мезозойскими и кайнозойскими отложениями, и указание Кравцева на выветривание карбона в угольном Донбассе; однако какова мощность этой каолинизации, нам не ясно.

В. И. Лучицкий описал обнажение у ст. Велико-Анадоль, где он доказывал додевонский возраст каолинообразования (Лучицкий, 1928). С нашей точки зрения, приводимые им факты мало доказательны. Развитие каолинов по границе песчаник — гранит может рассматриваться как язык нижней поверхности выветрелой толщи, спускающейся по границе двух пород. Впрочем, все эти соображения не могут доказать отсутствия додевонского выветривания.¹

Существование мощного выветривания в течение предмезозойского континентального перерыва в пределах Центральной России также отмечалось некоторыми исследователями (Тульско-Липецкий железорудный район — выветривание верхнедевонских и нижнекарбоновых известняков — см. у Пустовалова, 1933, стр. 195—196 и ранее; образование окисленных руд Курской магнитной аномалии и т. д.).

Каолинизация в пределах Донбасса и Украины не может быть датирована объективно с достаточной точностью (образовалась между докембрием и олигоценом). Однако на основании косвенных признаков и аналогии с соседними районами можно время это сузить до интервала между нижней пермью (каолинизация медистых песчаников) и средней юрой (отложение часоварских и изюмских каолиновых глин). Возможно существование, кроме того, еще одного этапа каолинизации додевонского времени.

Западная Европа. Верхняя граница каолинизации совершенно четко определяется скандинавскими месторождениями, где на каолин несогласно налегают нижнеюрские песчано-глинистые отложения и верхне-меловые морские известняки (о. Бронхольм: Grönwall u. Milters, 1916; южная Швеция: Grönwall, 1915). Переотложенные (?—В. П.) каолины указываются в нижней юре Франции.

Нижняя граница не менее четко оконтуривается южногерманскими месторождениями, где добывается каолин, образовавшийся за счет нижнепермских и триасовых пород (Wüst, 1907; Bartnitzke, 1909; Steyskal, 1931).

Это позволяет считать, что каолинизация в Западной Европе происходила в течение верхнего триаса и, отчасти, нижней юры.

Восточная часть Северной Америки. В северной части Северной Америки, Соединенных Штатов и Канады объективной верхней границей возраста каолинизации является ледниковый период, так как ледниковой эрозией,

¹ Специальная наша экскурсия 1947 г. на описываемое Лучицким обнажение показала, что песчаники Велико-Анадоль не девонские, а более молодые; вероятнее всего мезозойские.

согласно Райсу (Н. Ries, 1903), была снесена здесь основная масса остаточных глин. Весьма примечательно, однако, широкое развитие перетолженных каолиновых глин (вторичных каолинов) в нижнемеловых осадках — формация Тускалоза.

В южных частях имеются уже более определенные указания (Lang W.B. и др., 1940, стр. 31), что отложения той же формации Тускалоза налегали на остаточные глины и каолины (штат Алабама). Налегание третичных пород на продукты выветривания нефелиновых сиенитов отмечено у Литль-Рока в Арканзасе.

Что касается нижней границы, то она определяется интенсивным выветриванием пород триаса, отмеченным в Северной Каролине, Пенсильвании и Виргинии. Указания Челиковского (Chelikowsky, 1935) на каолинизацию меловых пород относятся к изверженным породам, возраст которых сомнителен. Каолинизация меловых отложений прибрежной полосы ни разу не отмечается, хотя залегают они в непосредственной близости к интенсивно каолинизированным породам Пьемонтской зоны и зоны Аппалачей.

В области развития палеозойских пород, в особенности вблизи мезозойских и кайнозойских отложений прибрежной полосы, остаточные глины имеют почти сплошное распространение; поэтому параллелизация геологических данных на всем протяжении восточного побережья вполне закономерна.

Суммируя приведенные материалы, можно вывести заключение о послетриасовом и донижнемеловом возрасте интенсивного каолинового выветривания.

Западные Штаты. Эта местность дает крайне мало материала для определения возраста каолинизации. Каолинизированы здесь альгонские породы, и прикрываются каолины миоценовыми осадками и лавами. Из описаний (Wilson, 1934) неясно, каолинизируются ли молодые (неопределенного возраста) граниты, секущие докембрийскую серию. Месторождения Невады, повидимому, послемеловые, но генезис их неясен.

Выводы по возрасту каолинов и условиям, необходимым для образования мощной почвы

Рассматривая диаграмму (фиг. 73) и материалы, положенные в ее основу, нами кратко изложенные, можно совершенно четко определить, что интересующий нас континентальный перерыв, во время которого могла образоваться элювиальная каолиновая толща, имеет самую разнообразную продолжительность, захватывая иногда весь палеозой, а иногда — почти весь мезозой и кайнозой или, что чаще, значительную часть того и другого. Но для всех случаев имеется весьма характерная особенность: в перерыв, соответствующий времени каолинизации, обязательно входит эпоха верхов верхнего триаса и самых низов лейаса.

Поскольку при составлении диаграммы (фиг. 73) использована почти вся литература, в которой описываются каолиновые месторождения центральной части Северного полушария, наше заключение относится ко всей этой территории.

Из этого обзора можно вывести еще одно заключение, имеющее весьма важное значение для суждения о природе каолиновой толщи, а именно, что продолжительность континентального перерыва, в течение которого

могло происходить выветривание, не сказывается существенным образом на характере образовавшейся коры выветривания.

Как на докембрийских гранитах Алтая или на синхронных им породах Северной Каролины, на поверхности которых отсутствуют какие-либо последующие осадки, так и на каменск-уральских порфиридах рэты, прикрытых нижнемеловыми — верхнеюрскими бокситами и глинами, и на дебрицких (пермских) порфиридах Галле и Мейсена, только кое-где прикрытых отложениями олигоцена, мощность каолиновых толщ, несмотря на колоссальные различия во времени возможной каолинизации, измеряется примерно одной величиной: десятками, сотней метров.

Рассчитывать на большее, чем это указывалось, уточнение возраста эпохи выветривания в каждом отдельном случае не приходится. Привычная нам геологическая методика здесь бессильна, так как по самому существу своему элювиальная толща не может содержать датирующей ее возраст фауны и, будучи образована в эпоху континентального существования местности — эпоху перерыва фаунистически охарактеризованных отложений, сопровождается синхронными осадками.

Тем не менее, полученные закономерности весьма существенны, и если их сопоставить с общими представлениями об истории земли и о сущности процесса выветривания, то представляется возможным подойти к более точному определению и возраста эпохи выветривания, и самой природы выветривания толщ.

Из общих представлений о почве и выветривании важны следующие положения:

1. Образование выветрелой толщ почвы является процессом геологически крайне быстрым.

2. Образование каждой почвы является процессом однопоточным — непрерывным; в случае, если изменение условий прервет развитие данной почвы, то новая почва развивается независимо от старой.

3. Почва определенного типа — региональное образование.

4. Мощность почвы в каждый данный момент является результатом: а) продвижения ее в глубину (что является функцией скорости химического выветривания и времени существования данной почвы); б) скорости эрозии почвы; в) уровня грунтовой воды.

Положения эти общепризнаны, достаточно элементарны и разбираются в основных справочниках по почвоведению, однако поскольку мы применяем их в несколько необычном случае, нам придется на них несколько остановиться.

Скорость образования почвы. Возраст почвы может быть самым различным, начиная от почв, образовавшихся на наших глазах, например на искусственных насыпях и выемках грунта и т. п., и до почв, насчитывающих тысячелетия своего существования. Для Европейской части СССР как максимальный, повидимому, можно принять период почвообразования со времени последней ледниковой эпохи. Так как почвы развиваются здесь на последлениковых отложениях, возраст их в этом случае не может быть более 10—15 тысяч лет, при средней мощности порядка 1—1,5 м, т. е. прирост не менее сантиметра в столетие. Производились и более объективные определения возраста почвы. Так, Рупрехт (цит. по Захарову, 1931, стр. 301) наблюдал на курганах близ г. Седнева в б. Черниговской губ. чериоземы от 15 до 28 см мощностью. Курганы, по его данным, относились ко времени нашествия Батыя и имели возраст около 600 лет — рост почвы около 2,5—4 см в столетие. Докучаев (1883) на руинах старолadoжской крепости наблюдал буровато-дерновую почву мощностью 10—12 см. Так как возраст стены был около 870 лет (постройка 1116 г.), то скорость

роста можно считать примерно 1.0—1.3 см в столетие. В общем все эти цифры одного порядка;¹ иначе говоря, стометровая почвенная толща, при условии, что развитие почвы будет идти с той же скоростью, что и в Европейской части СССР, потребует для своего образования около миллиона лет. Цифры эти скорее преувеличены в 2—3 раза, нежели преуменьшены. Во всяком случае порядок цифр будет таков, и для образования мощнейшей толщи выветривания типа описанной выше «каолиновой толщи» потребуется, чтобы благоприятные для ее образования условия просуществовали и сохранились бы постоянными в продолжение только одной пятидесятой или, как максимум, одной двадцатой всей продолжительности юрского периода.

Одновременность образования почвы. На этот счет имеется определенное высказывание К. Д. Глинки (1932, стр. 469): «Предположим, что в какой-либо области земного шара процесс почвообразования начался хотя бы в третичную эпоху и протекал непрерывно до настоящего времени. Если условия почвообразования с начала до конца были одни и те же, то почва во всей своей массе будет носить совершенно одинаковые черты. Если же условия изменялись, то нижние горизонты почвы могут нам представить совершенно иные черты строения, чем верхние. Говоря иными словами, мы будем иметь в этом последнем случае как бы две различные налегающие друг на друга почвы. Верхняя дает представление о современных условиях почвообразования, нижняя — об условиях древних». Таким образом нижняя, более древняя почва является как бы материнской породой для более новой.

Региональность почвы. Почва образуется в результате воздействия на горную породу климата и характера растительности, затем рельефа, общей влажности и т. д. Как следствие этого, почвы определенного типа пользуются крупным региональным распространением. Даже в настоящую эпоху крайней пестроты рельефа и климатов почвы различных типов образуют достаточно крупные поля и полосы, в результате чего современная почвенная карта, несмотря на кажущуюся пестроту, имеет вполне закономерный и стройный облик.

Если же мы будем рассматривать иные геологические эпохи, рельеф и климат которых был более постоянным, то естественно ожидать и большего регионального постоянства почвы того времени.

¹ Еще некоторые данные приводятся Земятченским (1938), но основаны они на значительно более малых периодах времени, а именно (табл. 73):

Т а б л и ц а 73

Скорость роста почвы

Место и тип почвы	Мощн. (в см)	Число лет	Скор. роста почвы в 100 лет (в см)
1. Почва, образовавшаяся на известнике бывшего поля замка „друины Клама“ по Триестской дороге	15—16	500—600	2.5—3.0
2. Там же на бывшей стене	7—9	»	1.2—1.8
3. Развалины замка „Раухенерк“ близ Бадена	10—11	»	2.0
4. Феодосийская крепость, на стене	10	»	2.0
5. На ферме близ Липецка, на иле, вывезенном из озера	4	20	10.0
6. Там же, на песке	1	30—35	3.0
7. Бузулукский бор, канава в песке	2—2.5	50	4.0—5.0
Среднее			3.5—4.0

Мощность почвы. «Рассуждая теоретически, измерение мощности почвы и отдельных ее горизонтов может дать нам в руки суждение о сравнительном возрасте изучаемых объектов, о степени выраженности того или иного почвообразовательного процесса, иногда о количественном содержании в них веществ, которые, накапливаясь, создавали эти горизонты, и т. д. Однако в действительности ряд приводящихся условий часто отнимает у нас возможность логически связать степень выраженности описываемого морфологического признака с возрастом, составом и жизнью данного почвенного образования... Тем не менее — при осторожном и осмотрительном отношении к делу, при внимательном учете всех окружающих данную почву естественно-исторических условий — характеристика описываемого признака может, конечно, дать в руки ряд ценных указаний на те стороны почвообразовательного процесса, о которых мы только что говорили» (С. М. Кравков, 1931, стр. 117).

Почва как поверхностное образование подвергается размыву в первую очередь, и в ряде случаев скорость размыва лимитирует мощность почвы. В условиях горного рельефа почва, в силу особенно усиленного смыва, не может сохраниться достаточно долгое время. Образование мощной почвы возможно только при условии совершенного отсутствия эрозии.

Грунтовые воды ставят предел развитию почвы в глубину, так как сильно разбавляют почвенные растворы; с другой стороны, если движение грунтовых вод совершается медленно, то эти воды могут превратиться в подобие почвенных растворов и явиться почвообразующим агентом. Если выветриванию подвергаются плотные кристаллические породы, то грунтовые воды могут опускаться по мере раздробления материнской породы в процессе выветривания.

Условия, необходимые для образования мощной толщи выветривания. Резюмируя разобранные выше положения, можно сказать, что для образования мощной элювиальной толщи, подобной каолиновой древней коре выветривания, необходим ряд специфических условий. Прежде всего, должны отсутствовать эрозия образующейся почвы и отложение на ней континентальных осадков, затем климат и органическая жизнь должны быть однородны на всей той территории, на которой образовывалась данная элювиальная толща. Кроме того, все эти моменты должны существовать непрерывно в течение некоторого, достаточно длительного времени: порядка 500 тыс. — 2 млн. лет.

Обзор геологической истории верхнего палеозоя и мезозоя с точки зрения возможности образования мощной элювиальной толщи. Как известно, в течение карбона и перми имели место наиболее сильные орогенетические фазы герцинского тектонического этапа. Как следствие этого рельеф поверхности суши был весьма непостоянным и сложным, размыв и переотложение коренных пород и образующихся на них почв — весьма энергичным; почвы этого времени не могли быть мощными, и не имелось предпосылок для их сохранения в течение долгого срока.

В начале триаса заканчиваются последние тектонические подвижки герцинского этапа складчатости, и господствующим геологическим процессом, происходившим на поверхности, становится усиленный размыв образовавшихся ранее горных сооружений. Почвы этого периода не могут быть также достаточно мощными и устойчивыми.

К концу триаса размыв, повидимому, заканчивается, с образованием громадных равнинных — пенепленизированных площадей, занимавших почти всю тогдашнюю сушу. Пенеплен этот в максимальном своем развитии, очевидно, мог удержаться только до начала нижней юры — первых фаз древнекимерийской складчатости, начавшей собой новый, аль-

пийский этап тектонической активности. Время существования единого однородного пенепплена при отсутствии отложения и размыва и постоянных климатических условиях, конечно, является наиболее благоприятным для развития мощной почвенной элювиальной толщи.

В течение юры местами сохраняются остатки предыдущего пенепплена, но имеются уже и значительные неровности рельефа. Многочисленные тектонические подвижки приводят к трансгрессии моря и накоплению в ряде мест достаточно мощных осадков. Условия почвообразования явно менее благоприятны, чем на предыдущем этапе, хотя на местных равнинах — остатках пенепплена — и могут образовываться сравнительно мощные почвы, но как образующиеся в новых условиях они должны формироваться независимо от ранее образованных.

В послеюрское время мы не имеем сколько-нибудь длительного и более или менее общего периода покоя. Рельеф в ряде случаев весьма изрезан. Условия почвообразования пестры, местами возможны благоприятные условия для накопления элювиальных толщ, но явно местного характера.

Таким образом, теоретически следует признать, что наиболее благоприятные условия почвообразования для всего Северного полушария были в конце триаса — начале юры; несколько худшие — в течение юры; местные небольшие накопления элювия вероятны и после юры.

Возраст каолиновой толщи. Время теоретически наиболее благоприятного почвообразования приходится на конец триаса — начало юры; непосредственный анализ фактических данных по каолиновым месторождениям Северного полушария, приведенный выше, показал, что это время обязательно входит в континентальный перерыв, к которому приурочено каолинообразование. Естественно предположить, что это и есть время образования каолиновой толщи. Иначе говоря, каолиновая толща представляет собой почву верхнетриасового — нижнеюрского пенепплена. Чрезвычайно большая мощность ее и большое постоянство — следствие весьма специфических, не повторявшихся в истории земли условий, существовавших во время этого периода покоя.

Для образования сверхмощной каолиновой почвы в течение этого крайне незначительного, в геологическом смысле, периода времени вполне достаточно.

Условия громадного пенепплена, занимающего почти всю территорию северных Евразии и Америки, несомненно, создали совершенно специфические условия для процесса почвообразования; представить их в современных условиях весьма трудно. Возможны только некоторые более или менее обоснованные догадки.

Прежде всего, совершенно иначе мы должны представлять себе водный режим почвы на пенепплене: поверхностный сток крайне замедлен, замедленно и движение грунтовых вод; возможны застойные воды. Отсутствие высоких хребтов, задерживающих метеорные воды, должно создавать более или менее однообразный климат и равномерную влажность на всей территории, что, в свою очередь, создает весьма благоприятные условия для сплошного и однородного развития растительности и, как следствие этого, должно привести к однородности почвы.

Громадную роль в части сохранения мощности почвы безусловно играет отсутствие, в условиях пенепплена, сноса образовавшейся верхней части почвы (эрозии почвы).

Некоторым доказательством наших воззрений может служить история развития растительного мира. Как известно, нижняя юра и верхний триас являются одним из трех этапов в истории земли, когда происхо-

дило накопление растительных остатков с образованием угольных месторождений, что, безусловно, свидетельствует о бурной растительной жизни. Согласно нашим представлениям, накопление это происходило не в самый максимум развития растительной жизни на земле, когда пенеплен не создавал благоприятных условий для сохранения отмершей растительности, а в начале или в конце эпохи полной пенепленизации, когда могли образоваться на поверхности земли впадины, служившие коллектором углистого вещества.

В промежутке же, в эпоху полной пенепленизации, громадное количество отмирающего растительного материала гнивало на месте, давая начало мощной подстилке гниющих растительных остатков (подобной современной лесной подстилке) и большому количеству почвенных органических растворов, под воздействием которых и создавалась сверхмощная каолиновая почва.

Однородность этой почвы повсеместно на Северном полушарии и каолиновый ее состав хорошо согласуются с однородностью растительности в период верхнего триаса и юры. Условия пенеплена, приведшие к образованию почвы, отсутствие горных преград для развития и продвижения флор и т. д. сказались и на видовом составе растительности.

В полном согласии с нашими взглядами на развитие верхнетриасовой — нижнеюрской почвы находятся следующие цитаты из сводки Принады по мезозойской флоре Сибири (1941): «Различия рэтских флор к началу юры начинают сглаживаться, и в течение этого периода на всем земном шаре устанавливается однообразная флора» (стр. 30). «Анализ видового состава сибирской флоры показывает, что в него входят древовидные или кустарниковые растительные формы с опадающей листвой, то сбрасывающие листья поодиночке (*Ginkgo*, *Sphenolacra*), то целыми пучками (*Phoenicopsis*, *Gzekanowsky*); очень возможно, что эти древесные или кустарниковые формы образовывали сплошные лесные насаждения» (стр. 36). «Если растения, характерные для рассматриваемой области (Сибирь), действительно образовывали сплошные лесные насаждения наподобие современной тайги, где сравнительно немногие растения составляют обширные леса, простирающиеся вдоль почти всего материка, то станет вполне понятным, что такие лесные массивы могли долго сохранять неизменным свой видовой состав» (стр. 36).

Сравнение мезозойского и современного выветривания

Крайне интересно сравнить, хотя бы в виде грубой схемы, изученную нами сверхмощную нижнетриасовую — верхнеюрскую каолиновую почву с современными почвами. Естественно, что количественные различия в мощности вызовут и некоторые качественные различия между ними, но в целом процесс должен идти в обоих случаях в одном направлении.

Важнейшим результатом большой мощности нижнетриасовой — верхнеюрской сверхмощной почвы было то, что при выветривании достигнуто было в каждой зоне более или менее полное равновесие. Здесь минеральные продукты выветривания крайне редко встречаются совместно с исходными минералами, и совершенно четко выделяются отдельные зоны выветривания: каолинитовая, гидрослюдистая и т. д. Совершенно иное мы видим в современных почвах. По всему почвенному профилю, как правило, встречаются обломки легко выветривающихся минералов материнской породы: полевых шпатов, слюд и т. п., что свидетельствует о том, что равновесие здесь не было полностью достигнуто. Этим же

можно объяснить одновременное нахождение каолинита и гидрослюда или этих последних и монтмориллонита, обычно отмечающееся в работах по минералогии почв. Теоретически такое положение вполне понятно. Выветривание идет преимущественно вдоль трещин минерала, постепенно переходя в части кристалла, удаленные от трещин (фиг. 69, 70); чем больше зерно и чем меньше в нем трещин, тем дольше оно сохранится в свежем виде при прочих равных условиях. За небольшой срок существования современной почвы крупные зерна минералов материнской породы не успели разложиться нацело.

Полностью выветрелыми, очевидно, являются только мелкие частицы почвы, которые и отвечают условиям, господствующим на том или ином горизонте. С этими мелкими фракциями почв, повидимому, правильно будет сравнивать наши месторождения.

Состав почвенных глинистых компонентов стал изучаться только в последние годы, когда развились полностью методы изучения тонкодисперсных веществ. Не касаясь многочисленной литературы, посвященной изучению глинистой составляющей почв, укажем только на новейшие работы Л. Т. Александера (1939), Брэдфильда (1936) и И. Д. Седлецкого (1945), в которых дана наиболее поздняя сводка по составу глинистой части почв по отдельным типам.

Вопреки господствовавшему долгое время мнению, оказалось, в результате указанных исследований, что каолинит является в общем достаточно редким минералом и присутствует только в составе почв, обладающих кислой реакцией, что в общем согласуется с лабораторными опытами Нолля (Noll, 1934, 1936₂) и Нортон (Norton, 1927, 1941).

И. Д. Седлецкий, подвергший рентгеновскому и термическому изучению несколько десятков разнообразных почв, принадлежащих к главнейшим почвенным типам и развившихся на различных породах: гранитах, серпентинах, андезитах и различных суглинках, доказывает, что каждому типу почв соответствует особая парагенетическая ассоциация дисперсных минералов, не зависящая в пределе от материнской породы. Каолинит им указывается уверенно только в группе подзолистых почв и в латеритных (красноземных) почвах. К сожалению, много в этой работе спорного и неясного. Не доказательно для нас, в частности, положение об отсутствии зависимости между образовавшейся почвой и материнской породой: в нижних горизонтах почв, и по материалам Седлецкого, материнская порода чувствуется совершенно определенно. Так, в подзолистых почвах, образовавшихся на элювии серпентинитов Урала, в нижних горизонтах появляется нонтронит. В подобных же почвах, образовавшихся на покровных суглинках, состоящих в основном из монтмориллонита, появляется этот последний, и т. д.

Несмотря на отмеченные неясности, некоторые выводы Седлецкого могут быть приняты; в частности, повидимому, справедливо указание на присутствие каолинита в подзолистых почвах и монтмориллонита в степных, что отмечается также Александром (1939). Каолинит, но уже совместно с свободными окислами глинозема, в тропических почвах отмечается постоянно (С. Фох, 1930).

Так как, исследуя мезозойскую сверхмощную почву, мы имеем дело с мертвой почвой, то, следовательно, нельзя рассчитывать на нахождение в ней растворимых соединений и органических составных частей (гумуса). Таким образом для суждения о типе почвы нам остается только минералогический состав силикатной части. В этом отношении аналогом мезозойских почв являются, с одной стороны, подзолистые (лесные) почвы средних субтропических широт, а с другой — нижние горизонты

латеритного профиля тропических почв. Возможно, что в мезозойской сверхмощной каолиновой почве имеются представители и того, и другого типа образований. Нигде, однако, в пределах Урала нами не были встречены первичные (элювиальные) образования, содержащие свободные окислы алюминия; нет указаний на нахождение их и в многочисленной литературе, посвященной описанию каолиновых месторождений всей Евразии. Отсутствие это, вероятно всего, объясняется тем, что свободные окислы глинозема здесь и не образовывались. Эрозионные остатки выветрелых толщ в ряде случаев настолько мощны, что бокситовые горизонты латеритного профиля, если бы они здесь существовали, должны были бы сохраниться.

Аналогичное положение наблюдается и в северной части Северной Америки, и только в Арканзасе в одном случае отмечается переход каолинов, образовавшихся на нефелиновом сиените, вверх в бокситы.

Встречающийся часто в толще элювия горизонт железных руд (частью в виде сплошных руд, частью в виде железистых желваков) может быть отчасти параллелизован с ортштейном, хотя сравнительно с общим распространением каолиновых образований распространение подобных руд относительно невелико.

При суждении о климатических условиях образования сверхмощной мезозойской почвы следует учесть, что последняя развита в обоих — западном и восточном — полушариях на довольно больших разностях широт.

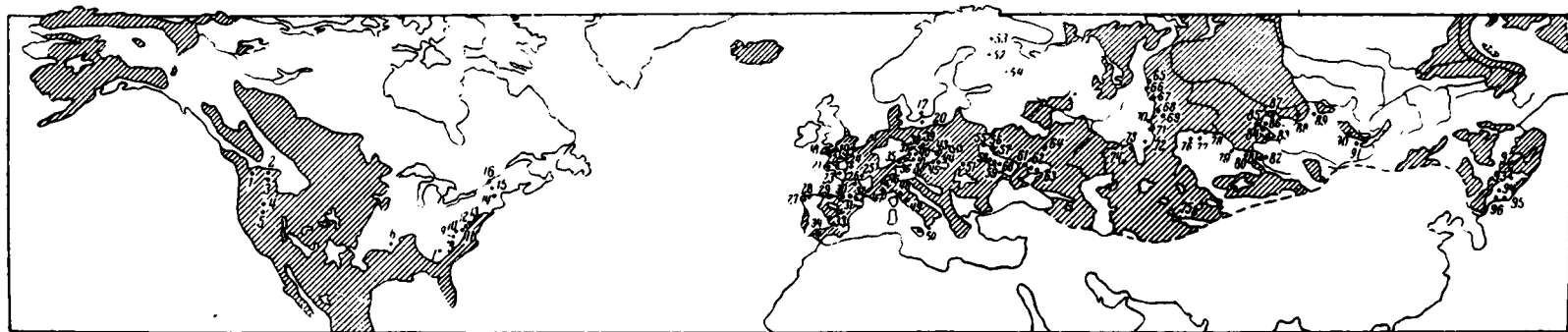
Распределение месторождений каолина

На прилагаемую карту (фиг. 74) нанесены важнейшие из известных в настоящее время каолиновых месторождений Северного полушария. Хотя по условиям масштаба не удалось нанести сюда всех точек каолинопроявления, тем не менее, общие закономерности распределения каолиновых месторождений выявляются с достаточной четкостью. На карту эту нанесены также и геологические границы: а) области развития пород докембрия и палеозоя и б) области развития мезозойских и кайнозойских пород. Приуроченность каолиновых точек к местам выходов на поверхность палеозойского или докембрийского фундамента и преимущественное их расположение вблизи контакта последнего с прикрывающими его отложениями мезозоя и кайнозоя видны совершенно ясно.

Эта особенность распространения каолинов находится в полном согласии с установленным нами возрастным положением эпохи каолинизации. Мезо-кайнозойские отложения, очевидно, играли роль защитного покрова, предохранявшего каолиновую толщу от наиболее интенсивной эрозии последних геологических периодов.

Условия эрозии и сохранности верхнетриасовой — нижнеюрской сверхмощной почвы

Отсутствие признаков интенсивного выветривания на поверхности юрских и меловых отложений в тех местах, где седиментация их сменялась условиями, благоприятствующими выветриванию (отсутствие осадкообразования и размыва, как, например, на Урале, Борнхольме, в некоторых сибирских бассейнах и, повидимому, частично в прибрежной полосе США), свидетельствует о том, что процесс образования сверхмощной почвы прекратился довольно резко. Заключение это находится в полном



Фиг. 74. Важнейшие каолиновые месторождения Северного полушария.

1 — Тейлок; 2 — Майна-Пик; 3 — Моску-Пик; 4 — Ловетлок; 5 — Орнана; 6 — Литл-Рок; 7 — Унион-Пойнт; 8 — Вебстер; 9 — Аббевил; 10 — Ричмонд; 11 — Чатам; 12 — Розеленд; 13 — Калвертоун; 14 — Вланд-Форд; 15 — Берлингтон; 16 — Сан-Реми; 17 — Ифо; 18 — Сент-Аустел; 19 — Ле-Пье; 20 — о-в Борнхольм; 21 — Дауляс; 22 — Югон; 23 — Илимей; 24 — Понт-Персе; 25 — Эхасье; 26 — Сент-Ирис; 27 — Вивера; 28 — Бюрело; 29 — Гуарницо; 30 — Лухоса; 31 — Лабасье; 32 — Мерсус; 33 — Ла-Пуэбло; 34 — Гуилена; 35 — Штутгарт; 36 — Гиршау; 37 — Тиршенреут; 38 — Галле; 39 — Мейсен; 40 — Цеттлих; 41 — Пльзен; 42 — Пассау; 43 — Саароу; 44 — Четебор; 45 — Цним; 46 — Фросано; 47 — Кева; 48 — Монта-Катинья; 49 — Пальфа; 50 — Патта; 51 — Странани; 52 — Пуолани; 53 — Саукоски; 54 — Соалакти; 55 — Бильчаки; 56 — Кьянка; 57 — Лозовики; 58 — Глуховцы; 59 — Турбов; 60 — Райки; 61 — Славгородок; 62 — Белая Балка; 63 — Новоселицы; 64 — Буйлово; 65 — Преображенка; 66 — Белна; 67 — гора Высокая; 68 — Косулино; 69 — Соколовское; 70 — Кыштым; 71 — Кочнар; 72 — Теренсай; 73 — Халилово; 74 — Мугоджарское; 75 — Ангрен; 76 — Яблоневское; 77 — Боровое; 78 — Трофимовское; 79 — Мойское; 80 — Улькун-Чагыльское; 81 — Секисовское; 82 — Голушинское; 83 — Солтонское; 84 — Черепановское; 85 — Евсинское; 86 — Черемичкино; 87 — Жарновское; 88 — Зельдееское; 89 — Балайское; 90 — Хайтинское; 91 — Слюдянское; 92 — Казакичевское; 93 — Розенгартовское; 94 — Мучпал; 95 — Пуятинское; 96 — Ходжаевское.

Заштрихованы области развития мезозои и кайнозои.

согласии с высказанными выше соображениями о геологической краткости периода каолинообразования; все это делает мезозойскую каолиновую толщу довольно удобным датирующим горизонтом.

Поверхность каолиновой толщи является таким образом как бы законсервированной поверхностью верхнетриасового — нижнеюрского пенеплена. Разобранная нами выше зональность каолиновой толщи Урала (см. стр. 148), выдерживающаяся, повидимому, и на всей остальной территории ее развития, позволяет нам, кроме того, судить и о количестве и мощности снесенного после нижней юры материала в каждом отдельном случае, подобно тому как то было сделано нами на примере уральских каолиновых месторождений.

В общем на платформах в ряде мест размыв этот был крайне незначителен (ср., например, почти сплошное развитие каолиновой толщи в Кузнецком Алатау, в Казахстане, а также в области Пьемонта и Аппалачей в США). Нормальный домеловой (донижнетретичный) размыв очень невелик. Доказательством может служить сохранение почти всей толщи под отложениями мезо-кайнозоя восточного склона Урала, в части Донбасса и т. д. Наиболее интенсивный размыв, повидимому, приурочен к времени ледниковых периодов, когда снесена была почти вся каолиновая толща в пределах Канады и Фенноскандии. Здесь она сохранилась только в некоторых местах, будучи защищена от размыва мезозойскими и кайнозойскими осадками (южная Швеция, о-в Борнхольм), или в глубоких языках между выступающими частями более плотных пород (Финские месторождения, месторождения Канады и т. д.)

Заключение о генезисе и природе элювиальной каолиновой толщи

Все описанные каолиновые месторождения северной и центральной частей Северной Америки и Евразии, вместе с остальными проявлениями древней коры выветривания на этой же территории (никелевые и железные элювиальные руды), являются, по нашему представлению, эрозионными остатками единой сверхмощной почвы каолинового облика, образовавшейся на поверхности громадного верхнетриасового — нижнеюрского пенеплена.

Особенности этой сверхмощной почвы, отличающие ее от современных почв, являются следствием весьма своеобразных условий, господствовавших в момент ее образования. Важнейшие из этих условий следующие: отсутствие эрозии почвы, отсутствие интенсивного грунтового и, особенно, поверхностного стока, мощная однородная органическая жизнь. Постоянство климата и прочих условий на большой территории привело к чрезвычайной устойчивости типа образовавшейся почвы; различия в ней обуславливаются исключительно характером материнской породы. Относительно длительность периода ее образования и благоприятные условия привели к громадной, 100—300 м, мощности, полному перерождению слагавших материнскую породу силикатных минералов и к большой четкости отдельных минералогических зон (генетических горизонтов).

Первые фазы нового тектонического цикла уже в начале юры изменили рельеф поверхности суши того времени и тем самым, повидимому, прекратили дальнейший рост сверхмощной почвы. В некоторых местах, где сохранились остатки пенеплена, могли существовать условия, благоприятные для почвообразования; вероятнее, однако, что старая почва при этом все же в результате изменения условий прекращает свой рост, и новая почва, равновесная с новыми условиями малого пенеплена, обра-

зуются на старой как на материнской породе, изменяя ее первоначальный профиль. Так, повидимому, должны быть объяснены неоднократно описывавшиеся Гинзбургом для никелевых месторождений Урала процессы наложения профиля.

По своему составу и облику сверхмощная верхнетриасовая — нижнеюрская почва наиболее близка к подзолистым почвам современности.

Допуская широкое распространение остатков мезозойской сверхмощной почвы, мы отнюдь не считаем, что подобные почвы — коры выветривания — не могли образоваться в другие этапы жизни земли. Так, тектонически к условиям начала юры весьма близки условия, существовавшие в начале девона; однако до сих пор мы не имеем никаких более или менее уверенных указаний на существование в это время элювиальных толщ. Местные, довольно мощные, но, конечно, намного уступающие в мощности мезозойской почве, коры выветривания, повидимому, образовывались в течение некоторых этапов третичного периода.

4. ГЕНЕЗИС ОСАДОЧНЫХ БЕЛЫХ ГЛИН

Осадочные глины как мелового, так и третичного времени представляя собой озерные континентальные осадки, как это видно из всего характера глиняных линз и из взаимоотношений их с окружающими песками. В некоторых случаях в западных глинах пределы такого озера, возможно, ограничивались карстовой воронкой. В восточных месторождениях те же озера имели крупные площадные размеры при небольшой глубине (Увельки, Бускуль) или характер небольших стариц (Смолино-Синеглазовская группа).

Озерное происхождение глинистых образований признается всеми исследователями. Иначе обстоит дело с характером отложения глинистого материала в озерном бассейне. На этот счет существуют две самостоятельные и резко различные точки зрения.

Согласно первой из них, каолинит, возникающий в толще выветривания, при размыве последней переносился в виде каолинитового песка и каолинитовой муты в озерный водоем и здесь отлагался. Озеро, таким образом, являлось в данном случае только спокойным местом, где речная муть могла осесть на дно, причем ни характер озера, ни прочие условия осаднения не должны были сказаться на характере осадка.

Согласно второй точке зрения, при размыве выветрелой толщи возникла не только муть, но и настоящие или коллоидные алюмосиликатные растворы, из которых в озерном водоеме высаживалось в виде химического осадка то или иное глинистое вещество. В этом случае характер озера, реакция его воды, наличие кислорода и органики в нем контролировали процесс осаднения, обуславливали тот или иной характер глинистого осадка.

Нам представляется, что обе точки зрения справедливы в известных пределах.

Наличие в осадочных глинах каолинитового песка и каолинитовой муты микроскопическими исследованиями доказывается совершенно определенно. При описании осадочных глин мы подчеркнули присутствие довольно значительных количеств крупных каолинитовых листочков, пронизанных сеткой железистых окислов или сеткой сагениита, что свойственно псевдоморфозам каолинита по биотиту. Допускать возможность образования этих псевдоморфоз на месте их современного залегания в осадке нет никаких оснований, выветривания

глинистых осадков не происходило, или оно было весьма слабым, так как здесь сохранились такие легко выветривающиеся минералы, как полевой шпат, пирит, сферосидерит, а также и биотит. С другой стороны, в элювиальных каолинах псевдоморфозы каолинита по биотиту встречаются в весьма больших количествах. Все это говорит о том, что эти листочки — псевдоморфозы — перенесены в осадок в «готовом» виде из размывшегося элювия. Особенно богаты такими продуктами переноса слои глин типа белкинской «Пешки», которые, с этой точки зрения, можно назвать вторичными, переотложенными каолинами. Скоплением переотложенного материала являются слои слюдистых глин.

Глину в качестве химического осадка данного озера, как первичное образование, рассматривал академик А. Д. Архангельский (1937), в особенности много занимавшийся вопросами происхождения бокситов, генетически связанных с глинами. Так как глина представляет собой фациальную разновидность бокситовой толщи, то все соображения А. Д. Архангельского в отношении генезиса бокситов могут быть отнесены и к глинам. Общность происхождения глин и бокситов, фациальная приуроченность их к разным участкам единого материнского водного бассейна совершенно отчетливо следует также и из данных Б. Ф. Федорова (1935, 1937), А. Л. Яншина (геологическая карта Урала, 1939) и др. То же обстоятельство подчеркивается и существованием в типичных месторождениях глины разностей, промежуточных между глинами и бокситами, типа глинистых бокситов, куда относится наш образец № 445.

А. Д. Архангельский (1937, стр. 472) считал, что «бокситы возникли в результате осаждения минералов их из водного раствора в условиях озерного режима, подобно осаждению озерных железных руд». Одним из основных аргументов, с нашей точки зрения вполне доказательным, являлось для него то, что «первичных накоплений окислов железа, алюминия и титана в коре выветривания никогда не было, да, повидимому, и быть не могло». Заключение это соответствует и нашим материалам. Таким образом наличие бокситов и фациальных переходов их в каолиновые глины доказывается: а) существованием алюмосиликатных растворов в озерных бассейнах, отлагавших глину; б) зависимостью характера глинистого осадка от условий отложения.

Дополнительные доказательства в пользу означенного воззрения следующие:

1. Монотермитовый состав отдельных третичных глин. Монотермит как таковой совершенно не отмечается в элювиальных месторождениях.

2. Структурное своеобразие глинистых агрегатов в осадочных глинах, преобладающее спутанно-волокнистое и мелкочешуйчатое их строение, в противоположность крупночешуйчатым каолинитам и гидрослюдам, характерным для элювиальных глин.

3. Отсутствие сплошных гидрослюдистых осадков, тогда как в элювии они имеют весьма значительное распространение.

4. Отсутствие или малое количество железа в осадочных огнеупорных глинах. Рассматривая элювиальные глинистые толщи, мы видели, что маложелезистые каолиновые разности образуют в них весьма небольшие площади, преобладают же в толще элювия пестроцветные, желтые и, в особенности, красно-фиолетовые разности; механическая смесь таких образований, несомненно, дала бы значительно более высокое содержание окислов железа, чем это наблюдается в действительности. Предположить, что бассейн каждого из озер, в которых отложилась огнеупорная глина, размывал только маложелезистые породы, невозможно. Анализируя состав микроэлементов уральских глин, мы доказали почти постоян-

ное присутствие в осадочных глинах таких типичных элементов основных пород, как хром, кобальт, никель, а в третичных глинах, кроме того, меди, свинца и тому подобных элементов рудных жил. Все это с несомненностью показывает, что размывался бассейном каждого озера самый разнообразный материал, в том числе и сильно железистый (основные породы и продукты их выветривания), при отложении же происходила дифференциация этого материала и отлагался уже безжелезистый каолинит.

5. Что, действительно, состав размывавшихся выветрелых пород мало влиял на характер глины, вытекает и из последовательности напластования. Так, в Белкинском месторождении в основании продуктивной толщи залегают слюдястые глины — явный продукт механического перетолжения слабо выветрелых пород; выше их следуют маложелезистые огнеупорные глины. Если бы имел значение характер размываемых пород, то была бы совершенно иная картина; сначала отложились бы продукты наиболее высоких горизонтов выветривания — каолиновые минералы, а на них легли бы слабо разложенные породы.

Судя по обилию органического вещества в глинах и по наличию в них марказита, сферосидерита и т. д., надо полагать, что озера, в которых происходило их отложение, представляли собой сравнительно заболоченные водоемы с кислой и восстановительной средой: пресноводные в мезозое и во время отложения средних горизонтов продуктивной толщи Смолино-Синеглазовской группы и более богатые солями и менее заросшие в более позднее время.

Наши взгляды на образование осадочных каолиновых глин, на основании всего этого и разобранный выше материала по Уралу, могут быть сведены к следующим пяти кратким положениям:

1. Среди каолинового материала, слагающего белые глины, отчетливо выделяются: а) кластический каолинит, образовавшийся на суше в результате процессов каолинового выветривания и перенесенный в водоем в готовом виде; б) аутигенный каолинит, образовавшийся в водном бассейне. Соотношением количества терригенного и аутигенного каолинита определяются свойства того или иного пласта глины. Преобладание первого приводит к образованию малопластичных разностей типа «Пешки» и отбойной глины, преобладание второго дает обычные пластичные глины.

2. Характер аутигенной глинистой составляющей белых глин определяется условиями седиментации и характером бассейна, в котором происходит отложение глины (фациальные переходы каолиновых глин в гиббситовые, каолинитовых — в монотермитовые и т. д.).

Образование аутигенных каолинитовых глин характерно для водоемов, богатых органическим веществом (мезозойские глины, средние части пласта смолино-синеглазовских глин и т. д.).

Образование аутигенного монотермита происходит, повидимому, в менее восстановительной среде и требует несколько большей, чем при образовании каолинита, солености бассейна.

3. Железо в условиях седиментации белых глин образует самостоятельные минералы, механически включенные в агрегаты безжелезистых силикатных минералов.

4. Двуокись титана частично связана в виде рутила, образующего сагенитовую сетку в терригенных каолинитовых псевдоморфозах по слюде.

5. Характерна приуроченность каолинитовых и каолин-гиббситовых глин к верхней юре — нижнему мелу, а монотермитовых — к олигоцен-миоцену.

Часть III

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИЗУЧЕНИЯ УРАЛЬСКИХ ГЛИН И КАОЛИНОВ

Перспективы эти мы рассматриваем здесь по отдельности для элювиальных каолинов и для осадочных глин, намечая в заключение и наиболее интересные районы развития тех и других.

Сравнение уральских и зарубежных элювиальных каолинов

Все выделенные выше типы уральских каолинов встречаются, как можно судить из приведенного обзора, также и за рубежом. Неправильно было бы, однако, ставить между ними знак равенства, не все типы, распространенные за границей, встречены на Урале.

Г р а н и т н ы е к а о л и н ы известны, кроме Украины, в Цетлицких и Карлсбадских месторождениях. Сюда же следует отнести и некоторые месторождения Восточной Саксонии, а также скандинавские: Борнхольмское и шведские месторождения. Хотя материал, получаемый из этих месторождений, качественно и считается стандартным, тем не менее, в ряде мест он содержит довольно много окислов железа. Благодаря относительной чистоте в отношении железа самих карлсбадских гранитов гранитные каолины Цетлица являются все же более качественными. Что гранитные каолины в целом не дают идеального материала, следует из того, что в Америке гранитные, в буквальном понимании этого типа, каолины не разрабатываются сколько-нибудь интенсивно; сюда могут быть отнесены только каолины Спокена и Москвы (Айдехо).

Месторождения, образованные за счет жильных пород — аплитов и пегматитов, поставляют главнейшую массу промышленного каолина Америки. Качественно этот каолин не уступает немецкому в отношении своих керамических свойств: белизны черепка и отсутствия примесей. В Европе каолины, образовавшиеся за счет жильных пород, большое значение имеют во Франции, где главная масса каолинов происходит именно из месторождений этого типа.

Каолины, образовавшиеся за счет сланцевых пород, используются промышленностью крайне мало. В Европе они не применяются совершенно. В Америке описываются случаи разработки подобных каолиновых пород. Таково, например, месторождение округа Ричмонд и некоторые другие. Качественная характеристика сланцевых каолинов в целом не очень хорошая. Используется он преимущественно в плохих сортах

огнеупоров и как наполнитель, а также в плохих сортах бумаги и резины.

В Америке для производства обыкновенного строительного кирпича широко применяются первичные глины, образовавшиеся за счет глинистых сланцев, порфиритов и тому подобных железистых пород. На подобных глинах строится кирпичный завод под Свердловском (Шарташ); такие же глины и для тех же целей используются с давних пор Глубочинским кирпичным заводом.

Каолины, образовавшиеся за счет порфиритовых пород, представлены на Урале двумя месторождениями, имеющими весьма посредственный материал. В Германии, напротив, они пользуются исключительно хорошей славой. Каолинизация маложелезистых Дебрицкого и Рохлицкого кварцевых порфиров дала первичные каолины Галле и Мейсена, на которых базируется в основном саксонская фарфоровая промышленность. Ни в других частях Европы, ни в Америке такие каолины, представляющие большую практическую ценность в качестве каолинового сырья, не обнаружены.

Неизвестными на Урале (и вообще в Союзе) остаются еще два типа каолинов, сырье из которых широко применяется в промышленности. Во-первых, каолины, образовавшиеся за счет грейзенов, а во-вторых, каолины, происшедшие за счет аркозовых песчаников.

Каолины, образовавшиеся из грейзенов, дают главную массу сырья в английской каолиновой промышленности; отчасти используются они во Франции (Ле Коллет, департамент Алье). Отсутствие в грейзене железистых минералов крайне благоприятно сказывается на составе получающегося из них каолина. Кроме того, белизна и отсутствие железистых минералов в породе позволяют использовать в керамике и непосредственно сам грейзен. Из известных в промышленных кругах Англии сортов — «china-clay» и «china-stone» — первый приближается или к гидрослюдистым каолинам типа Полетаева или ко вторым сортам еленинского каолина, содержащего наряду с каолинитом и большое количество полевого шпата; второй же, «china-stone», является несомненным продуктом зоны дресвы — типа наших высокогорских пород, с той лишь разницей, что вместо гидратизированного биотита последних содержится в нем мусковит или лепидолит при полном отсутствии магнетита.

Каолины, образовавшиеся за счет аркозовых песчаников, разрабатываются с большим успехом в окрестностях Гиршау и в ряде мест Чехии. Крайне благоприятным фактором является то, что в песчаниках этих полевого шпата был уже освобожден от железистых примесей, и в результате получился весьма маложелезистый каолиновый материал. Что касается количества каолинита в «руде» — сыром каолине, то его здесь крайне мало; даются цифры порядка 10—18%.

Каковы с точки зрения выделенных типов перспективы нахождения высококачественных каолинов на Урале? Мы расцениваем их крайне благоприятно и считаем, что имеются все основания ожидать на Урале открытия любого из намеченных высококачественных типов. Повидимому, маложелезистыми являются граниты Качкаря; отдельные пробы каолинов, которые известны в Качкарских месторождениях, показали, что они качественно не уступают каолинам Цетлица и Борнхольма.

Метод, которым пользуется американская промышленность каолинов: выборочная добыча высококачественного материала, получающегося в результате каолинизации почти не содержащих железистых минералов пегматитовых и аплитовых жил, безусловно, имеет большие перспективы и на Урале. Уже сейчас мы имеем здесь точки, в которых такие каолины

обнаружены и где может быть налажена промышленная добыча. Несомненно, что если на образования этого типа будет обращено внимание, то таковые будут найдены в еще больших количествах.

Грейзенированные зоны на Урале редки. Надежд на нахождение здесь каолинов типа английских «china-clay» и «china-stone» довольно мало.

На каолины, образовавшиеся из аркозовых песчаников, у нас пока не обращалось никакого внимания: слишком мало содержание в них полезного компонента. Однако качество их таково, что постановка поисковых работ была бы целесообразна. Перспективным районом являются Донбасс (девонские отложения) и, может быть, некоторые районы Казахстана.

Что касается каолинов типа мейсенских, то надежд на нахождение их на Урале довольно мало. Породы типа дебрицкого порфира в отложениях палеозоя Урала пока не обнаружены.

Сравнение уральских осадочных белых глин с глинами вне Урала

Проводить такое сравнение по осадочным глинам значительно труднее, чем по элювиальным каолинам. Причина заключается, прежде всего, в большой пестроте осадочных глин. Свойства каждой данной глины определяются не столько преобладающий глинистый материал, сколько примешанные к глине второстепенные минералы и песчаный материал, содержание которых колеблется в широких пределах в зависимости от чисто местных условий и фациального положения глиняного пласта. На примере Смолино-Синеглазовской группы месторождений мы видели, что отдельные самостоятельные линзы, несмотря на почти полное тождество их геологического разреза, давали для промышленности различный технологический материал, в зависимости от степени песчаности и мощности того или иного слоя в каждой данной линзе.

Вторая трудность проистекает из недостаточной нашей осведомленности в отношении минералогии осадочных глин. Мы почти не знаем достаточно четких микроскопических описаний зарубежных их представителей; еще меньше известны их термические кривые. Методика термоанализа, дающего, как мы видели, наиболее надежные результаты в применении к глинам, стала применяться за границей только в самые последние годы (Grim R. E. a. Rowland R. A., 1942).

Все это приводит к тому, что сравнение может быть только весьма приблизительным, базируясь исключительно лишь на отдельных типичных для преобладающего минерала свойствах и, отчасти, химических анализах соответствующих материалов.

Описаний аналогов мезозойских глин восточного склона Урала мы находим в мировой литературе чрезвычайно мало. Наиболее близким аналогом их из месторождений СССР являются латинские глины, для которых указывается определенно каолинитовый состав (80—90% каолинита), песчанистые примеси и новообразования серного колчедана. Более далеких аналогов наших глин мы имеем, может быть, в сибирских хайтинских (узколугских) глинах и каолинах и в балайских глинах, а из заграничных — в глинах формации Тускалоза, в прибрежной части восточных штатов США. Характерны для них подобное же малое содержание щелочей, малая пластичность, высокая глиноземистость и малое содержание железа.

Несколько легче сравнивать с зарубежными глинами уральские третичные глины; грубо говоря, они обладают всеми свойствами типичных

комовых глин («ball-clay»). Отличия их хотя петрографически и не столь существенны, но технологически сказываются чрезвычайно сильно на свойствах глины. Первое и основное отличие заключается в большом количестве окислов железа в уральских глинах; их здесь примерно вдвое или даже втрое больше, чем в лучших комовых глинах Англии (в глинах южного Девоншайра содержание окиси железа около 1%). Рядовые комовые глины южной Англии (Дортсетшайра) или Америки (Теннесси, Кентукки и др.) могут содержать примерно столько же железных окислов, как и наши глины, но они распределены более равномерно и не дают поэтому мушки и выплавок, особенно вредных в огнеупорном и тонко-керамическом производствах. Типичные английские глины обычно более богаты щелочами, что обуславливает их более низкую спекаемость и, может быть, большую пластичность по сравнению с уральскими глинами. Из хорошо изученных союзных месторождений наиболее близки во всех отношениях к третичным уральским глинам неоднократно упоминавшиеся выше часоварские глины Украины, сложенные в основной своей массе также монотермитом; однако и здесь следует сделать оговорку о различиях глин обеих групп, крайне незначительных с петрографической точки зрения, но весьма существенных для технологии глин. Опять-таки в глинах Часов Яра, как и в английских, содержится значительно меньше железа и других примесей, но больше щелочей.

Немногие штрихи, намеченные нами, создают, тем не менее, в общем довольно определенную картину.

Выделенные на Урале типы осадочных месторождений глин достаточно определенно характеризуются с геолого-минералогической точки зрения. Они прослеживаются, на основании литературных данных, и в других районах. Хотя аналогами выделенных типов являются сравнительно крупные и зарекомендовавшие себя в промышленности месторождения, однако специфической особенностью всех уральских глин является их большая загрязненность железом. Вместо требующегося промышленностью содержания не более 1.5% окислов железа, преобладающее количество глин здесь содержит около 2.5—3.0% железа. Причина — либо в особенностях водных бассейнов, отлагавших глину, либо в характере поступавших в них продуктов размыва коренных пород. Общеизвестно, что в пределах Урала основные породы имеют значительно большее распространение, чем, например, на Украине.

Нам представляются поэтому почти безнадежными специальные поиски крупных месторождений маложелезистых огнеупорных глин, например типа Часов Яра. Выявленные аналоги их на Урале (Увелька, Бускуль, Кумак и т. д.) все содержат несколько больше железа. Но в пределах старых, уральских месторождений и, несомненно, в пределах вновь находимых имеются и будут встречаться отдельные небольшие участки или отдельные прослои весьма маложелезистых глин. Выборка этих участков может дать первоклассный материал. В дальнейшем, в зависимости от экономических условий, может решаться вопрос, вести ли выборочную (селективную) эксплуатацию местных месторождений или же получать небольшие количества высококачественных материалов из других мест.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАОЛИНА И ОГНЕУПОРНЫХ ГЛИН НА УРАЛЕ

Как видно из предыдущего и из приложенной карты (фиг. 1), Урал весьма богат месторождениями глин. Всего на прилагаемую карту нанесено около 600 точек глинопроявлений. Обычно глинопроявления

эти сгруппированы в определенные районы, связанные между собой общностью генезиса, а иногда и представляющие части одного и того же тела.

Ниже мы делаем попытку охарактеризовать на основе собранных нами материалов возможности каждого из наиболее важных по глине районов.

Западный склон Урала

Соликамский и Чердынский районы Урала. На поверхности палеозойских пород попадаются местами участки мезозойско-кайнозойских отложений, содержащие прослои белых глин. Как правило, участки эти залегают на водораздельных пространствах и имеют относительно небольшие размеры. Имеющиеся здесь месторождения дают глину низкоспекающуюся, но и низкоогнеупорную, сильно загрязненную углистыми частицами и притом, как правило, сильно запесоченную. Перспективы нахождения новых месторождений в районе маловероятны; это старый горнопромышленный район, постоянно нуждавшийся в глине и железной руде. Проводившиеся здесь поиски вскрыли, повидимому, уже все наиболее крупные точки нахождения глин. Возможно, однако, значительное увеличение запасов в уже известных точках. Наиболее перспективны окрестности Усть-Игума. Поле мезозойских и кайнозойских пород здесь достаточно велико.

Район г. Чусового. Известен ряд глинопроявлений. Все они представляют собой небольшие линзообразные залежи глин среди мезозойских и кайнозойских континентальных отложений. Качество глины иногда достаточно хорошее. Дальнейшие поисковые перспективы мало благоприятны, возможны лишь отдельные линзы с запасами не более нескольких десятков тысяч тонн каждая. Заводы Чусового и Лысьвы — крупные потребители привозных глин.

Вдоль депрессии р. Чусовой. В районе Усть-Утки, в отдельных понижениях палеозойского фундамента, встречаются небольшие месторождения глин.

Как правило, местные глины сильно песчанисты, низкоогнеупорны и малоглиноземисты. Район покрыт детальной геологопоисковой съемкой, и нахождение новых, принципиально иного типа и более мощных, месторождений маловероятно.

На участке Чусовой, в районе железной дороги (Первоуральск, Староуткинский). Известно несколько глиняных участков (Глинское, Пестерихинское, Мокропольское, Битимское и др.); каждое из них состоит из ряда мелких линз, содержащих иногда первоклассные глины; вообще же состав глин довольно пестрый и требует большой сортировки. Район в целом чрезвычайно нуждается в широких исследовательских работах; вполне возможны здесь новые глиноносные участки и, особенно, новые линзы на старых участках.

Бишертский район. Это один из самых старых по глине районов; месторождения в виде мелких линз залегают в депрессиях палеозойского фундамента (карстовых воронках) и в виде более крупных пластовых тел в областях широкого развития континентальных отложений кайнозоя. Во всех случаях глинопроявление имеет место на самых высоких водораздельных плоскогорьях или на хребтовых участках, примерно на одном гипсометрическом уровне. Наличие многочисленных глинопроявлений и малая геологическая изученность района заставляют всячески рекомендовать здесь дальнейшие исследовательские

работы. Качество глин невысокое; преобладают среднеогнеупорные (огнеупорность до 1650—1680°) или тугоплавкие глины, содержащие глинозема, как правило, меньше или около 30%. Спексаемость низкая. Судя по Сединскому месторождению, тугоплавкие глины залегают в верхах глиняного пласта; обильно в глинах органическое вещество; иногда присутствует пирит. Отдельные участки дают глину высокой пластичности и вполне белый черепок.

Многие месторождения сильно попорчены старыми работами.

Междуречье Шуртаны, Иргины, Долгая гора, окрестности г. Красноуфимска. Район начал разрабатываться еще раньше Кишerti и в середине прошлого века снабжал глиной почти всю уральскую промышленность.

Условия залегания те же, что и в Кишerti. Имеется множество старых разработок глин. Систематические геологические работы не проводились, и изученность глин района очень слабая. В качественном отношении рядовые глины района следует считать слабоогнеупорными или неогнеупорными (тугоплавкими). Широкое развитие имеют запесоченные глины, и, параллельно, отдельные участки обладают глинами с совершенно исключительными свойствами: тонкодисперсные, пластичные, высокоглиноземистые (до 33—35% Al_2O_3), низкоспекающиеся (температура спекания около 1100°) и обладают огнеупорностью около 1745—1750°. Возможности района, повидимому, очень велики; кроме многочисленных мелких линз, не исключено наличие крупных тел. В транспортном отношении район расположен довольно удачно. Местное потребление глин невелико (полукустарные заводы метлахской плитки и гончарной посуды). Многие месторождения района попорчены кустарной добычей.

Месягутовский район Башкирской АССР. Местные глины не изучены совершенно. Известны лишь кустарные разработки, с использованием сырья для грубой гончарной посуды. В металлургии глины района употреблялись в крайне незначительных количествах только на Ашинском и Златоустовском заводах. Качество глины не изучено. Судя по немногим отрывочным данным, они должны быть пластичными, низкоспекающимися, не очень высокоогнеупорными (огнеупорность около 1680° в рядовых глинах), со средним содержанием глинозема около 30% и щелочей — 1%. Размеры отдельных линз могут быть довольно крупными.

Судя по описаниям, наиболее интересны Дуванская и Тастубская точки. Транспортные условия района тяжелые: месторождения расположены в расстоянии более ста километров от железной дороги, но доступны для автомобильного транспорта. С геологической точки зрения и в отношении качества, глины заслуживают подробного обследования.

Месторождения дороги Уфа — Златоуст и месторождения Башкирии (по р. Белой). Эти месторождения нами не посещались. Судя по литературе, отдельные месторождения глин по р. Белой достаточно крупные. Геологическая общность этих месторождений с месторождениями Кишертско-Красноуфимской группы несомненна.

Месторождения глины по дороге Аша — Златоуст. Эти месторождения представляют собой, повидимому, небольшие линзы среди пятен мезозоя и кайнозоя на поверхности палеозойского фундамента. Масштабы крайне невелики. Качество глин плохое. Нахождение новых точек маловероятно, поскольку это старый горнопромышленный район, где добыча и поиски глины проводились, причем крупные месторождения вряд ли могли быть пропущены.

Центральная полоса Урала и северные части восточного склона

Самые северные глинопроявления Центральной полосы Урала. Обнаружены в районе Ивделя и по р. Вишере. Во всех случаях это элювиальные глины, образовавшиеся в результате выветривания осадочных пород палеозоя. Судя по описаниям, по р. Вишере встречаются только небольшие пятна выветрелых толщ, тогда как в районе Ивделя зона древнего выветривания имеет широкое распространение. Качество ивдельских месторождений, известных до сих пор, довольно низкое, хотя кое-где на гранитах района можно ожидать встретить и настоящие высококачественные каолины.

Полоса Серов — Сама — Ивдель. Характеризуется обилием выходов мезозойской континентальной толщи, содержащей линзы глин. Сюда относятся глины Белкинского и Денежкинского месторождений и ряд указаний на иные глинопроявления.

Район, безусловно, очень богат глинами и заслуживает самого пристального внимания. Качество глин полосы вполне определенное — это высокоспекающиеся, высокоогнеупорные и высокоглиноземистые глины, содержащие, однако, и углистое вещество и, как правило, пирит.

Район Кушва — Ляля и течения рр. Пии, Юрьи и Салды. Судя по обилию указаний на глины и по многочисленным старым данным, существует здесь два типа глин — элювиальные каолинового облика и осадочные меловые алапаевского типа. Район безусловно заслуживает самых широких исследовательских работ. Главная масса месторождений, приуроченная к контакту мезо-кайнозойских толщ и палеозоя, находится значительно восточнее железной дороги. В районе железнодорожных путей наблюдаются только отдельные и крайне небольшие эрозионные останцы древнего элювия.

Район Нижнего Тагила. Местные глинопроявления неизвестны. В непосредственной близости к Нижнему Тагилу имеются выходы элювиальной толщи, среди которой могут быть встречены участки каолинов и глин, свободных от железа и пригодных для огнеупорного или керамического производства. С другой стороны, для нас несомненно принадлежность «валунчатых руд» горы Высокой к глиносодержащему горизонту континентальной толщи нижнего мела. Подобные же эрозионные останцы глин этой толщи могут быть встречены и в других, более удаленных от горы Высокой местах, где они будут свободны от железистых валунов и смогут найти себе применение в промышленности. Свойства их должны быть подобны свойствам алапаевских и трой-байновских глин.

Район Кировграда — Невьянска. Это область почти сплошного развития мощного элювия. Известные сейчас месторождения каолинов представляют собой продукт выветривания палеозойских сланцев. Здесь целесообразны поиски гранитных каолинов, легко поддающихся обогащению.

Районы Свердловска, Полевского завода и Сысерти. Эти районы одинаково характеризуются обилием мелких участков элювиальных толщ (линейной коры выветривания). В большинстве известных месторождений глины относятся к типу сланцевых каолинов. Можно встретить достаточно глубоко выветрелые граниты.

Район Чебаркуля — Полетаева — Челябинска. Является полем почти сплошного развития мощного элювия. Известные здесь каолины представляют продукты выветривания сланцевых пород палеозойского фундамента и гранитов. Почти везде, однако, обнажаются только нижние горизонты

выветрелой толщи, как правило довольно сильно железистые. Могут встретиться небольшие участки более выветрелых и содержащих меньшие количества железа гранитов или продуктов их выветривания, а также маложелезистых материнских пород (например, аплитовых жил — таких, как в Полетаеве).

Кочкарский район. Является, повидимому, наиболее интересным каолиновым районом всего Среднего и Северного Урала, поскольку каолин из некоторых месторождений этого района обладает прекрасными качествами.

Восточный склон Урала

Район Алапаевска. Это крупнейший район распространения выходов мезозойской континентальной толщи с весьма многочисленными глинопроявлениями.

Куры-Каменский район. Особенно интересно теоретическое и практическое, в отношении белых глин, освоение материала разведок на местные бокситы; при этих работах было вскрыто значительное количество проявлений белых глин.

Район гг. Уфадея и Каслей. Этот район, так же как и район г. Нязепетровска, располагает несколькими мелкими выходами пластичных низкоспекающихся глин, залегающих в виде мелких линз.

К северу от г. Челябинска. В этом районе известны выходы легкоплавких глин третичного возраста, нередко слагающих довольно крупные плаstopодобные тела; геологическая съемка и исследование их были бы желательны.

К югу от г. Челябинска. Желательно проследить полосу смолино-синеглазовских глин к югу, в районе Еманжелинки и к ст. Нижне-Увельская, и обследовать более западные месторождения (Коэлгинское и др.).

К югу от ст. Бускуль и дороги Карталы — Магнитогорск. В этой местности глины и каолины почти совершенно не подвергались сколько-нибудь систематическим исследованиям. Известны здесь проявления первичных гранитных каолинов типа Еленинского (линейная кора выветривания гранитов) и отдельные линзы глин типа вторичных каолинов — малопластичных каолиновых глин, залегающих в пониженных участках палеозоя. По линии Карталы — Акмолинск возможны аналоги Бускульского и Увельского месторождений.

Южное окончание Уральской системы (Орск — Мугоджары)

Район Орска. Этот район богат глинами разных типов. Элювиальные глины указываются почти на всем протяжении выходов палеозоя. Весьма обильны выходы сланцевых каолинов; указываются одновременно и многочисленные точки гранитных каолинов. Так, выходы частично выветрелых гранитов обнаружены в районе г. Новоорска по главной железнодорожной линии и в ряде мест по Домбаровской железнодорожной ветке.

Очень интересны низкоспекающиеся глины кумакского типа. Глиняные линзы пока здесь не околитуены совершенно.

Из мезозойских глин изучено здесь более или менее полно только одно Кызыл-Сайское месторождение. В районе Губерлинского месторождения песков возможны образования типа вторичных каолинов. К западу от г. Орска также известны глинопроявления.

Актюбинский район. Представляют интерес глины, ассоциирующие с угленосными отложениями. Необходимо поставить специальное их изучение. Интересны также самостоятельные глинопроявления типа Песчанковского месторождения.

На юге Мугоджар. В этой местности, в районе пересечения железной дорогой, желательное продолжение изучения полосы осадочных каолиновых глин, выходящих по западной границе области кристаллических пород. Элювиальные глины здесь вряд ли будут иметь практическое значение. Некоторые лучшие их разновидности по своим свойствам, возможно, будут приближаться к ивановским каолинам, обычно же качество их много хуже.

Таким образом, возможности Урала в отношении месторождений глин весьма велики и в каждом его районе можно рассчитывать на нахождение того или иного огнеупорно-керамического сырья потенциального практического значения. Если же отвлечься от мелких районов и посмотреть на Урал в целом, то можно указать глинопроявления, имеющие широкое общесоюзное промышленное значение.

Прежде всего, Урал может и должен стать поставщиком в общесоюзную промышленность высокоспекающихся и высокоогнеупорных глин типа трой-байновских, курьинских и белкинских. Однако старые месторождения, на которых существуют карьеры, не могут быть такими поставщиками; необходимы широкие геологоразведочные работы по всей полосе мезозоя восточного склона Урала, от Денежкинской и Ивделя до Алапаевска и Багаряка, а в особенности в районах Пии и Юрьи и в Курьи-Каменском, где должны быть использованы материалы Аллюминразведки.

Вторым интересным типом глин должны явиться низкоспекающиеся глины типа разрабатывающихся в Увельском, Бускульском и Кумакском месторождениях. И в данном случае невозможно базироваться только на известные месторождения. Необходим охват разведочными работами третичных отложений к югу от Бускуля и к востоку от железной дороги Челябинск — Орс, а также всей весьма перспективной Кумакской котловины и левобережья р. Ори.

Нельзя считать достаточно изученными и месторождения западного склона. Должны быть поставлены поисковоразведочные работы на глины в районе Красноуфимска и расширены подобные же работы в Кишерти.

Третьим видом сырья, которым располагает Урал, являются гранитные каолины. Применение каолинов в огнеупорной и керамической промышленности должно быть расширено. Должны быть проведены соответственные работы по поискам сырья в районе Челябинска на жильные тела такого типа, как в районе Полетаева, с одной стороны, а с другой — должны быть использованы громадные массы каолинов Кочкарского района и еще большие Домбаровской группы. В последнем случае, впрочем, понадобятся широкие поисковые работы по выбору месторождения качественных каолинов, выгодно расположенного в отношении железнодорожного пути.

Большое значение для удовлетворения местных потребностей могут иметь находки каолинов в районах Свердловска, Нижнего Тагила и Кушвы. Продолжать их поиски очень желательно.

- Александр Л. Т. и др. Состав и структура коллоидов некоторых главнейших типов почвы. Новое в почвоведении, 1939, вып. 6, стр. 16—65.
- Алешков А. Н. К вопросу о возрасте коры выветривания на Южном Урале. Природа, 1941, № 1, 65—69.
- Андрьянов П. Ф. Геологический очерк Кумакского месторождения огнеупорных глин. Тр. Ин-та огнеупоров, 1936, вып. 8, 5—24.
- Аносов Ф. Н. Заметка о глинистом сланце и цветных глинах у разъезда Шихматово Самаро-Златоустовской ж. д. Изв. Геол. ком., 1918, 30, № 9—10, 649—669.
- Архангельский А. Д. (1). О происхождении бокситов и о поисках новых их месторождений. Бокситы, 1937, 1, Тр. Всес. ин-та мин. сырья, вып. 110.
- Архангельский А. Д. (2). Типы бокситов СССР и их генезис. Тр. конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия, 1937, 365—512.
- Архангельский Н. И. Стратиграфия мезозойских отложений восточного склона Среднего Урала. Сов. геол., 1940, № 1.
- Архангельский Н. И. Мезозойские отложения восточного склона Среднего Урала. Тр. Урал. гос. геол. упр., Свердловск, 1941, 1—94.
- Беаруков П. Л. и Янышин А. Л. Морские отложения и месторождения бокситов на Южном Урале. Тр. ин-та геол. и мин., 1934, вып. 7.
- Беаруков П. Л. К открытию мезозойских отложений на Уфимском плато. Изв. АН СССР, 1938, № 5—6, 699—708.
- Белянкин Д. С. Новое в минералогии часовяжской и губинской глин. Бюлл. Гос. керам. ин-та, 1932, № 1, 10—15.
- Белянкин Д. С. К вопросу о кривых нагревания каолина. Тр. 2-го совещ. по эксперим. мин. и петр. Изд. АН СССР, 1937, 41—44.
- Белянкин Д. С. К характеристике минерала «монотермита». Докл. АН СССР, 1938, 18, № 9, 673—676.
- Белянкин Д. С. О часовяжском монотермите и об иллите из Иллинойса. Зап. Всер. мин. об-ва, 1942, ч. 71, 21, № 1—2, 16—22.
- Белянкин Д. С. и Иванова В. П. О превращениях каолина при нагревании. Юбил. сб. «Акад. Вернадскому», 1936, 555—562.
- Белянкин Д. С. и Соколов Г. А. Геологическая карта Урала. Описание листа № 41-1—NW. Тр. Всес. геол.-разв. объедин., 1933, вып. 273.
- Белянкин Д. С., Лапин В. В. и Петров В. П. Некоторые особенности минералогического состава уральских огнеупорных глин. Изв. АН СССР, сер. геол., 1942, № 5—7.
- Бредфильд Р. Новейшие исследования в области почвенных коллоидов и значение их для классификации почв. Почвоведение, 1936, № 3, стр. 340—382.
- Быков Г. Е. О возрасте бокситов северо-восточного Казахстана. Пробл. сов. геол., 1938, № 1, 75.
- Варсановьева В. А. Месторождения каолиновых глин в Кунгурском, Красноуфимском и Соликамском уездах Пермской губ. Матер. Ком. по изуч. естеств.-производ. сил АН СССР, 1927, № 64, 1—68.
- Вахрамеев В. А. Континентальные меловые отложения восточного склона Среднего Урала. Изв. АН СССР, сер. геол., 1946, № 3, 69—88.
- Вахрушев Г. В. О месягутовских глинах, песках, галечниках. Хозяйство Башкирии, 1931.
- Великовская Е. М. Юрские угленосные отложения Енисейского края. Бокситы, 1, ч. 2, Тр. Всес. ин-та мин. сырья, 1935, вып. 3, 125—144.
- Великовская Е. М. Бокситы северо-восточного Казахстана. Бокситы, 1, ч. 2, Тр. Всес. ин-та мин. сырья, 1936, вып. 3, 3—59.
- Волкова М. С. Некоторые данные о бокситах и латеритах Бат-Банкаринского и Есильского районов Казахской ССР. Пробл. сов. геол., 1933, № 3, 220—240.
- Геологическая карта Урала. Масш. 1 : 500 000. Объяснительная записка. ГОНТИ, 1939.
- Гинзбург И. И. Каолин и его генезис. Изв. СПб. Политехн. ин-та, 1912, 17 и 18, 267.
- Гинзбург И. И. Пеликниты и каолины юга и юго-запада России. Изв. Политехн. ин-та, 1913—1914.
- Гинзбург И. И. Опыт характеристики генетических типов глинистых образований. Изв. Петрогр. политехн. ин-та, 1915, 22.
- Гинзбург И. И. К генетике глин Украины. Изв. Укр. отд. Геол. ком., 1923, вып. 9, 36—46; Матер. к характ. каол. Укр., 1, 35—48.
- Гинзбург И. И. Геохимия коры выветривания Южного Урала. Изв. АН СССР, сер. геол., 1938.

- Гинзбург И. И. Некоторые физико-химические моменты в образовании месторождений бокситов. Изв. АН СССР, сер. геол., 1942, № 4, 6—11.
- Гинзбург И. И. Древняя кора выветривания на ультраосновных породах Урала. Ч. 1. Типы и морфология. Тр. Ин-та геол. наук, 1946, вып. 80, 1—148.
- Глинка К. Д. Почвоведение. Сельхозгиз, 1932.
- Глинка К. Д. Исследование в области процессов выветривания. Тр. СПб. об-ва естеств., 34, 1906, вып. 5.
- Гончаров В. В. Огнеупорные глины Чебаркульского района на Урале. Тр. Гос. иссл. керам. ин-та, ГОНТИ, 1937, вып. 27, 1—42.
- Гордиенко М. А. Месторождение огнеупорной глины в 119 квартале Кыштымской дачи на Урале. Мин. сырье, 1926, № 4.
- Гордиенко М. А. Месторождение огнеупорной глины в кв. 130—153 Н.-Исетской дачи на Урале. Горн. журн., 1932, № 72.
- Довгаль Н. Д. Мойское месторождение огнеупорных глин. Изв. Зап.-Сиб. геол.-развед. треста, 1932, 12, вып. 1, 1—40.
- Докучаев В. В. Русский чернозем, 1883.
- Дубянский А. А. Новые данные в геологии Воронежской губ. по материалам буровых скважин 1926 года. Зап. Воронеж. сел.-хоз. ин-та, 1935, 30—77.
- Дубянский А. А. Альбом геологических разрезов и гидрогеологических карт Воронежской области. Воронежское областное книжное издательство, 1936, 1.
- Ермолин Г. М. Красноуфимские огнеупорные глины. Огнеупоры, 1936, № 3, 145—148.
- Жилин А. И. Краткая характеристика уральских месторождений пылевидного кварца. Тр. Урал. индустр. ин-та им. Кирова, сб. 9, Пылевидный кварц. ОНТИ, Свердловск, 1939, 5—11.
- Замитин П. М. Месторождение белой глины Полевской дачи. Мин. сырье, № 11, 1927.
- Захаров С. А. Курс почвоведения. Сельхозиздат, 1931.
- Зегжда Д. П. Огнеупорные глины Белкинского месторождения. Огнеупоры, 1936, № 5, 307—311.
- Земляченский П. А. Каолиновые образования Южной России. Тр. СПб. об-ва естеств., 1896, 21, вып. 2.
- Земляченский П. А. Выветривание полевых шпатов в связи с почвообразованием. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева, 1933, 8, № 1, 1—42.
- Земляченский П. А. Глины СССР. Общая часть. Изд. АН СССР, 1935.
- Земляченский П. А. К вопросу о происхождении каолина. Докл. АН СССР, 1938, 20, № 6, 471—473.
- Земляченский П. А. К вопросу о зависимости характера выветривания минералов от климатических условий. Докл. АН СССР, 1939, 25, № 6, 496—499.
- Зубчанинов В. П. О кыштымской глине. Строит. материалы, 1931, № 6.
- Зубчанинов В. П. К технологической оценке кыштымских глин. Тр. Гос. иссл. керам. ин-та, 1932, вып. 34, 42—62.
- Зубчанинов В. П. Классификация глиняных материалов. Огнеупоры, 1934, № 9.
- Иванов 8-й. О белых глинах Горблагодатского округа и Верхотурского уезда Пермской области. Горн. журн., 1862, ч. 2, кн. 5, 304—318.
- Иванов. Огнеупорные глины Урала. Мин. сырье, 1927, № 1.
- Иванов С. Н. Гумешевское медное месторождение на Урале. Сов. геол., 1941, № 2, 81—97.
- Иванова В. П. и Феодотьев К. М. О диагностике методом термического анализа. Сов. геол., Сб. 8, 1946, 81—91.
- Иконников А. П. Обогащение огнеупорных глин. Тр. Уралмеханобра. Металлургияиздат, Свердловск, 1939.
- Искюль, Бородицкая и Корзухина. Некоторые сравнительные данные о советских и иностранных каолинах. Мин. сырье, 1932, № 1, 66—78.
- Казанцев В. П. О структуре и свойствах вермикулита. Зап. Мин. об-ва, 1934, 63, вып. 2, 464.
- Казаринов В. П. и Валухов В. Н. Балайское месторождение каолинов. Вестн. Зап.-Сиб. геол. упр., 1940, вып. 3—4, 9—19.
- Кандыкин Ф. И. Огнеупорные глины Урала. Уральский техник, 1926.
- Клер М. О. Огнеупорные глины Урала. Тр. Ин-та прикл. минер., 1927, вып. 33.
- Корвацкий В. А. Ангренские каолины. Соц. наука и техника, Ташкент, 1934, № 3—4.
- Кравков С. П. Почвоведение, 1931.
- Красенская Т. Е. Минералогический состав дубровского каолина и его фракций по данным рационального анализа. Тр. Гос. керам. ин-та, 1929, вып. 21.

- Крашенинников И. М. Древняя кора выветривания лесостепного Зауралья. Изв. Почв. ин-та, 1915, № 3.
- Кривцов А. И. и Ершов В. А. Геологический очерк и полезные ископаемые Челябинского района. Челябинск, 1936, 1—143.
- Кузнецов Ю. А. Глины Западно-Сибирского края. Полезн. ископаем. Зап.-Сиб. края. Изд. Зап.-Сиб. Главн. горн.-геол. треста, Новосибирск, 1934.
- Кузнецов Ю. А. Полезные ископаемые древней коры выветривания в Новосибирском районе. Вестн. Зап.-Сиб. геол. треста, 1937, № 1 (19).
- Куманин К. Г. О часовярской глине. Тр. Петрограф. ин-та АН СССР, 1933, вып. 4, 101—109.
- Курбатов С. С. К вопросу о генезисе вторичных слюд Северной Карелии. Тр. Ломоносов. ин-та, 1933, кн. 2, 89—100.
- Лучицкий В. И. 1. Исследование каолинов Украины юго-западной промразведки и Укргеолкома с 1921 по 1924 г. Изв. Укр. отд. Геолкома, 1926, вып. 9, 17.
- Лучицкий В. И. 2. Происхождение и возраст каолинов Украины. Изв. Укр. отд. Геол. ком. Матер. к характеристике каолинов Украины, 1926, 1, вып. 9, 21—33.
- Лучицкий В. И. Каолины Украины. Тр. Ин-та прикл. мин., 1928, вып. 6, 1—240.
- Нихарев Б. К. Окрестности Челябинска и села Табынского в Стерлитамакском уезде. Изв. Геол. ком., 1917, № 1, 629—635.
- Мельников И. И. Месторождения первичного каолина по данным разведок треста «Минсырь». Горн. журн., 1929, № 1.
- Мельников И. И. Каолиновые месторождения Украины по новейшим геолого-разведочным данным. ОНТИ, 1935, Тр. Ин-та прикл. мин., вып. 70.
- Миклашевский П. Месторождения огнеупорных материалов в России и способы выделения огнеупорных изделий, применяемые на русских горных заводах. СПб., 1881, 1—367.
- Нагорский Л. И. К вопросу о генезисе коры выветривания Салаира. Вестн. Зап.-Сиб. геол. упр., 1930, вып. 3—4.
- Нагорский Л. И. и Щупилова Е. В. К вопросу о литологии и генезисе салаирских бокситов. Матер. по геол. Зап.-Сиб. края, 1934, вып. 12.
- Наковник Н. И. О накрите и прочих каолиновых минералах СССР. Зап. Мин. об-ва, 1941, ч. 70, № 1, 52—64.
- Неметаллические ископаемые СССР. 4. Глины и каолин. Изд. АН СССР, 1941.
- Никифорова К. В. (1). О возрасте континентальных отложений восточного склона Южного Урала. Докл. АН СССР, 1942, вып. 29.
- Никифорова К. В. (2). Очерк континентальной истории восточного склона Южного Урала и района верховья р. Тобола и Суундука. Тр. Ин-та геол. наук, 1942, вып. 12.
- Нуднер В. А. Мойские огнеупорные глины на Иртыше. Мин. сырье, 1930, № 4, 548—550.
- Одинцов М. М. К геологии месторождений каолина и огнеупорных глин Усольского района Иркутской области. Сов. геол., 1938, № 11, 83.
- Островский И. А. и Петров В. П. Материалы по связи оптики и химического состава магнезиально-железистых слюд. Тр. Ин-та геол. наук, 1941, вып. 36, 1—32.
- Пастернак С. И. Каолины Западной Украины. Огнеупоры. 1940, № 11/12, 585.
- Пермяков В. М. О гидротермальном синтезе каолина. Сб. «Акад. Вернадскому». Изд. АН СССР, 1936, 562.
- Петренко А. А. Геологический очерк Орско-Дембаровского промышленного района. Зап. Мин. об-ва, 1934, ч. 18, № 3, 480—503.
- Петренко А. А. Об условиях образования осадков эпохи континентального выветривания Приорского района. Пробл. сов. геол., 1936, 1, № 3, 233—239.
- Петров В. П. Каолины Полетаева. Зап. Мин. об-ва, 1943, ч. 72, № 2, 139—148.
- Петров В. П. и Лизунов Н. В. Содержание микроэлементов в Уральских огнеупорных глинах и каолинах. Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. Изд. АН СССР, 1946, 250—261.
- Петров В. Ф. Древняя кора выветривания и послетретичные отложения западной части Кузнецкого Алатау. Тр. Почв. ин-та, 1939, 19, вып. 2, 3—36.
- Полубояринов Д. Н. и Карклит А. К. Технологические испытания глин Кумакского месторождения. Тр. Ин-та огнеупоров, 1936, вып. 8, 53—80.
- Полынов Б. Б. Кора выветривания. Ч. 1. Изд. АН СССР, 1934.
- Полынов Б. Б. Современные задачи учения о выветривании. Изв. АН СССР, сер. геол., 1944, № 2, 3—14.
- Попов Н. В. и Веприцкая Н. И. Инструкция для гранулометрического анализа пород ареометрическим способом. Изд. Всес. ин-та мин. сырья, ОНТИ, 1936, стр. 1—28.

- Потапенко С. В. Физико-химическое изучение каолинов и глин. Каолины и глины УССР. Изд. Геол. упр. УССР, 1940, 1—186.
- Пригада В. Д. О мезозойской флоре Сибири. Матер. по геол. и полезн. ископ. Вост.-Сиб. края, 1941, вып. 19.
- Пустовалов Л. В. Несколько слов об огнеупорных глинах Тульского района. Тр. Всес. геол.-разв. объедин., 1933, вып. 285, 351—353.
- Райс Г. Глины, их залегание, свойства и применение. Госхимтеоретиздат, 1932, 1—528.
- Разумова В. Н. Материалы петрографии глин. Тр. Всес. ин-та мин. сырья, ч. 1, вып. 137, 1939.
- Ренгартен В. П. Мезозойские и кайнозойские отложения Урала и связанное с ними стратегическое сырье. Изв. АН СССР, сер. геол., 1944, № 2, 60—73.
- Робинсон В. Н. Материалы по месторождениям глин в Кунгурском и Красноуфимском уездах Пермской губернии. Изв. Геол. ком., 1917, 36, № 1, 691—697.
- Рязанов В. Д. и Марков П. П. Отчет о геолого-разведочных работах Уральской бокситовой экспедиции. Тр. Ин-та прикл. мин., 1926, вып. 14, 21—31.
- Седлецкий И. Д. Коллоидно-дисперсная минералогия. Изд. АН СССР, 1945.
- Смолянинов Н. А. Химико-минералогический очерк Журавлинского месторождения. Тр. Ин-та прикл. мин. и металл., 1926, вып. 19, 45—93.
- Станкевич В. И. Месторождения железных руд Высокогорского района. Главные железорудные месторождения СССР. Госгеолиздат, 1934, 2, 87—90.
- Узбеков М. Р. Алапаевское месторождение пылевидного кварца. Тр. Уральск. индустр. ин-та им. Кирова, сб. 9, Пылевидный кварц, ГОНТИ, Свердловск, 1939, 12—31.
- Успенский Н. А. Месторождение изумрудов Монетной дачи на Урале. Тр. Центр. научно-иссл. геол.-развед. ин-та, ГОНТИ, 1939, вып. 116.
- Федоров Б. М. О мезозойских бокситах восточного склона Среднего Урала. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 1935, 13, № 1.
- Федоров Б. М. Генезис мезозойских бокситов Среднего Урала. Тр. конф. по генезису руд железа, алюминия и марганца. Изд. АН СССР, 1937.
- Федосеев А. Д. Огнеупорные глины Байновского месторождения на Урале. Тр. Гос. керам. ин-та, 1931, вып. 26.
- Федосеев А. Д. и Зенькович Ф. А. Глины СССР, ч. 2, Месторождения. Изд. АН СССР, 1937.
- Ферсман А. Е. и Влодавец Н. И. Процессы каолинизации в Изумрудных коях на Урале. Докл. АН СССР, 1928, 207.
- Хабаров А. В. Доюрский рельеф и древняя кора выветривания в южной части Южного Урала. Изв. Гос. геогр. об-ва, 1935, 69, № 2.
- Ципкин Г. С. Наполнение бумаги. Госбумиздат, 1944, 1—37.
- Шаблыкин П. И. и Галабутская Е. А. Принципы по стандартизации каолинов. Тр. Ин-та мин. сырья, 1936, вып. 101.
- Шарова А. К. К вопросу о качественной оценке Косулинских огнеупорных глин. Свердловск, 1937.
- Шатский Н. С. и Давыдова Г. Н. О мезозое северной части Буренского бассейна. Тр. Ин-та мин. сырья, 1937, вып. 123, 7—10.
- Шафрановский И. И. Выветривание полевого шпата в пегматитовых жилах Северной Марелии. Изв. Геол.-разв. объедин., 1932, 51, вып. 5, 99.
- Шмелев Л. А. Способ определения свободной окиси алюминия в силикатных смесях и некоторые его приложения к изучению глин. Тр. Гос. керам. ин-та, 1928, вып. 14.
- Щукина Е. Н. Бокситы Енисейского края. Бокситы, 1, ч. 2, Тр. Ин-та мин. сырья, 1936, вып. 3, 63—124.
- Яковлев Д. И. Пробки и стаканы из белкинских глин. Огнеупоры, № 12.
- Alexander L. T., Faust G. T., Hendricks, Insley and McMurride. Relationship of the clay minerals—halloysite and endellite. Am. Min., 1943, 28, № 1, 1—18.
- Arden M., Endell L. and Hofmann U. Investigation of the finest fraction of bentonite and clay soils with the universal electron microscope. Ber. Deutsch. Keram. Ges., 1940, 21, 209—227.
- Bartnitzke J. E. Über Vorkommen vom Porzellanerde bei Meissen und Halle am S. Zs. f. prakt. Geol., 1909, 457—479.
- Bayley W. S. Kaolin in North Carolina, with a brief note Hidromica. Econ. Geol., 1920, 15, 236—246.
- Bayley W. S. Kaolins of North Carolina. North Carol. Geol. and Econ. Survey Bull., 1925, № 29.

- Brammell A. B., Lach, G. C. Bannister. The paragenesis of cookeite and hydromuscovite associate with gold at Agofau Carmarthianshire. Min. Mag., 1937, **24**, 507.
- Buddington A. E. An Association of kaolinite with miarolitic structure, J. Geol., 1926, № 192, **31**, № 2, 149—151.
- Chelickowsky Y. K. Geologic distribution of fire clays in the United States. J. Am. Cer. Soc., 1935, **18**, 367—390.
- De Carlile, Felicey. Caolino sardo materia prima nazionale. Chimica e Industria, 1935, **17**, № 6, 399—405.
- Endell K., Hofmann u. Magdefrau E. Über die Natur des Tonanteils in Rohstoffen d. Deutschen Zement Industrie. Zement, 1935, **24**, 625—632.
- Fox C. Bauxite, 1930.
- Fuche et de Launey. Traité des gites minéraux. Paris, 1893, **1** (о каолине — см. стр. 615—632).
- Gould R. E., Hedquist A. Boyd. Part III. Study of primary North Carolina kaolins and Laboratory experiments in referring to produce a material suitable for use in vitreous withware. J. Am. Cer. Soc., 1937, **20**, 178—192.
- Grim R. E., Bray a. Bradley W. F. The Mica in Argillaceous sediments. Am. Min., 1937, **22**, № 7, 813—829.
- Grim R. E. a. Rowland R. A. Differential Thermal Analysis of clay minerals and other Hydrous Materials. Am. Min., 1942, **27**, 746—761, 801—818.
- Grönvall K. A. Nordosttra Skånes kaolin o Kritbildingsarsenit dess praktiska Användning Sveriger Geol. under. Ser. C. Stockholm, 1915, № 261. Arrbok 8, 1—185.
- Grönvall K. A. og Milthers V. Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortblandet Bornholm. Danmarks Geol. under. I. Eækk e № 15. Kjøbenhavn, 1916 (о каолине см. стр. 25—42).
- Grunner X. W. The structures of vermiculites and their collapse by dehydration. Am. Min., 1934, **19**, 557—575.
- Harrassovitz. Laterite. 1926.
- Hendricks S. B. Polymorphism of the Micas and Diffuse X-ray scattering of Layer silicate Lattices. Nature, 1939, **143**, 800.
- Hickling G. China-clay, its nature and origin. Inst. Min. Eng. (England), 1908—1909, **36**.
- Hofmann U., Endell K. u. Wilm D. Röntgenographische und kolloidochemische Untersuchungen über Ton. Angewandte Chemie, Berlin, 1934, № 47, № 30, 539—547.
- Howe Y. A. Kaolin, china-clay and china-stone. Handbook Mus. Fac. Geol. London, 1914.
- Kunitz W. Die Beziehungen zwischen der chem. Zusammensetzung und den phys. optischen Eigenschaften, innerhalb der Glimmer-gruppe. N. Jahrb., 1924, **50**, 412.
- Lang W. B., King P. B., Bramlette M. N., McVay T. H., Bay H. X. a. Munyon A. C. Clay investigations in the Southern states. U. S. Geol. Surv. Bull. Washington, 1940, № 901, 1—346.
- Launey de. Le kaolin de l'Allier. La Nature, 1901, № 1446, 161—163.
- Mead W. J. Bauxite deposits of Arkansas. Econ. Geol., 1915, **10**, 28.
- Mitchell L. a. Henry E. O. Nature of Georgia kaolin evidence of chemical and colloidal Analysis. J. Am. Cer. Soc., 1943, **26**, № 4, 105—113.
- Moberg Joh. Chr. Om kaolinfyndigheten på Yfö. Geol. G. Fr. Stockholm, 1903, **25**, 259—281. Tal. 6—8.
- Noll W. Hydrothermale Synthese des Kaolins. Tscherm. Min. u. Petr. Mitt., 1934, **45**, 175—190.
- Noll W. (1). Zur Kenntnis d. Nontronits. Chem. d. Erde, 1936, **5**, 373—395.
- Noll W. (2). Synthese v. Montmorilloniten. Chem. d. Erde, 1936, **10**, H. 2, 129—154.
- Norton F. H. Accelerated weathering of feldspars. Am. Min., 1927, **22**, 1—14.
- Norton F. H. Hydrothermal formations of clay minerals in the laboratory. I. Am. Min., 1929, **24**, 1—17; II, 1941, **26**.
- Ries H. Kaolins and fire clays of Europe. U. S. Geol. Surv., 1887—1898, 6; U. S. Geol. Surv. Ann. Rep., **19**, 377—395.
- Ries H. The clays of the United States east of the Mississippi river. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. Washington, 1903, № 11.
- Ries H. Clays, their occurrence, properties and uses. New York, 1908.
- Ries H., Bayley W. S. and others. High-grade clay of the United States. U. S. Geol. Survey Bull., 1922, 708.
- Ries H. Bibliography of Clay Deposits. Bull. Am. Cer. Soc., 1925, **4**.
- Ries H. Geology and clay research. Bull. Am. Cer. Soc., 1933, **14** (9), 279—290.

- Ries H. Clay. Seelce w. Mudd. series Industr. Min. a. Rocks, 1937. 207—242.
- Rösler H. Beiträge zur Kenntniss einiger Kaolinlagerstätten. N. Jahrb. Min. Bell. Bd., 1902, 15, 231—239.
- Ross C. S. a. Kerr P. F. The kaolin minerals. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1931, 165, № 29. См. также Am. Cer. Soc., 1930, 13 (3), 151—160.
- Ross C. S. and Kerr P. F. Halloysite a. Allophan. U. S. Geol. Surv. Prof., Pap., 1935, 185.
- Shannon E. V. The minerales of Idaho. U. S. Nat. Mus. Bull., 1928, 131, 367—3.
- Späler V. Genesis and age of kaolins near Nogmo South Moravia. Veda Prirodni, 1936, 17, 202—206 (цит. по реферату).
- Stahl A. Die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland. Arch. f. Lagerst. Forsch., Berlin, 1912, 12, 1—135.
- Steyskal J. Lagerstätten feuerfester Rohstoffe in der Tschechoslowakischen Republik. Zs. prakt. Geol., 1931, 34, 129—138 (о каолине см. стр. 129—135).
- Stremme H. Über Kaolinbildung. Zs. f. prakt. Geol., 1908, 122.
- Szelényi T. Bauxitok beryllium tartelmánk szinképanalytikai meghatározása. Math. u. Naturw. Anz. Und. Akad. Wiss., 1937, 56, 231—248 (цит. по N. Jahrb., 1938, H. 1, 48).
- Tarr W. A. and Keller W. D. Some occurrences of kaolinite deposits from solution. Am. Min., 1937, 22, 933—935.
- Vogt J. H. Problem in the geology of ore-deposits. Am. Inst. Min. Eng. Trans., 1902, 31, 125—169 (о каолинизации — см. стр. 150—154).
- Volk G. W. Optical and chemical studies of muscovite. Am. Min., 1939, 24, 255—266.
- Wilson H., Bennett E. A. a. Health F. T. Preliminary report on residual kaolin and feldspar in the Pacific Northwest. J. Am. Cer. Soc., 1923, 6 (3), 475—494.
- Wilson H. Kaolin and china-clay in the Pacific Northwest (with geological contributions by Georg Edwards Goodspedd). Washington Univ. Eng. Str. Bull., 1934, № 76, 184.
- Wüst E. Die Entstehung d. Kaolinerden v. Gegend v. Halle am S. Zs. f. prakt. Geol. 1907, 19—23.

А Л Ф А В И Т Н Ы Й У К А З А Т Е Л Ь М Е С Т О Р О Ж Д Е Н И Й

Цифры обозначают номера месторождений на карте (фиг. 1)

- | | |
|--|--|
| <p>Абрамовское 147
 Ак-Булакское 313
 Акмулинское 292
 Ак-тесты 347
 Акчимское 3
 Алабугское 218^a
 Александровское 34
 Алексеевское 296
 Алтыновское 111
 Американское 202
 Андреевское 328
 Аненское 291
 Аннинское 127
 Аралча 346
 Арамилское 136
 Арасланова 192
 Аргаяшское 201
 Армандовское 286
 Архангельское 284
 Аршинское 234
 Аспид 223
 Астафьевское 288
 Атляное 196
 Ауэрбаховское 14
 Ахмеровское 263
 Ачикулевское 218^b
 Аще-Бутак 334
 Аще-Сай 366</p> <p>Баевское 164
 Баженовское 144
 Байгузинское 265
 Байминь, гора 367
 Балтымское 132
 Барановское 130
 Барановское 205
 Батпакты 361
 Белая глина (Башкирия) 299
 Белая глина (окр. Белорецка) 267
 Белая глина (Месягутовский район) 186
 Белая глина (окр. г. Уфалея) 153
 Белкинское 15
 Белоглиняный I 11
 Белоглиняный II 10
 Белокаменское 106
 Белорецкое 269
 Белошаповское 314
 Белые мхи 4
 Белые пески 81</p> | <p>Берденишское 199
 Березовское 133
 Березовое болото 93
 Берлинское 293
 Билимбаевское 122
 Биль-Копя 354
 Бисертское 126
 Битимское 125
 Бишкильское 207
 Благодатский кордон 96
 Близ станции (г. Невьянск) 91
 Блявинское 317
 Боеглет 219
 Большая Баландина 209
 Бородинское 32
 Боузды, река 330
 Боярский 344
 Браиловское 283
 Бруснянское (близ ст. Косулино) 157
 Бруснянское (окр. ст. Кунара) 154
 Брусняновское (Кишертьская группа) 64
 Брыжжинское 26
 Букобайское 311
 Буксинское 45
 Бурмышевское 109
 Бускуль пристанционный 295
 Бускуль 294
 Бускуль центральный 294</p> <p>Василовское 232
 Варшавское 309
 Велико-Петровское 290
 Верхне-Алапаевское 97
 Верхне-Иргинское 114
 Верхне-Саргинское 115
 Верхне-Синячихинское 49
 Висимо-Уткинское 74
 Вогульское 100
 Воздвиженское 270
 Вознесенское (Кочкарская группа) 245
 Вознесенское (Смолино-Синеглазовская группа) 218
 Вознесенское (Каслинская группа) 150
 Волгино 29
 Волковское 162
 Волочаевский 128
 Воронцовский р. 16
 Всехсвятское 19
 Высокогорское 71</p> |
|--|--|

Галкинское 124
Гаревское 17
Гаревское (Месягутовский район) 177
Гаревское (верховья Пии и Юрьи) 35
Глинское 83
Головановское 237
Гороблагодатское 25
Городищенское 297
Губерлинское 320
Губернское 204
Гудрон 322
Гумешевское 144

Дальневосточное 18
Денежкинское 9
Джабык 279
Джанган, река 375
Дженишке 356
Дженишке, река 377
Джуса 350
Дмитриевское 205
Долгогорское 113
Долматовское I 174
Долматовское II 175
Дорохинское 25
Дубинин лог 77
Дуванское 180
Дунгель-Бирин 223

Ежевское 82
Екангурово 222
Еленинское 280
Елизаветинское 310
Елчинбаевское 316
Еманжелинское 251
Ермолаевское (Куюргазы) 298
Ершовское 56
Ефремкино 227
Ефремовское 191
Ефтята 56

Ждановское 41
Жижинское 165
Журавлев лог 241
Журавлинское 21

Заварухинское 210
Завьяловское 42
Закаменское 161
Закладбищенское 90
Захаровское 76
Зеленая шишка 182
Зерносовхоз, 4-е отд. 326
Знаменское 105
Зубковское 335
Зырянское 101

Ивановское (окр. Верхнеуральска) 272
Ивановское (окр. Полевского завода) 145
Измайловское 307
Измоиновское 156
Изумрудные копи 107
Илимское 69
Исек-Джал 368
Исетская дача I 139
Исетская дача II 140
Искорское 1

Истокское 135
Ишмухаметова 305

Кабаковское 99
Кадниковское 141
Казанбургская 118
Казаринское 146
Казачья дача 116
Каинды, река 378
Калиновка 66
Камайское 62
Каменный овраг 329
Каменское 161
Камсак 342
Кандыбаево 176
Капустинское 60
Караган-Сай (п Таты-сай) 369
Караганды-Сай 355
Каракулинское 106
Карамалинский 343
Кара-Чоко I 353
Кара-Чоко II 351
Карповское 220
Карповское 47
Карпушихинское 81
Карцевский карьер 255
Каслинское 199
Катав-Ивановское 233
Катайское 254
Кашинское 170
Кедровское 23
Кекурское 28
Кензибинское 282
Керамический завод 213
Кизеловская группа 13
Кинжебулак 337
Кировградское 94
Кичигинское 253
Кленовское 55
Клеповское 66
Ключевское 252
Козлчинское 239
Козья поляна 183
Кондраковское 108
Конесовхоз 324
Коптеловское 103
Копыренское 158
Коркинское 249
Королевское 68
Косулинское 157
Котликовское 240
Кошаевское 112
Кошен-Сай 345
Красинское 271
Кременькульское 214
Кругловское 212
Крюково 52
Куен-Куль 332
Кумак пристанционный 318
Кумакская группа 319
Кумакский карьер 319
Кумурли 224
Кунакбаевское 208
Кунарское 155
Курджук-Сай 364
Курьинское 169
Кусинское 193

Кутимское 5
Кутулгузинское 259
Кызыл-Сай 323
Кызылташское 198
Кызыл-Яр 225
Кыновское 67
Кыштымское 200

Лазаретское 197
Лангур 7
Ланское 43
Лебяженское 72
Леневское 33
Лесной кордон 277
Летние хутора 244
Лобейское 57
Луковское 38

Магнитная, гора 273
Мазаевское 285
Мазуевское 63
Мазулинское 160
Максютовское 264
Малое Седелньиково 138
Малая Черемшанка 73
Мамыт 1-е, река 339
Мамыт 2-е, река 340
Мартинское 2
Матвеевский пос. 341
Метели 120
Межники 171
Мельниковское 238
Мельнично-спаское 155
Месягутовское 2-е 185
Метлина 184
Мечетинское 331
Миньярское 182
Михайловский Бор 243
Михайловское (Кочкарь) 243
Михайловское (окр. Нязепетровского за-
вода) 129
Можаровка 333
Мокропольское 123
Монгалевское 40
Мосинское 110
Мостовское (район гор. Нижний Тагил)
27
Мостовское (по р. Туре) 24
Мугоджарское 1-е 371
Мугоджарское 2-е 373

Наваринское 276
Надеждинское 99
Налимское 30
На р. Тогузак 289
Нейво-Алапаевское 98
Неплюевское 308
Нижне-Деревенское 167
Нижне-Иргинское 109
Нижне-Навашиновское 191
Нижне-Синячихинское 49
Низовское 61
Никель 321
Ново-Ивановское 257
Ново-Пышминское 170
Ново-Синеглазовское 248
Ново-Троицкое 221

Новоуткинское 121
Ново-Черемшанское 151
Новый Белокатай 190
Нуро-Бельское 268
Нюксинское 32
Нязепетровское 131

Овраг Туркестан 362
Оза-Булак 372
Окуловское 166
Ольгинское 274
Ольховское 36
Осинцевское (Иргинская группа) 108
Осинцовское (на р. Каме) 50
Охлебининское 226

Павловское 229
Панковское 145
Парижское 277
Пеньковское 54
Первонадеждинское 315
Першинское (окр. г. Челябинска) 211
Першинское (окр. г. Реж) 104
Песочная, гора 260
Песочный лог 97
Пестерихинское 83
Песчанское 336
Песчаный лог 278
Петрокаменское 86
Петропавловское 20
Пироговское 163
Полдневское 149
Полдневская залежь (Трой-Байны) 172
Полевское 145
Полегаевское 217
Полоцкое 306
Попова мельница 85
Поповлянское 58
Порововское 110
Портартурское 287
Поселок Ставропольский 357
Посякотинский рудник 101
Преображенское 6
Прохладненское 312
Путимцевское 28

Разъезд № 59 374
Роман-Куль 338
Романовское 70
Рудник Ветка 100

Саймоновское 203
Саксанское 250
Салдинское 46
Салдинское 43
Салдинское 1-е и 2-е 41
Салдинское 4-е 44
Салдинское 7-е 37
Самородковское 258
Самское 8
Сандзинское 300
Сапролит 215
Сары-Камыш 349
Сарсым-Бай 363
Сасыковское 65
Саткинское 187
Северское 30

Семеновское 359
Сенная 331
Симоновское 236
Симский завод 230
Синеглазовское 218
Сипаво-Новиковское 163
Смолино-Синеглазовское 216
Смолинское 216
Собеинское 42
Советинское 64
Сольевское 177
Сорокинское 119
Спасская гора 51
Среднее 146
Станция Алга 360
Старая пристань 193
Старо-Поклевское 242
Старо-Уткинское 84
Степное 247
Струговское 54
Сулейное 79
Сухоложское (Кишертская группа) 59
Сыростанское 195
Сыртинское 303
Сысертское 143

Табынское 229
Таволожское 87
Таврическое 358
Тавтиманово 219
Тагил, река 39
Тайты, река 376
Так-Булды 295
Токобай, река 365
Талалаевское 261
Таналык 304
Тастубское 1-е 179
Тастубское 2-е 179
Татарка, река 194
Тахтамышское 111
Теплогорское 22
Тербийское 275
Теренсайское 327
Тимофеевское 248
Тирлянское 235
Ток-Бура-Сая 370
Травниковское 237
Травяное 173
Тра-тау 262
Трой-Байны, I—III залежь 171
Трой-Байны, IV залежь 172
Трошинское 88
Тюриковское 58

Увельское 254
Уговское 236
Уй-Мулла 352
Уй-Тасты 348
Уктусское 134
Улькунды 181
Упрунская группа 256
Уралка 298
Урманчина 186
Устиновское 231
Усть-Игумское 12
Усть-Чадовское 117
Уткинское глинище 75
Уфалейское 152
Уфимское 188

Фермерский 325

Хвощевское 104
Хлебодаровское 266

Цемзаводское 89

Чадовское 118
Чебаркульское 206
Черемушкинское 31
Черновское 142
Черноусовское 159
Честниковское 53
Чехомовское 48
Чигиринский рудник 148
Чикмакульское 281
Чолак-Койракты 366а
Чуксинское 241

Шабровское 137
Шангино-Падунское 78
Шарашинское 62
Шведовское 28
Шевелевское 143
Шумковское 46
Шуральское 92

Юльевское 246
Юшковское 168

Явгильдинское 228
Ягодный прииск 95
Яковлевское 302
Ялунинское 102
Ямансаровское 301
Ярославское 1-е 178
Ярославское 2-е 178

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	1
Введение	2
Общие представления о глинѣ	2
<i>Часть I. Специальное описание уральских месторождений белых глин</i>	6
Пределы и обоснования темы	6
Методика работы	6
Классификация уральских белых глин	8
Распределение месторождений белых глин на Урале	10
Геологическая история Урала и периоды глинонакопления	10
1. Элювиальные глины (каолины)	20
Условия залегания белых элювиальных глин	20
Описание типичных уральских месторождений элювиальных глин	22
Петрографический состав каолинов Урала	34
Химический состав каолинов Урала	60
Основные выводы по геологии уральских месторождений элювиальных глин (каолинов)	64
2. Осадочные белые глины	66
Общие положения	66
Вторичные каолины	66
Мезовойские (высокоспекающиеся) каолиновые глины	70
Описание месторождений белых глин мезовоя	72
Петрографический состав белых глин мезовоя	77
3. Третичные (низкоспекающиеся) каолинит-монотермитовые глины	84
Описание месторождений третичных белых глин восточного склона Урала	85
Заключение по третичным глинам восточного склона Урала	105
Описание типичных месторождений белых третичных глин западного склона Урала	103
Заключение по глинам западного склона Урала	120
4. Химический состав белых осадочных глин Урала	122
<i>Часть II. Общие вопросы генезиса и минералогии каолиновых глин</i>	126
1. Минералогия каолиновых глин	126
Кварц	126
Полевой шпат	127
Каолинит	129
Слюда и гидрослюда	131
О монотермите и каолините	141
Общие выводы по минералогии каолиновых минералов	145
2. Направление и последовательность элювиального каолинообразования	146
Вертикальная зональность каолиновой толщи	146
Выветривание отдельных минералов	152
3. Генезис и природа элювиальной каолиновой толщи (древней коры выветривания)	157
Теория генезиса каолинов	157
Возраст каолинов и связанных с ними осадочных глин	162
Выводы по возрасту каолинов и условиям, необходимым для образования мощной почвы	166
Сравнение мезовойского и современного выветривания	171
Распределение месторождений каолина	173

Условия эрозии и сохранности верхнетриасовой—нижнеюрской сверхмощной почвы	173
Заключение о генезисе и природе элювиальной каолиновой толщи	175
4. Генезис осадочных белых глин	176
Часть III. Перспективы дальнейшего изучения уральских глин и каолинов	179
Сравнение уральских и зарубежных элювиальных каолинов	179
Сравнение уральских осадочных белых глин с глинами вне Урала	181
Особенности распределения каолина и огнеупорных глин на Урале	182
Западный склон Урала	183
Центральная полоса Урала и северные части восточного склона	185
Восточный склон Урала	186
Южное окончание Уральской системы (Орск—Мугоджары)	186
Литература	188
Алфавитный указатель месторождений	194

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Академии Наук СССР

Редактор Издательства В. С. Шейнман. * Технический редактор В. Н. Диков

РИСО АН СССР № 2866. А-04463. Издат. № 1358. * Тип. заказ № 19. Подп. к печ. 15/V 1948 г.
Формат бум. 70×108 1/16. Печ. л. 12 2/3 + 1 вкл. Уч.-издат. 21. Тираж 1500.

2-я тип. Издательства Академии Наук СССР. Москва, Шубинский пер., д. 10