

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

КАЗАНСКИЙ ФИЛИАЛ

ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР

Серия геологических наук

№ 3



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Москва 1955

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

КАЗАНСКИЙ ФИЛИАЛ

ИЗВЕСТИЯ
КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Серия геологических наук

№ 3



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1955

Ю. В. СЕМЕНТОВСКИЙ И В. Н. НЕЗИМОВ
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ
ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТАТАРСКОЙ АССР

«Увеличить мощности цементной промышленности, примерно, в 2,1 раза».

«Установить более высокие, чем в целом по СССР, темпы роста производства строительных материалов в районах Поволжья».

(Из директива XIX съезда партии по
пятому пятилетнему плану развития
СССР).

ВВЕДЕНИЕ

Обширная программа строительства в районах Среднего Поволжья, интенсивное хозяйственно-экономическое развитие расположенных здесь национальных республик предъявляют все возрастающие требования к промышленности строительных материалов. Одним из важнейших видов материалов для строительного производства является цемент. Между тем в Среднем Поволжье, в Прикамье с прилегающими территориями слабо развита собственная база по производству цемента.

Татарская АССР, расположенная в центральной части Камско-Волжского бассейна, обладает достаточно благоприятными геологическими и экономическими условиями для организации цементного производства.

Вопросы производства портланд-цемента на базе местного сырья затрагивались различными исследователями попутно при геологических работах, но попыток сколько-нибудь полного изучения этой проблемы до последнего времени ни разу не предпринималось.

Впервые эти вопросы были поставлены в 1932 г. некоторыми авторами сборника «Геология и полезные ископаемые Татарской республики» в связи с большими задачами, возникшими перед страной в период осуществления первого пятилетнего плана. С. П. Егоров (1932) отмечал возможность использования для производства портланд-цемента известняков нижеказанских отложений, развитых в районе г. Елабуга — устье р. Иж, выше лингуловой толщи. О. А. Хованская (1932), изучавшая глины различного возраста, пришла к заключению, что «...все исследованные глины Татарии пригодны для цементного производства, но наиболее подходящими являются плиоценовые глины Красного Яра, змиевская, муслимкинская (и ветлужская)».

Ряд исследователей — А. Я. Богородский, А. И. Луньяк и В. Г. Соболев (1930), затем Л. М. Миропольский (1945) обращали внимание на возможность организации комплексного производства серной кислоты и портланд-цемента на базе месторождений гипсов и ангидритов республики.

В 1939 г. Е. И. Тихвинская (1939) отмечала целесообразность использования для производства портланд-цемента известняков верхнеказанского подъяруса, развитых в Приказанском районе. В качестве объектов, заслуживающих внимания, она указывала: известняки «ядерных порогов» правобережья р. Волги; известняки из серии «серый камень» близ устья р. Свияги; «синяк» из той же серии по р. Ноксе; «серый камень» у с. Чепчуги; перекристаллизованные разности «подлужника» близ сс. Матюшино и Ташевки. По мнению Е. И. Тихвинской, известняки этих участков могут использоваться совместно с третичными и некоторыми разновидностями татарских и четвертичных глин.

В период Великой Отечественной войны Л. М. Миропольский (1942) вновь поднимает проблему производства портланд-цемента в совокупности с использованием всего комплекса минерально-сырьевых ресурсов. В этой и последующих работах, на основе обобщения обширного геологического материала, он устанавливает, что среди отложений казанского яруса, развитых на территории Татарской АССР, имеется сырье, пригодное для производства портланд-цемента, что дает возможность решать проблему организации цементной промышленности на базе местного сырья. В качестве глинистого компонента Л. М. Миропольский отмечает возможность использования в первую очередь плиоценовых глин.

Позднее Н. В. Кирсанов (1948) также отмечает, что согласно данным химического состава плиоценовых глин Закамья они относятся к группе цементных глин высшего качества. На возможность использования в цементном производстве некоторых разностей глин нижнеказанского и нижнемелового возраста указывали А. С. Ильясова и В. Н. Логинова в работах, проведенных в Геологическом институте Казанского филиала Академии наук СССР в 1950 г.

Все вышеизложенное позволяет констатировать, что на территории Татарской АССР имеются соответствующие ресурсы цементного сырья, дающие возможность положительно решать вопрос об организации местного цементного производства. Между тем имеющиеся материалы были совершенно недостаточны для осуществления такого решения. Отсутствие прежде всего перспективная оценка территории Татарской АССР с точки зрения распределения портланд-цементного сырья; не были ясны районы, на которых необходимо было сосредоточить первоочередное внимание; не было более или менее точного представления о запасах сырья; совершенно отсутствовали данные по технологической характеристике местного сырья.

Для разрешения этих вопросов, хотя бы в первом приближении, Геологическим институтом Казанского филиала Академии наук СССР в 1950 г. были начаты систематические исследования. Работы проводились под руководством Л. М. Миропольского коллективом сотрудников сектора минералогии, геохимии и полезных ископаемых. Краткому изложению основных результатов этих работ и посвящена настоящая статья.

При решении вопросов геологического прогноза мы руководствовались всем материалом, накопленным предшествующими геологическими исследованиями, и основывались на изучении палеогеографии осадочных толщ, на их фаціальном анализе. Имея в виду отсутствие каких-либо данных по технологии цементного производства на базе местного сырья и считаясь с необходимостью получения наиболее полной характеристики этого сырья, мы осуществили также комплекс технологических испытаний с получением цементного клинкера и цемента в количествах, достаточных для стандартных физико-механических испытаний (10—12 кг цемента по каждому опыту). Физико-механические испытания цемента и оценка их качества согласно ГОСТ 310—41 (1946) проведены лабораторией строительных материалов Казанского института инженеров-строителей нефтяной промышленности под руководством Ф. М. Хакимова

ва и Е. Ф. Камышева, при участии Г. Д. Зейферт. Химические анализы производились в химической лаборатории Геологического института под руководством К. В. Троицкой аналитиками В. К. Аментовой, З. Ш. Нагумановой и В. А. Любченко.

Результаты физико-механических испытаний цемента, полученные Геологическим институтом КФАН, освещены в статье Ф. М. Хакимова и Е. Ф. Камышева, помещенной в этом же сборнике.

РАЙОНИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ

Территориальное размещение месторождений минерального сырья определяется в первую очередь геологическим строением области, палеогеографическими условиями возникновения осадочных толщ. Распространенность определенных геологических комплексов, глубина их залегания, мощность, качество и запасы полезного ископаемого, удаленность месторождений от транспортных путей и населенных пунктов — вот основные факторы, обуславливающие перспективность и промышленную ценность минерально-сырьевых узлов.

В геологическом строении поверхностного осадочного покрова Татарии принимают участие пермские, мезозойские, третичные и четвертичные образования (Чердынцев и Тихвинская, 1939, 1940).

Незначительные по величине выходы на поверхность наиболее древних сакмарско-артинских ($P_1^{skm-art}$) отложений расположены в зоне тектонических поднятий восточной части Татарской АССР (верховья р. Шешмы и устье р. Иж). Эти выходы представлены в основном мелко- и тонкозернистыми, иногда брекчиевидными и окремнелыми известняками с прослоями доломитов и доломитизированных известняков, а местами глин (устье р. Иж). Как в силу незначительной величины выходов, так и по составу слагающих их пород сакмарско-артинские образования не могут представлять для нас интереса.

Значительно более широкое развитие имеют отложения вышележащей уфимской свиты (P_2^{uf}). Естественные обнажения последней приурочены преимущественно к зонам тектонических поднятий восточной Татарии (Сокско-Шешминская и Ижевско-Елабужская зоны), где они представлены главным образом породами кластического ряда. Мощность свиты здесь достигает 40—60 и даже 100 м. Незначительные по мощности прослои карбонатных пород (известняки, мергели, доломиты) приурочены обычно к нижней части свиты. Известняки уфимской свиты, в той или иной мере доломитизированные, с выделениями сульфатов (ангидрита, гипса, целестина), не удовлетворяют ни технологическим условиям на цементное сырье, ни экономическим и горно-техническим требованиям, предъявляемым к любому промышленному месторождению строительных материалов.

На отложения уфимской свиты на востоке и размытую, закарстованную поверхность сакмарско-артинских образований на западе республики налегают отложения казанского яруса (P_2^{kaz}), пользующиеся широким распространением на территории ТАССР.

Выходы нижнеказанских отложений ($P_2^{kaz}_1$) развиты преимущественно в восточном Закамье и в Среднем Прикамье, где они приурочены к Сокско-Шешминской и Елабужско-Ижевской зонам поднятий. Отдельные обнажения нижнеказанского подъяруса имеются и в Приказанском районе. Мощность их изменяется от 35 до 70 м.

Подъярус отчетливо подразделяется на ряд комплексов. Первый комплекс (1-я серия) спириферовых отложений ($P_2^{kaz}_1$) в классических разрезах нижнеказанского подъяруса среднего Прикамья

и юго-восточной Татарии представлен пачкой зеленовато-серых глинистых и алевроито-глинистых мергелей и алевроито-известковистых глин с типичной для них формой *Lingula orientalis* Dolowk. По наименованию последней эта пачка часто называется «лингуловой толщей». Мощности комплекса изменяются от 0,0—5,8 м (Приказанский район) до 28,0—31,5 м (восточная Татария). Лингуловые глины и мергели среднего Прикамья, благодаря относительной однородности их химического и гранулометрического состава, значительной мощности и небольшому содержанию вредных примесей (MgO , SO_3), давно привлекали к себе внимание, как возможное цементное сырье.

Второй комплекс (2-я серия) спириферовых отложений ($P_2^{kaz, II}$) в восточных районах Татарии представлен пачкой органогенных, органогенно-обломочных и оолитовых известняков. Известняки этого комплекса, наибольшей мощности достигают в среднем Прикамье на участке г. Елабуга — пос. Тихие Горы (от 4,1 до 7,7 м). В связи с незначительным содержанием вредных примесей они являются здесь наиболее перспективным горизонтом для поисков месторождений цементного сырья.

Третий комплекс (3-я и 4-я серии) спириферовых отложений ($P_2^{kaz, III}$) в Прикамье складывается толщей глинистых, алевроито-глинистых и алевроитовых мергелей и глин мощностью до 11 м. По химической и гранулометрической характеристике в некоторых пунктах Среднего Прикамья (с. Та-найка, г. Елабуга) эта толща представляет собой цементное сырье довольно хорошего качества (глинистый компонент).

Четвертый комплекс (5-я серия) спириферовых отложений ($P_2^{kaz, IV}$) в Среднем Прикамье представлен пачкой среднезернистых зеленовато-серых песчаников мощностью до 17,5 м, а в юго-восточных районах республики — переслаиванием песчаных мергелей, песчаников и алевролитов мощностью до 19 м.

Пятый комплекс спириферовых отложений ($P_2^{kaz, V}$) в Среднем Прикамье и ряде юго-восточных районов Татарии представлен пачкой оолитовых, органогенных и органогенно-обломочных известняков. Для этой пачки известняков при значительной мощности (до 8 м и более) характерно минимальное содержание вредных примесей (MgO , SO_3). В связи с этим в восточных районах ТАССР (пос. Шугурово) данный комплекс может представлять известный интерес, как возможное сырье для производства портланд-цемента.

Отложения верхнеказанского подъяруса в западной части ТАССР складываются преимущественно карбонатными породами. При мощности около 50 м они в Поволжье, согласно схеме М. Э. Ноинского, подразделяются на 8 серий.

Серия «ядренный камень» (А) складывается довольно постоянной толщей известняков, в разной степени доломитизированных, нередко органогенно-обломочной или оолитовой структуры с прослоями толстоносных доломитов. Местами наблюдаются прослои мергелей или глин.

Выше залегает серия «слоистый камень» (В). Она характеризуется весьма однообразным строением, складываясь доломитизированными известняками, которые сверху сменяются доломитами, в большей или меньшей степени глинистыми, обычно тонкослоистыми.

Серия «подбой» (С) складывается глинами «руководящая глина», мергелями и брекчиевидными доломитами.

Серия «серый камень» (D) характеризуется довольно разнообразным строением. В правобережье р. Волги она складывается доломитами, реже известковистыми доломитами и чистыми известняками. Восточнее в составе серии заметно возрастает содержание известняков, среди них значительное развитие получают песчанистые и оолитовые разности, появляются прослои глин и песчаников.

Серия «шиханы» (Е) складывается весьма однообразными белыми тонкослоистыми доломитами, которые местами являются гипсоносными.

Серия «опоки» (F) характеризуется пестрым литологическим составом. Она складывается разнообразными кластическими породами — песчаниками, алевролитами, глинами, а также мергелями и доломитами; последние часто превращены в брекчию.

Верхняя карбонатная серия «подлужник» (G) по строению в общих чертах напоминает вторую карбонатную пачку: «серый камень» и «шиханы». В правобережье р. Волги она складывается доломитами, в нижней части толстоносными, в верхней — тонконосными. Последние обычно разрушены в разной степени, местами в них появляются выделения гипса. К востоку и югу в составе серии — в нижней ее части — появляются известняки, часто органогенные и оолитовые, в разной степени перекристаллизованные.

Перекрывается серия «подлужник» так называемой «переходной толщей» (H) карбонатно-глинистого состава.

В сериях «переходная толща», «опоки» и «подбой» на участке Красновидово — Камское Устье — Сюкеево располагаются крупные залежи гипса, разрабатываемые рядом рудников.

В качестве источника цементного сырья могут представить интерес серии «серый камень» и «подлужник» в зонах преобладающего развития в них известняковых отложений.

В направлении к востоку от районов Поволжья наблюдается постепенное изменение фациального характера верхнеказанских отложений в сторону замещения морских, преимущественно карбонатных, отложений пестроцветными терригенными образованиями. Восточнее линии Арск — долина р. Шешмы находится уже зона преобладающего развития пестроцветных терригенных отложений белебеевской свиты мощностью до 120 м, в которых карбонатные породы имеют крайне ограниченное развитие. Из числа последних здесь все же следует отметить наиболее постоянные карбонатные пачки, пользующиеся широким распространением. В средней части свиты залегают известняки оолитовые и отрицательно-оолитовые, которые являются аналогом серии «серый камень» Поволжья. Мощность этой пачки лишь в юго-восточных районах республики превышает 1—2 м, а в районе с. Чупаево достигает 4 м. Верхняя карбонатная пачка — аналог серии «подлужник» — складывается преимущественно доломитами, переслаиваемыми с мергелями и глинами.

Пермские отложения венчаются образованиями татарского яруса (P_2^{tat}). Последний пользуется наиболее широким распространением среди поверхностных образований, занимая более 40% площади республики.

Татарский ярус на большей части территории республики складывается толщей песчано-алеврито-глинистых пород с маломощными прослоями мергелей, а также известняков и доломитов. В составе нижнетатарского подъяруса (свиты $P_2^{tat, I}$ и $P_2^{tat, II}$) в направлении к востоку происходит возрастание содержания песчаников за счет снижения роли глин и алевролитов. При переходе от центральных районов республики на северо-запад (северную часть Предволжья) наблюдается, наоборот, резкое возрастание содержания карбонатно-глинистых и карбонатных пород. Мергели, доломиты и известняки составляют здесь до 73% (по мощности), причем преобладающее развитие имеют доломитовые разности пород. Мощность нижнетатарского подъяруса колеблется в пределах 60—70 м, но в области Мелекесской депрессии она резко возрастает до 130 м и более.

Верхнетатарский подъярус (свиты $P_2^{tat,III}$, $P_2^{tat,IV}$, $P_2^{tat,V}$) наибольшую мощность (до 100—120 м) имеет в районе г. Тетюши. На остальной территории отложения его в значительной мере смыты. Подъярус характеризуется песчано-глинистым составом при подчиненном значении карбонатных пород. Последние группируются обычно в пачки мощностью до 2—3 м. Среди них, в отличие от нижней половины яруса, известковые и доломитовые разности развиты примерно в равных количествах.

Прослой известняков в татарском ярусе имеют, как правило, незначительную мощность и лишь в некоторых районах пачки их достигают 2—4 м. Таковы пачки известняков свит $P_2^{tat,II}$ и $P_2^{tat,IV}$ в северной части Предволжья. На базе известняков и мергелей четвертой свиты здесь (в ТАССР) работал небольшой цементный завод.

Мезозойские отложения развиты лишь в юго-западных районах ТАССР, где они повсеместно ложатся с разрывом на подстилающие их образования татарского яруса. В их составе верхнеюрские отложения (J_3) слагаются преимущественно глинами, нередко песчаными и известковистыми со стяжениями пирита и фосфорита. В нижних горизонтах наблюдаются прослой мелко- и среднезернистых песков, в верхних — горючих сланцев, фосфоритов и кварцево-глауконитовых песков.

Меловые отложения (Cr) также слагаются глинами с прослоями глинистых и горючих сланцев, глауконитовых песков, фосфоритов, местами опоковидных мергелей. В. Н. Логиновой установлено, что для производства цемента могут применяться готеривские глины, залегающие в основании нижнемеловых отложений района с. Городище.

На сильно размытой поверхности пермских и в единичных случаях (р. Карла) мезозойских образований залегают третичные отложения, относящиеся к плиоцену (N_2). Они не имеют сплошного распространения и большей частью приурочены к долинам рр. Волги, Камы и их крупных притоков.

Н. В. Кирсанов (1948) среди плиоценовых отложений Татарии выделяет три стратиграфических горизонта:

А — нижний, наиболее древний комплекс пород, представленный песчано-глинистыми аллювиальными отложениями, условно относится им к балаханскому ярусу (N_2^{bal});

Б — средний комплекс солоноватоводных и лагуно-морских песчано-алевритовых образований — к ачкагыльскому ярусу (N_2^{ak});

В — верхний комплекс аллювиальных и озерно-болотных песчано-галечных, песчано-глинистых и глинисто-илистых отложений, пользующихся наибольшим распространением, — к апшеронскому ярусу (N_2^{ap}).

Исследования литологии третичных отложений, проводившиеся Н. В. Кирсановым (1948), показали, что в качестве высокосортного сырья для производства портланд-цемента следует рассматривать глины апшеронского и ачкагыльского ярусов.

Четвертичные отложения (Q) пользуются повсеместным развитием. Среди слагающих их пород отметим лёссовидные суглинки, которые, исходя из опыта ряда заводов Советского Союза, могут рассматриваться в качестве глинистого компонента при производстве портланд-цемента.

На основе краткого обзора геологического строения Татарской АССР мы имеем возможность заключить, что для поисков цементного сырья (в отношении карбонатного компонента) наиболее перспективны отложения казанского яруса. В связи с этим установление фациально-литологических закономерностей в распределении последних представляет одно из необходимых условий успеха геолого-поисковых и разведочных работ на цементное сырье.

Палеогеографическая обстановка нижнеказанского времени была довольно благоприятной для образования слабо магнезиальных глинисто-карбонатных осадков на восточной окраине спираферового бассейна.

Решающим фактором, который в конечном счете обуславливал распределение осадков в спираферовом, как и в любом другом, бассейне, являлась тектоническая жизнь Русской платформы и Урала. Она в первую очередь определяла размеры и очертания нижнеказанского моря, рельеф морского дна, направление и скорость морских течений, гидрохимический режим, интенсивность поступления обломочного материала и т. д.

Каждому из описанных выше пяти литологических комплексов спираферовых отложений соответствует особый этап существования этого бассейна со специфической совокупностью конкретных условий седиментации, распределения осадков и органического мира. Общими особенностями для всех стадий нижнеказанского времени являются:

а) наличие более или менее свободной связи спираферового бассейна с открытым океаном;

б) привнос обломочного материала по двум направлениям — с северо-востока (западный склон Урала и Предуралья) и с севера или с северо-запада;

в) преемственность распределения фаций и фауны во времени;

г) северо-северо-западное простирание большинства фациально-литологических зон.

Нижнеказанская трансгрессия, повидимому, развивалась довольно интенсивно, и уже в первый этап существования спираферового бассейна она распространяется за пределы рассматриваемой нами территории.

Первая стадия нижнеспирферовой трансгрессии ознаменовалась накоплением толщи глинисто-алевритовых и глинисто-карбонатных осадков, известных под наименованием «лингуловой толщи». Проследивая отложения «лингуловой толщи» с северо-востока на юго-запад, можно наблюдать, как глинисто-алевритовые и песчано-алевритовые осадки в бассейнах рр. Ик и Сюнь сменяются известково-глинистыми, а последние в бассейнах рр. Шешмы и Черемшана — глинисто-доломитовыми¹. С точки зрения поисков месторождений цементного сырья наибольшего внимания заслуживает зона распространения известково-глинистых осадков, протягивающаяся полосой северо-западного простиранения между бассейнами рр. Ика и Шешмы и далее на северо-запад.

Первого максимума трансгрессии нижнеказанского моря достигает ко времени накопления карбонатных осадков второго комплекса ($P_2^{kaz, I}$). В это время море значительно расширяет свои пределы на востоке и западе; пышного развития достигают криноидно-мшанковая и брахиоподовая фауны. За счет последних на обширных пространствах Татарии и прилегающих районов происходит накопление известковых и известково-доломитовых органогенных осадков.

Для этой стадии устанавливается наличие четырех фациально-литологических зон (рис. 1):

1) зона лагуно-побережных красноцветных осадков (мелко- и среднезернистые песчаники, налегающие на «лингуловую толщу» у с. Туймаза и в бассейне р. Стерли);

2) зона мелководно-морских известковых и известково-глинистых органогенных и оолитовых илов (органогенно-обломочные, оолитовые и песчано-алевритовые известняки второго комплекса в разрезах у сс. Иско-кое Устье, Тихие Горы, Танайка, Сентяк, Грахань, Буддырь, пос. Шугурово, с. Черемшан);

¹ По материалам А. С. Ильясовой.

3) зона мелководно-морских алеврито-песчаных известковых осадков Приказанского района (алеврито-песчаные известняки и сильно известковистые песчаники второго комплекса в разрезах у сс. Верхний Услон, Янга-Аул, Красновка);

4) зона известково-доломитовых и доломитовых органогенных отложений центральной части моря (органогенные доломиты и известковые доломиты, налегающие на «лингуловую толщу» у сс. Камское Устье, Аксубаево, п. Нурлат и гг. Чебоксары и Маринский Посад).

Вторая фациальная зона, простирающаяся от Икского устья и междуречья Стерли и Степного Зая на востоке до линии Ципья—Чистополь—Аксубаево на западе, представляла часть неритовой зоны, где в обстановке нормального морского режима при минимальном поступлении терригенного материала наибольшее значение приобретает биогенный фактор осадконакопления. Здесь исключительный расцвет переживают брахиоподовая, криноидно-мшанковая, фораминиферовая фауны. Массивные скопления раковин брахиопод, остатков морских лилий и мшанок нередко образуют большие рифоподобные скопления. Лишь в восточной части характеризуемой фациально-литологической зоны, расположенной ближе к берегу, временами происходило накопление песчаных и оолитовых известковых осадков. Но и в этой полосе органогенный детритус являлся существенной частью известковых илов.

Таким образом, палеогеографическая обстановка второго этапа существования спириферового бассейна способствовала накоплению в пределах второй фациально-литологической зоны местами значительной толщи известковых осадков. Известняки этой зоны представляют одну из основных минерально-сырьевых баз для организации цементного производства в Среднем Прикамье (Елабуга — Бондюжский).

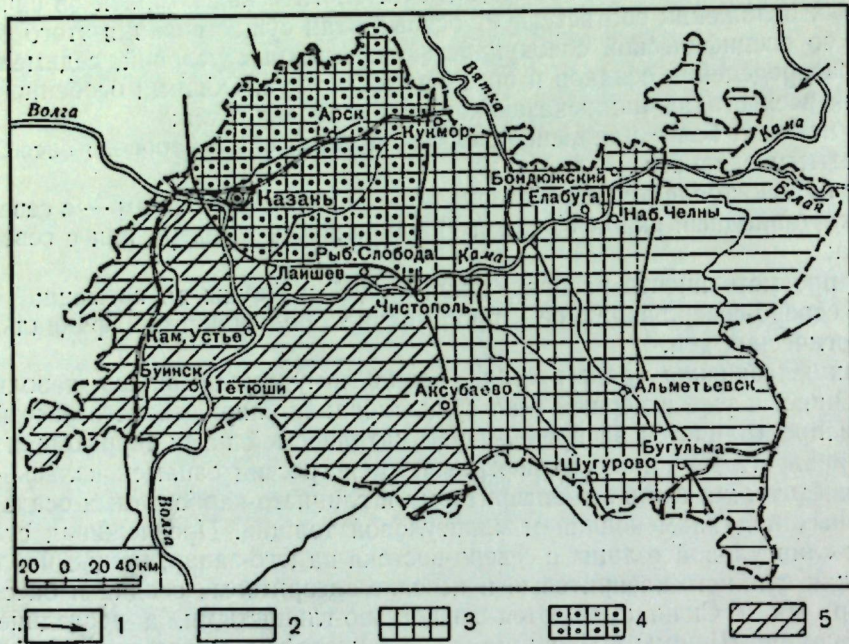


Рис. 1. Схема распределения фациальных зон в нижнеспириферовом бассейне во вторую стадию осадконакопления (II комплекс — $P_2^{kaz, V}$). Составил В. Н. Незимов.

1 — направление привноса терригенного материала; 2 — зона лагуно-прибрежных красноцветных отложений (алевриты и песчаники); 3 — зона мелководно-морских известковых и известково-глинистых органогенных и оолитовых илов; 4 — зона мелководно-морских алеврито-песчаных известковых осадков; 5 — зона известково-доломитовых органогенных илов центральной части моря.

получение известковых осадков. Известняки этой зоны представляют одну из основных минерально-сырьевых баз для организации цементного производства в Среднем Прикамье (Елабуга — Бондюжский).

Следующая стадия жизни спириферового бассейна ознаменовалась довольно значительным сокращением границ распространения моря, его обмелением, расширением зоны прибрежных песчано-глинистых фаций и продвижением их с востока на запад и с севера на юг. Карбонатообразование сосредоточивается на значительно меньших площадях. Но и в тех районах, где оно происходит, глинистый и алевритовый материал составляет существенную часть известковых и доломитовых илов. Центр органогенного карбонатакопления перемещается на территорию Чебоксарского Поволжья.

В отношении поисков цементного сырья наиболее перспективна область распространения алеврито-глинистых известковых осадков на территории Среднего Прикамья (сс. Сентяк, Танайка). Она протягивается с севера на юго-восток из района Елабуга — Булдырь к нижнему течению рр. Ик и Черемшан.

Своего максимума регрессия достигает в последний этап существования спириферового бассейна ($P_2^{kaz, V}$). Обмеление моря и приближение береговой линии непосредственно к восточной части Татарии были связаны вместе с тем с еще большим усилением привноса обломочного материала. Довольно узкая полоса, в пределах которой в начале верхне-спириферового времени еще отлагались глинисто-мергельные осадки, совершенно исчезает. На ее месте начинают накапливаться прибрежно-лагунные красноцветные и мелководно-морские алеврито-песчаные отложения. Карбонатакопление в это время ограничивается на юге лишь территорией Аксубаево-Нурлатского района и примыкающими к нему площадями Куйбышевской и Чкаловской областей, а на западе — областью Чебоксарского Поволжья.

Время образования карбонатной пачки верхов нижнеказанского подъяруса является последним (трансгрессивным) этапом существования спириферового бассейна. В это время море вновь расширяет свои пределы, береговая линия отодвигается к северо-востоку и, следуя за ней, продвигаются в том же направлении карбонатные фации. Но эта трансгрессия нижнеказанского моря по времени и размаху была менее интенсивной, чем трансгрессия во второй этап существования спириферового бассейна.

Значительная часть территории восточных районов Татарии продолжала оставаться областью накопления лагуно-прибрежных красноцветных отложений.

В заключительный этап существования спириферового бассейна имелись четыре основные фациально-литологические зоны накопления осадков (рис. 2):

1) зона лагуно-прибрежных красноцветных осадков (песчано-алевритовые и глинистые отложения с небольшими прослоями известняков в разрезах у сс. Сентяк, Бетьки, Красный Бор);

2) зона мелководно-морских известковых органогенных илов (органогенные и оолитовые известняки восточнее линии верховья р. Меши — Чистополь — Шугурово);

3) зона мелководно-морских известково-песчаных осадков Приказанского района;

4) зона известково-доломитовых и доломитовых илов центральной части моря (доломиты кровли нижнеказанского подъяруса в разрезах Чебоксарского Поволжья и у пос. Камское Устье, сс. Рыбная Слобода, Аксубаево, Черемшан, Ойкино, Сергиевск, Байтуган).

Из числа этих зон наиболее перспективна в отношении поисков цементного сырья (на известковый компонент) область накопления известковых органогенных и оолитовых осадков (вторая зона). С запада она

ограничивается верховьями р. Меши и протягивается на юго-восток, следуя направлению рр. Шешмы и Ст. Зая, за пределы республики.

Геологическая история второй половины казанского века протекала в условиях неоднократной и резкой смены физико-географической обстановки. В целом для верхнеказанского бассейна характерны следующие особенности:

- а) прогрессирующее сокращение пределов его распространения;
- б) отсутствие свободной связи моря с открытым океаном;
- в) привнос обломочного материала по одному основному направлению — с северо-востока и

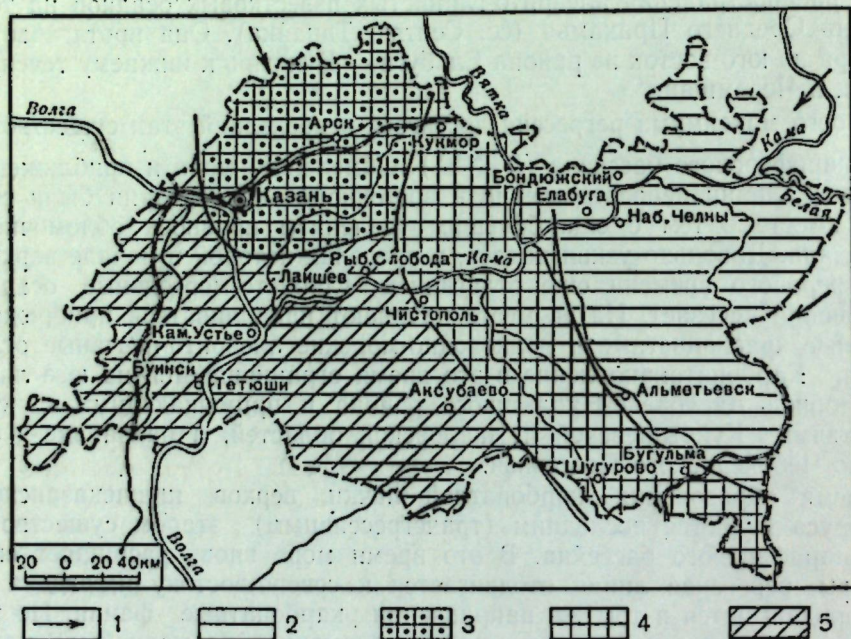


Рис. 2. Схема распределения фациальных зон в верхнеспириферовом бассейне в третью стадию осадконакопления (V комплекс — $P_2^{kaz, V}$).

Составил В. Н. Незимов.

- 1 — направление приноса терригенного материала; 2 — зона лагуно-прибрежных красноцветных осадков (песчано-алевритовые и глинистые отложения с небольшими прослоями известняков); 3 — зона мелководно-морских известково-песчаных осадков; 4 — зона мелководно-морских известковых органогенных илов; 5 — зона известково-доломитовых и доломитовых осадков центральной части моря.

г) северо-западное простирание большинства фациально-литологических зон.

В истории развития верхнеказанского моря имеются три основных этапа, в течение которых оно несколько расширяло свои пределы. Эти этапы соответствуют времени образования осадков серий: «ядренного камня» ($P_2^{kaz, A}$), «серого камня» ($P_2^{kaz, D}$) и «подлужника» ($P_2^{kaz, G}$).

Для времени образования осадков серии «ядренного камня» нами выделены четыре основные фациально-литологические зоны:

1) зона лагуно-прибрежных красноцветных осадков (глинисто-песчаные отложения в разрезах серии восточнее линии дд. Красновка — Вандовка — Новая Письмянка);

2) зона мелководно-морских известково-глинистых илов (глины с прослоями известняков и мергелей в разрезах серии восточнее линии с. Азино — г. Чистополь — пос. Шугурово);

3) зона мелководно-морских известковых и доломито-известковых осадков (известняки и известковистые доломиты в разрезах восточнее линии г. Казань — с. Булдырь — г. Белебей);

4) полоса доломитовых и гипсово-доломитовых осадков центральной части верхнеказанского моря.

Зона карбонатных осадков, включающая территорию Приказанского Поволжья и нижнего Прикамья, представляла собою область, где попеременно отлагались известковые и доломитовые илы. Ввиду низкого гипсометрического положения отложений зоны для поисков цементного сырья она мало перспективна.

Для времени формирования осадков серии «серого камня» нами выделены три основные фациально-литологические зоны (рис. 3):

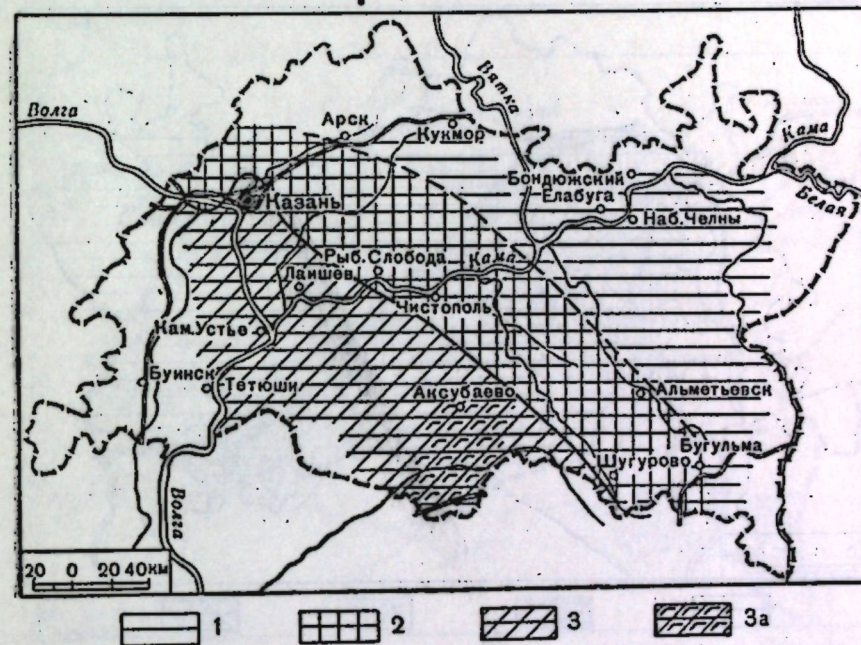


Рис. 3. Схема распределения фациальных зон в верхнеказанском бассейне для времени образования осадков серии «серого камня». Составил В. Н. Незимов (для Приказанского района с учетом данных Е. И. Тихвинской).

- 1 — зона лагуно-прибрежных красноцветных осадков (песчаники и глины с прослоями мергелей и известняков); 2 — зона мелководно-морских известковых илов (песчаные и оолитовые известняки); 3 — зона доломитовых и 3а — гипсово-доломитовых осадков центральной части моря.

1) зона лагуно-прибрежных красноцветных осадков (песчаники и глины с прослоями мергелей и известняков в разрезах восточнее линии: Арск — Красновка — Вандовка — г. Альметьевск);

2) зона мелководно-морских известковых отложений (песчаные и оолитовые известняки в разрезах севернее и восточнее линии: устье р. Свияги — с. Белянкино — с. Красновидово — с. Рыбная Слобода — с. Булдырь — пос. Шугурово — г. Белебей);

3) зона доломитовых и гипсово-доломитовых осадков центральной части бассейна.

Наиболее перспективная в отношении поисков цементного сырья зона известковых осадков протягивается от района г. Белебея через г. Бугульму, пп. Шугурово и Новую Письмянку к Чистопольскому району и далее в Приказанское Поволжье.

Наибольшие по мощности толщи оолитовых известковых осадков были сформированы в характеризуемый этап в юго-восточной части второй фациальной зоны (район с. Чупаево), которая представляет в связи с этим несомненный интерес для поисков месторождений цементного сырья.

К концу времени образования осадков серии «опоки» вся территория Татарии вновь испытывает опускание, которое привело к последней в истории казанского века трансгрессии бассейна. Кратковременное возобновление связи последнего с открытым морем создало специфическую палеогеографическую обстановку, в которой формировались осадки нижней части серии «подлужник».

Для этапа, в течение которого в верхнеказанском бассейне происходило накопление осадков нижней части серии «подлужник», могут быть выделены четыре основные фациально-литологические зоны (рис. 4).

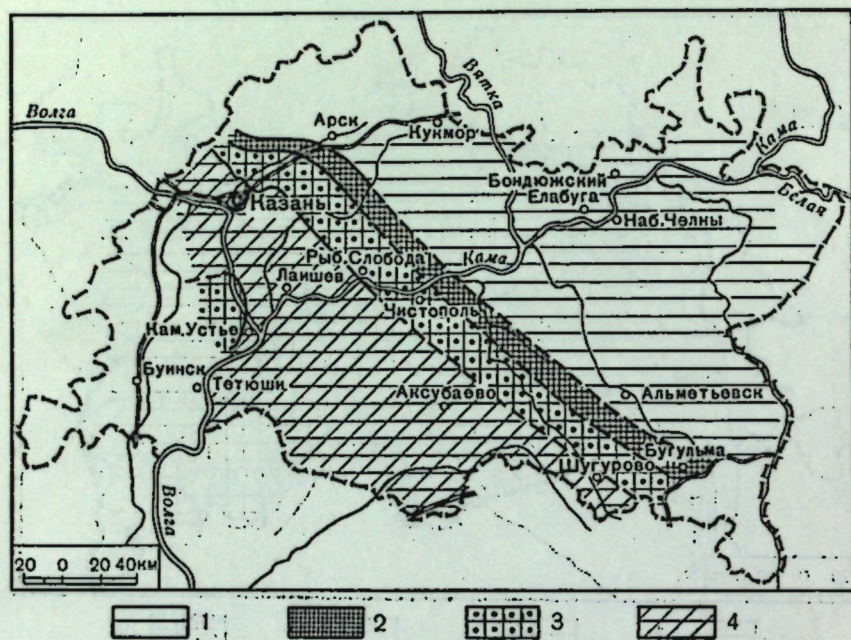


Рис. 4. Схема распределения фациальных зон в верхнеказанском бассейне для времени образования осадков нижней части серии «подлужник». Составил В. Н. Незимов (для Приказанского района с учетом данных Е. И. Тихвинской).

1 — зона лагуно-прибрежных красноцветных осадков (глины и алевролиты с прослоями известняков); 2 — зона мелководно-морских и глинисто-карбонатных осадков; 3 — зона мелководно-морских оолитовых карбонатных илов (оолитовые известняки и доломиты); 4 — зона доломитовых и гипсово-доломитовых осадков центральной части моря.

Первая фациально-литологическая зона охватывает область распространения лагуно-прибрежных красноцветных осадков — глины и алевролиты с небольшими прослоями известняков. Располагается она восточнее и северо-восточнее линии п. Арск — с. Вандовка — г. Альметьевск — г. Бугульма.

Вторая зона соответствует полосе развития мелководно-морских глинисто-карбонатных осадков (известняки и доломиты с прослоями алевро-глинистых пород восточнее линии с. Янга-Аул — с. Куркачи — г. Чистополь — п. Новая Письманка). Для Приказанского района она территориально совпадает с выделенной Е. И. Тихвинской (1939) зоной «переслаивающихся прибрежных тонкослоистых доломитов и глины».

Третья фациально-литологическая зона представляет собой область распространения мелководно-морских оолитовых карбонатных осадков (оолитовые известняки и доломиты) — в Приказанском районе и песчаных и глинистых известняков — в юго-восточных районах Татарии. Располагается эта зона восточнее и северо-восточнее линии сс. Белянкино — Рыб. Слобода — пос. Шугурово. Для Приказанского района зона соот-

ветствует полосе «прибрежных ракушечников, оолитов и песчаных оолитов», выделенной Е. И. Тихвинской (1939).

Наконец, четвертая фациально-литологическая зона представляет собой территорию распространения доломитовых и гипсово-доломитовых осадков центральной части бассейна (по Е. И. Тихвинской, «плотные толсто-слоистые мелководные доломиты»).

В пределах третьей фациальной зоны оолитовые разности карбонатных пород характерны для ее северо-западной части, глинистые — для юго-восточной. Для поисков цементного сырья наиболее перспективна зона развития оолитовых карбонатных образований на территории Приказанского района.

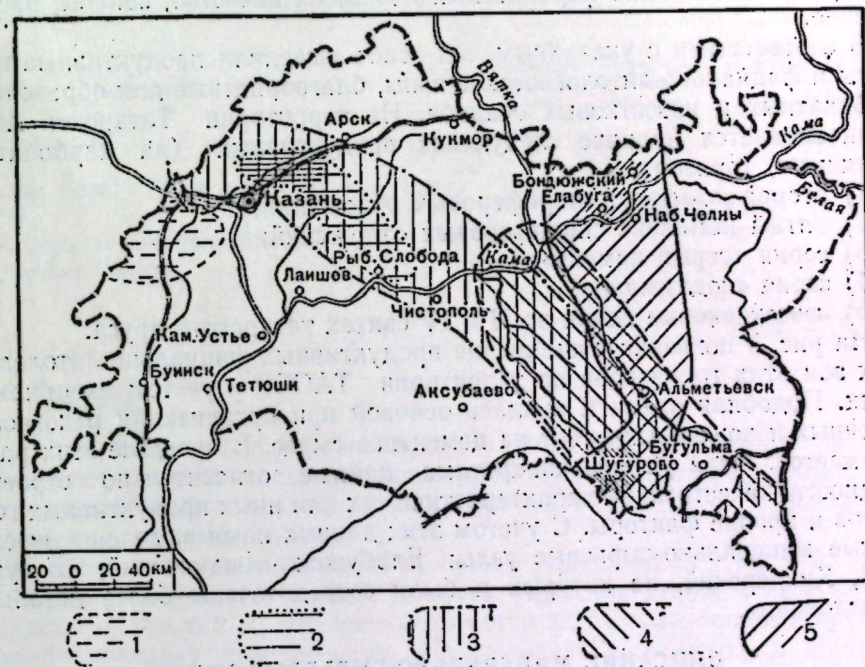


Рис. 5. Распределение фациально-литологических зон, перспективных в отношении поисков цементного сырья (по карбонатному компоненту) с учетом общепекаемости. Составил Ю. В. Семеновский.

1 — татарский ярус; 2 — серия «подлужник»; 3 — серия «серого камня»; 4 — V комплекс спириферовых отложений; 5 — II комплекс спириферовых отложений.

Обстановка осадконакопления для первой половины татарского века на территории Татарии характеризовалась преобладающим влиянием восточной питающей провинции и руководящим значением дифференцированных тектонических движений (Семеновский, 1949). В силу этого в северо-западной части ТАССР мы наблюдаем зону наиболее интенсивного карбонатообразования, которая восточнее — в области западного Закамья — сменяется зоной преобладающего развития глинистых осадков. Еще далее к востоку располагаются зоны преимущественного накопления алевроитовых (р. Черемшан) и песчаных (Бавлинский район) отложений.

Характеристику верхнетатарских отложений в указанном отношении дать затруднительно, так как от размыва сохранились различные части подъяруса. Можно лишь отметить, что в направлении к северо-западу наблюдается возрастание роли карбонатных пород.

Перспективными в отношении поисков цементного сырья следует считать свиты $P_2^{tat, II}$ и $P_2^{tat, IV}$ в северной части Предволжья.

На рассмотрении палеогеографической обстановки формирования мезозойских третичных и четвертичных образований мы не останавливаемся. Не рассматриваем также и влияние вторичных процессов, которые хотя и оказывают местами существенное влияние на характер продуктивных горизонтов, но не изменяют общей картины их распределения.

Вышеизложенные данные позволяют выделить ряд горизонтов и фациально-литологических зон, перспективных в отношении поисков цементного сырья. В составе сырьевых компонентов, на которых базируется производство цемента, определяющим по качественной характеристике и преобладающим количественно является карбонатный компонент. Поэтому первостепенное значение в перспективной оценке территории будут иметь месторождения именно карбонатных пород, их качество, запасы, распределение.

В соответствии с указанным, мы особо выделили продуктивные горизонты и фациально-литологические зоны, благоприятные для образования карбонатных и известковых осадков. На территории Татарской АССР устанавливается наличие следующих продуктивных (на карбонатный компонент) горизонтов:

- 1) второй комплекс спириферовых отложений;
- 2) пятый комплекс спириферовых отложений;
- 3) серия «серый камень»;
- 4) серия «подлужник»;
- 5) известняковые пачки во II и IV свитах татарского яруса.

На рис. 5 показано размещение продуктивных фациально-литологических зон этих горизонтов на территории ТАССР с учетом их обнаженности. Подобная схема и явилась основой при организации рекогносцировочных и поисковых работ на цементное сырье. В процессе этих работ, разумеется, были учтены конкретные данные относительно строения, мощности, качественной характеристики тех или иных продуктивных горизонтов и прочие факторы. С учетом этих данных нами выделены перспективные минерально-сырьевые узлы: Елабужско-Бондюжский, Шугуровский, Киндерский, на которых и были сосредоточены более детальные исследования.

ОПИСАНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ УЗЛОВ

Елабужско - Бондюжский минерально - сырьевой узел располагается на отрезке р. Камы от с. Танайка до с. Тихие Горы, включая и нижнее течение р. Тоймы. В геологическом строении этого района (в поверхностных образованиях) принимают участие уфимские, нижнеказанские и верхнеказанские отложения. В долине р. Камы широким развитием пользуются также четвертичные отложения.

Продуктивным горизонтом здесь являются отложения второго спириферового комплекса, представленные пачкой известняков, переполненных органическим детритусом или содержащих алевроитовый материал. Мощность этой пачки закономерно возрастает в направлении на северо-восток. У с. Танайка она равна 2,7 м, близ г. Елабуги («Красная Горка») — 4,1 м, у с. Татарские Челны (в 10 км северо-восточнее г. Елабуги) — 7,1 м, у с. Тихие Горы — 7,7 м. Уже в последнем пункте пачка расклинивается прослоями терригенных пород и далее к северо-востоку (с. Ижевка) происходит уменьшение суммарной мощности известняковых прослоев.

В составе описываемого продуктивного горизонта на участке сс. Танайка — Тихие Горы преобладают известняки органогенные, органогенно-обломочные, органогенно-детритусовые, нередко переходящие в оолитовые и местами отрицательно-оолитовые разности. В направлении к северо-востоку происходит некоторое уменьшение содержания этих раз-

ностей известняков, возрастает количество мелко- и среднезернистых известняков, алевроито-глинистых и песчаных. В указанном направлении вообще постепенно возрастает содержание, преимущественно алевроито-песчаного материала во всех разностях известняков, в том числе и в органогенно-обломочных известняках. Подавляющая часть этого материала представлена кварцем. Указанные взаимоотношения подтверждаются данными анализов по основным разрезам горизонта, помещенными в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав известняков продуктивного горизонта на Елабужском участке (средневзвешенные данные, в %)

Местоположение обнажения	Мощность горизонта (м)	Нерастворимый остаток	Содержание в фильтрате (%)	
			CaO	MgO
«Красная Горка» (3 км ниже пристани Елабуга)	4,1	16,41**	45,86	0,74
«Городище» (у пристани Елабуга)	2,5*	11,06	49,10	0,44
с. Татарские Челны	7,1	17,92	45,15	0,54
с. Тихие Горы	7,7	19,63**	42,81	1,33
»	5,3*	11,24	48,65	0,80

* Видимая мощность;

** $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$.

По трем разрезам, в которых продуктивный горизонт вскрыт на полную мощность, наблюдается закономерное возрастание содержания терригенного материала в карбонатных породах горизонта в направлении с юго-запада на северо-восток.

Наиболее высоким качеством обладают известняки верхней части продуктивного горизонта близ г. Елабуга (Красная Горка и Городище). Мощность их около 2 м. Эта часть складывается здесь оолитовыми и органогенно-обломочными известняками. Исключительная чистота и постоянство химического состава этих известняков приближают их к лучшим сортам известняков, на которых работают цементные заводы Советского Союза.

В нижней части разреза продуктивного горизонта преобладают известняки глинистые, алевроитовые, переслаивающиеся с мергелями алевроитовыми и алевролитами известковистыми. В соответствии с этим состав нижней части разреза обогащается нерастворимыми компонентами, содержание CaO снижается. Средний химический состав пород нижней части комплекса (табл. 2), а также и всего комплекса в целом показывает большое сходство с химическим составом мергелей новороссийских цементных заводов. Неблагоприятным фактором для этих пород является высокое содержание в них свободного кремнезема в виде обломочного кварца, что будет вносить известные осложнения в технологический процесс.

В направлении к северо-востоку верхние части разреза все более обогащаются терригенным материалом, известняки теряют свое высокое качество. В нижней части здесь (с. Татарские Челны), наоборот, обособляется пачка чистых органогенных и оолитовых известняков, аналогичных вышеописанным.

В соответствии с этими данными наиболее перспективным участком следует считать участок между г. Елабуга и с. Татарские Челны. Условия рельефа и обнаженности позволяют рассчитывать на получение здесь

значительных запасов продуктивных известняков по правому склону долины р. Тоймы.

В качестве глинистого компонента цементной шихты могут быть использованы породы первого или третьего спириферового комплексов.

Таблица 2

Химический состав известняков продуктивного горизонта
у г. Елабуга (в %)

Местоположение обнажения	Часть горизонта	Мощность горизонта (м)	Нерастворимый остаток	Содержание в фильтрате (%)	
				CaO	MgO
«Красная Горка»	Верхняя	2,05	0,35**	55,18	0,60
»	Нижняя	1,93	33,48	36,03	0,83
«Городище»	Верхняя	1,90	5,03	52,60	0,41
»	Нижняя	0,55*	29,13	38,62	0,52
с. Татарские Челны	Верхняя	3,50	27,20	40,39	0,26
»	Нижняя	2,65	7,55	50,48	0,85
пос. Бондюжский	Верхняя	2,90	31,19	37,51	0,74
»	Нижняя	2,40*	2,41	53,34	0,83

* Видимая мощность.

** $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$.

Отложения первого спириферового комплекса («лингуловая толща») имеют мощность 7—9 м. Они представлены сильно известковистыми глинами и глинистыми мергелями, которые в верхней части содержат прослойки алевролитов известково-глинистых. Представление о гранулометрическом составе пород этой толщи дает табл. 3.

Таблица 3

Фракционный состав глинистых пород Елабужского участка в пересчете на породу (в %)

Положение разреза	Нерастворимый остаток	Растворимые компоненты	Размер (мм)					
			>0,5	0,5—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	<0,01
«Лингуловая толща», верхняя часть (проба № 4), «Городище»	75,7	24,3	—	0,1	0,2	1,0	17,5	56,9
«Лингуловая толща», нижняя часть (проба № 5), «Городище»	64,4	35,6	—	—	0,1	0,2	9,0	55,1
Плитняки третьего спириферового комплекса, с. Танайка, верхняя часть	52,2	47,8	—	0,1	20,1	4,6	4,8	22,6
То же, средняя и нижняя части	64,5	35,5	—	0,2	1,3	0,2	4,6	58,2

Приведенные данные показывают, что более высокими показателями обладают породы нижней части «лингуловой толщи», в которых в два раза ниже содержание алевроитового материала и повышено содержание карбонатного материала. По горно-техническим соображениям, однако, можно ставить вопрос об использовании либо только верхней части, либо всей толщи в целом.

Глинистые плитняки третьего спириферового комплекса, описанные в наиболее характерном развитии в районе с. Танайка, характеризуются заметно пониженным содержанием алевроито-песчаных фракций. Это, как видно из табл. 3, относится к средней и нижней частям толщи плитняков мощностью около 8 м. Толща плитняков характеризуется более благоприятными данными и в химическом отношении: содержание MgO не превышает 1,44% (среднее 1,24%), в то время как в толще «лингуловых» глин оно поднимается до 4,3%. В силу этих причин мы должны оценить танайские плитняки ($\text{P}_{2\text{Kaz}}, \text{III}$) как цементное сырье более высокого качества, чем глины «лингуловой толщи».

При прослеживании описанных глинисто-карбонатных комплексов к северо-востоку мы должны ожидать, как это установлено фациальным анализом, значительного ухудшения их качества вследствие обогащения терригенными компонентами при переходе в зону более мелкозернистых осадков. В связи с этим в районе г. Елабуга—пос. Бондюжский мы можем рассчитывать на использование в качестве глинистого компонента прежде всего горизонта плитняков, перекрывающего продуктивный пласт известняка. На участке же северо-восточнее пос. Бондюжский, вероятно, придется перейти на использование пачки «лингуловых» глин. Далее же оба эти горизонта претерпевают настолько сильные изменения, что едва ли могут быть использованы в качестве глинистого компонента цементной шихты.

Подводя итог рассмотрению Елабужско-Бондюжского минерально-сырьевого узла, необходимо отметить ряд положений.

1. Елабужско-Бондюжский минерально-сырьевой узел обладает большими запасами сырья, которые позволяют организовать в Прикамье производство портланд-цемента.

2. По технологическим условиям рассмотренные месторождения известняков, мергелей и глин отвечают цементному сырью высокого качества.

3. В качестве наиболее перспективного участка под поисковую разведку на цементное сырье (известняки) следует указать левый склон долины р. Тоймы на участке между г. Елабуга и пос. Бондюжский. Здесь необходимо вести поиски и глинистого компонента в отложениях, перекрывающих или подстилающих продуктивную карбонатную пачку.

4. В качестве резервных участков можно назвать участок у пристани Елабуга (Городище) и в 3 км ниже пристани (Красная Горка).

Шугуровский минерально-сырьевой узел располагается в верховьях р. Шешмы. В геологическом строении этого района (в поверхностных образованиях) принимают участие сакмарско-артинские отложения, отложения уфимской свиты и казанского яруса. В долине р. Шешмы пользуются широким развитием также четвертичные отложения и встречаются в виде островных пятен плиоценовые образования. Рельеф района характеризуется весьма сильной расчлененностью, амплитуда высот на коротких расстояниях достигает 100—150 м. Верхние части склонов и водораздельные пространства слагаются отложениями белебеевской свиты; в нижних частях склонов наиболее глубоко врезанных долин выходит уфимская свита; по кровле нижнеказанских отложений обычно наблюдается денудационная терраса, имеющая широкое распространение. Она приурочена к основному продуктивному горизонту — известнякам пятого спириферового комплекса.

Образования пятого спириферового комплекса, обнажаясь в бровке денудационных террас, дают отвесные обрывы высотой до 7 м. Литологический состав их довольно пестр: мергели песчано-алевритовые и доломитовые, известняки органогенно-обломочные и оолитовые, глинистые, песчаные и алевроитовые, песчаники сильно известковистые. Известняки

органогенно-обломочные, органогенно-брахиоподовые и оолитовые образуют в верхней части комплекса монолитную карбонатную пачку мощностью в 5—6 м, которая и является продуктивным горизонтом.

Для всех пород комплекса характерно наличие песчано-алевритового материала, наиболее высокое в кровле и в нижней части комплекса, ограничивающих продуктивный слой (табл. 4).

Таблица 4

Фракционный состав пород третьего верхнеспириферового комплекса
(в пересчете на породу, в %)

Часть комплекса и составляющие его породы	Мощность (м)	Нерас- тормо- женный остаток	Растормо- женные ком- поненты	Размер (мм)					
				>0,5	0,5—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	<0,01
Верхняя: мергель пес- чано-алевритовый . . .	1,05	54,1	45,9	—	0,3	17,5	4,9	8,5	22,7
Продуктивная: извест- няк оолитовый, участ- ками органогенно-об- ломочный	2,80	16,8	83,2	—	1,0	6,1	0,8	0,7	8,2
Нижняя: мергель и из- вестняк песчаные . . .	1,75	25,9	74,1	—	1,0	12,1	2,0	1,5	9,3

Химический состав пород продуктивного горизонта характеризуется повышенным содержанием SiO_2 и близок к составу новороссийских «натуралов» (табл. 5). Это обстоятельство позволит использовать их в производстве с незначительной добавкой глины или даже без корректировки глинистым компонентом. Значительное содержание в известняках песчано-алевритового материала является отрицательным моментом.

Такой характер продуктивный горизонт имеет в районе п. Шугурово. При переходе к северу, в бассейн р. Кувак, пачка расклинивается прослоем песчаника, вместе с тем резко возрастает степень доломитизации пород. К западу (р-он Бакирово — Штаряк) уменьшается содержание терригенного материала и степень доломитизации, вся пачка здесь представлена монолитной толщей известняков.

Отложения второго спириферового комплекса, располагающиеся ниже по разрезу на 30 м, имеют мощность около 2,5 м. Они представлены пачкой органогенно-брахиоподовых, обычно глинистых известняков, в которых имеется лишь один небольшой прослой известковистой глины. Известняки содержат в небольшом количестве (8—15%) терригенный, преимущественно глинистый, материал. Содержание вредных примесей (MgO и SO_3) не превышает 1% (табл. 5).

Таблица 5

Химическая характеристика карбонатных пород спириферового подъяруса

Горизонт и часть разреза	Потеря при про- каливании	Содержание (%)					
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3
Пятый спирифе- ровый { верхняя	13,64	48,72	9,99	3,48	18,46	1,69	—
{ продуктивная	39,50	14,47	1,71	1,07	45,71	0,40	0,00
{ нижняя	29,75	25,78	3,17	1,53	36,18	0,58	1,09
Второй спириферовый . . .	38,28	8,56	1,85	1,08	47,41	0,69	0,31
Новороссийский «натурал» . .	35,17	16,48	1,44	1,32	44,38	0,39	—

В целом химический состав этих известняков весьма близок к составу мергелей, используемых цементным заводом «Красный Строитель». Это позволяет рассчитывать на возможность применения глинистых известняков нижнеспириферового горизонта для производства портланд-цемента или в чистом виде или только с незначительной добавкой корректирующего глинистого компонента. Разработка этого горизонта может вестись только подземным способом.

Следующий продуктивный горизонт залегает в средней части белеевской свиты. Он представлен довольно постоянной пачкой известняков оолитовых и отрицательно-оолитовых, местами доломитизированных. Этот горизонт имеет сравнительно небольшую мощность и обычно недостаточно благоприятные условия эксплуатации. Лишь севернее, в районе с. Чупаево, горизонт достигает мощности 3,5—4,2 м. При наличии здесь участков с благоприятными условиями эксплуатации (крайне малая вскрыша) мы имеем месторождение известняков высокого качества. Однако отсутствие в районе с. Чупаево глины соответствующего качества и разветвляющаяся разработка месторождения на естественный стеновой камень, известь и другие строительные материалы не позволяют рекомендовать его для использования одновременно и в качестве цементного сырья.

В качестве глинистого компонента при использовании описанных выше продуктивных карбонатных горизонтов Шугуровского участка могут быть использованы образования первого спириферового комплекса — «лингуловая толща».

Отложения третьего и четвертого спириферового комплексов для этой цели совершенно непригодны. «Лингуловая толща» мощностью до 23 м складывается алеврито-глинистыми и глинистыми мергелями, довольно однородными по строению и отличающимися сравнительно большим содержанием глинистых фракций, которое достигает 67,5% (среднее 58,2%). До 9% в среднем составляют алевритовые, преимущественно мелкоалевритовые фракции.

Не столь благоприятной является химическая характеристика мергелей толщи. Они характеризуются большой однородностью по содержанию основных окислов. Однако с глубины 3,5 м в этих породах резко возрастает содержание SO_3 (до 5%), а с глубины 5,6 м — содержание окиси магния (более 4%). В связи с этим использование «лингуловой толщи» в качестве глинистого компонента цементной шихты возможно только до глубины 3 м от кровли толщи (табл. 6).

Таблица 6

Химические анализы пород первого нижнеспириферового комплекса

Порода	Глубина взятия (м)	Потеря при про- каливании	Содержание (%)					
			SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3
Мергель алеврито-гли- нистый	1,9	13,30	49,36	11,13	7,50	9,47	2,81	1,51
Мергель глинистый . . .	2,5	13,34	49,35	10,66	6,63	10,82	3,16	1,62
«	3,5	13,30	46,16	10,79	6,41	10,45	3,38	4,99
«	5,6	—	73,11		—	9,17	4,05	—
«	7,6	11,75	50,74	12,58	5,22	9,06	2,44	4,55
«	9,6	—	71,72		—	10,15	4,51	—
Среднее до глубины . . .	20,1	—	71,52		—	10,00	4,20	—

Химические анализы пород серий «подлужник» и «опоки»

Часть разреза	Порода	Мощность (м)	Пот. при прок.	Нераство- римый остаток	Содержание в фильтрате %		
					R ₂ O ₃	CaO	MgO
«Верхний беляк»	Доломит тонкозернистый . . .	1,75	46,22	0,60	0,72	31,19	21,34
	«	1,85	45,88	0,34	0,94	37,74	14,86
«Нижний беляк»	«	0,50	46,13	0,68	1,36	31,01	20,74
	Известняк мелкозернистый . . .	0,45	41,24	0,60		54,26	0,90
«Подбойка»	Доломит тонкозернистый . . .	0,75	46,12	1,17		32,15	19,82
	Известняк отрицательно-оолитовый и органогенно-обломочный, слабо доломитизированный	0,15	44,21	2,32		46,97	6,50
Основной продуктивный горизонт	Известняк отрицательно-оолитовый	1,10	42,42	3,68		52,51	1,39
То же	Известняк тонкозернистый . . .	0,10	—	—		54,24	1,86
	Известняк отрицательно-оолитовый	0,80	37,08	11,98	2,09	46,11	1,21
	Известняк мелкозернистый . . .	0,10	—	—		49,91	1,94
	Известняк отрицательно-оолитовый	1,15	41,90	3,14	0,96	52,58	1,01
	То же	0,50	41,57	6,09		51,60	0,74
	«	0,50	41,74	3,14	0,89	52,00	0,91
	Известняк алевроито-глинистый	0,25	28,47	36,19		33,96	1,38
«Зеленая плита»	Мергель алевроитовый	0,40	28,27	36,78		33,31	1,64
	Содержание в породе						
«Опоки»	Глина известковистая	0,40	9,13	83,14		5,13	2,30
	«	1,25	9,87	54,07	22,60	4,55	2,87
	Мергель глинистый	0,40	21,25	54,47		22,32	1,96
	Мергель доломитовый	0,50	33,99	30,05		22,45	13,51
Среднее содержание по основному продуктивному горизонту			40,27	7,98		50,18	1,16
Среднее содержание по продуктивному горизонту «опоки»			13,79	70,41		8,36	2,

Эта верхняя часть разреза толщи, к сожалению, характеризуется повышенным содержанием песчано-алевритового материала, возрастающим здесь до 12,4%.

Разработка продуктивного горизонта глинистых мергелей может вестись только с помощью штолен. При малой потребности в глинистом компоненте для корректировки состава верхнеспириферовых «натуралов» подобный способ разработки легко обеспечит потребности производства.

В связи с рассмотренным материалом необходимо отметить следующее.

1. Шугуровский минерально-сырьевой узел обладает запасами цементного сырья, которые дают возможность организовать производство портланд-цемента.

2. По технологическим условиям имеющиеся месторождения известняков и мергелей удовлетворяют существующим требованиям.

3. Наиболее целесообразным вариантом организации цементного производства является использование известняков пятого спириферового комплекса в районе п. Шугурово (разработка карьерами) в качестве «натурала», а также с добавками мергелей и глини, перекрывающих этот комплекс.

Киндерский минерально-сырьевой узел расположен в бассейне р. Казанки. В геологическом строении района принимают участие отложения верхнеказанского и нижнетатарского подъярусов и четвертичные образования. В районе сс. Сидорова Пустошь и Бимери имеются выходы плиоценовых отложений.

Наиболее детально нами изучен участок, расположенный в низовьях р. Киндерки, в районе с. Киндери. Продуктивным горизонтом здесь является серия «подлужник». Она имеет мощность 9,3—10,6 м и по литологическому составу разделяется на две части. Верхняя часть серии известна под названием «верхний беляк». Эта толща тонкозернистых, светлосерых доломитов мощностью до 3,6 м по литологическому составу является более постоянной. Породы, слагающие ее, приближаются по составу к чистым доломитам. Они отличаются наличием тонкой наслоенности и невысокой прочностью. Местами породы разрушены до состояния доломитовой муки.

Мощность образований «нижнего беляка» колеблется от 1,7 до 3,0 м. Представлен он пачкой среденаслоенных светлосерых доломитов, нередко переходящих в доломиты известковистые, и прослоями — в известняки. Характеристика химического состава всей описываемой толщи дана в табл. 7.

Нижняя часть серии «подлужник», имеющая близ с. Киндери мощность около 5 м, слагается преимущественно отрицательно-оолитовыми толстонаслоенными известняками. В кровле этой толщи обособляется маломощный прослой ожелезненного отрицательно-оолитового и органогенно-обломочного известняка, известного под названием «подбойка». Ниже местами содержатся небольшие линзообразные перекристаллизованные участки и прослой. В отдельных прослоях известняки несколько доломитизированы, в целом же состав пород толщи довольно постоянен. Лишь в подошве и местами выше возрастает содержание терригенного материала. Среднее содержание песчано-алевритового материала около 3%. В направлении на юг, вместе с уменьшением мощности этой толщи, наблюдается увеличение степени перекристаллизации пород (сс. Аки — Белянкино), а затем переход ее в толстонаслоенные доломиты (с. Чебакса).

В подошве серии «подлужник» залегает слой песчано-алевритового мергеля мощностью в 0,4 м («зеленая плита»).

Серия «опоки» на описываемом участке достигает мощности 8 м и представлена толщей переслаивающихся между собою известковистых

и доломитовых глини, песчаников, глинистых доломитов и доломитовых мергелей. Верхняя часть этой толщи мощностью до 1,8 м содержит окись магния в количествах, не превышающих 1,96—2,87% (среднее 2,4%), т. е. в пределах существующих норм по общесоюзному стандарту. Вместе с тем и содержание песчано-алевритового материала в породах верхней части серии составляет 7,25%; из которых 6,5% приходится на мелкоалевритовую фракцию.

Указанные обстоятельства позволили отнести глинисто-карбонатные породы верхней части серии «опоки» к тонкодисперсному цементному сырью высокого качества и рекомендовать его для применения в качестве глинистого компонента совместно с вышележащей карбонатной толщей.

Характеристика описанного разреза в отношении гранулометрического состава пород дается в табл. 8.

К северо-востоку, в районе с. Бимери, мощность оолитовых известняков нижней части серии уменьшается, нередко они доломитизированы или нацело переходят в доломиты. Здесь наблюдаются также явления размыва внутри карбонатной пачки, в результате чего мощность оолитовых пород местами еще более сокращается почти до полного выклинивания. Далее на северо-восток, уже в районе с. Сидорова Пустошь, про-

исходит расклинивание карбонатных пород серии «подлужник» глинистыми прослоями.

Таблица 8

Гранулометрические анализы пород серий «подлужник» и «опоки» (в %)

Часть разреза	Порода	Мощность (м)	Нерас-творимый остаток	Рас-творимая часть	Размер (мм)			
					0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	<0,01
«Беляк»	Известняк мелкозернистый	0,45	0,7	99,3	—	—	—	0,7
«Подбойка»	Известняк отрицательно-оолитовый, слабо доломитизированный	0,10	2,7	97,3	0,2	0,1	0,2	2,2
Основной продуктивный горизонт	Известняк отрицательно-оолитовый	1,10	3,5	96,5	0,9	0,1	0,3	2,2
То же	Известняк тонкозернистый	0,10	1,3	98,7	—	—	—	1,3
»	Известняк отрицательно-оолитовый	0,80	14,3	85,7	5,2	0,8	0,5	7,8
»	Известняк мелкозернистый	0,10	4,9	95,1	2,0	0,3	0,4	2,2
»	Известняк отрицательно-оолитовый	1,15	3,9	96,1	1,0	0,1	0,4	2,4
»	То же	0,50	5,1	94,9	1,4	0,3	0,4	3,0
»	»	0,50	4,0	96,0	1,0	0,2	0,3	2,5
»	»	0,25	41,3	58,7	10,0	5,5	5,1	20,7
«Зеленая плита»	Мергель алевроитовый	0,40	40,2	59,8	5,9	3,7	6,9	23,7
«Опоки»	Глина известковистая	0,40	82,1	17,9	1,0	1,5	7,1	72,5
»	То же	1,25	80,3	19,7	0,1	1,1	6,3	72,8
Среднее содержание по основному продуктивному горизонту			6,2	93,8	1,9	0,4	0,4	3,5
Среднее содержание по продуктивному горизонту «опоки»			73,6	26,4	0,5	0,8	5,5	66,8

Серия «серый камень» дает наиболее многочисленные выходы в районе с. Куркачи. Здесь в ее составе, наряду с доломитами, имеются и известняки, обычно оолитового строения и удовлетворительного химического состава. Однако неоднородность строения толщи, неравномерность процессов перекристаллизации и кальцитизации не позволяют рекомендовать этот участок без дополнительных исследований.

Выходы известняков той же серии известны у пос. Чингиз. Они указывались Е. И. Тихвинской в качестве возможного сырья для производства цемента. Характеристика состава этих известняков вполне благоприятна, но необходимость подземной разработки не позволяет рассчитывать на широкое использование этого горизонта для указанной цели.

В качестве глинистого компонента цементной шихты могут быть использованы, наряду с глинистыми породами серии «опоки», глины плиоцена и татарского яруса.

Во второй свите татарского яруса (P_2^{tatar}) имеют развитие пачки жирных бескарбонатных или известковистых и алевроитовых глин. Мощность прослоев наиболее чистого состава около 1 м. Могут быть выделены пачки глин с наименьшей примесью алевроитового материала мощно-

стью до 3—4 м. Опробование одного из таких прослоев в районе с. Чебакса показало полную пригодность этих глин в качестве второго компонента сырьевой шихты.

Плиоценовые отложения имеют развитие в районе сс. Бимери и Сидорова Пустошь в 20—25 км к северо-востоку от с. Киндери. Они прослеживаются вдоль отвершка, расположенного к востоку от с. Сидорова Пустошь, развиты также на водоразделе, по направлению к с. Ямашурма. В верховьях указанного отвершка обнажаются глины коричневые, местами алевроитовые, карбонатные, часто с конкрециями сферосидеритов. Под этими глинами бурением вскрыты глины темносерые, жирные. Аналогичные глины продолжают и далее в направлении к водоразделу. Разработка их возможна открытым способом при сравнительно небольшой вскрыше.

Из четвертичных образований нами рассматривались лишь древне-четвертичные делювиальные лёссовидные суглинки, развитые по правому склону долины р. Киндерки. Близ с. Аки была опробована толща суглинков мощностью в 5,2 м. Данные гранулометрических анализов показывают (табл. 9), что наиболее тонкий гранулометрический состав име-

Таблица 9

Гранулометрический состав четвертичных отложений в районе с. Аки (в %)

Порода	Глубина взятия (м)	Размер (мм)					
		>0,5	0,5—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	<0,01
Суглинок . . .	1,00	0,04	0,20	1,46	4,31	21,43	72,56
»	2,50	0,12	0,53	1,02	3,38	22,51	72,44
»	4,00	0,47	2,70	9,84	7,17	26,54	53,58
Среднее . . .	—	0,21	1,17	4,25	5,03	23,55	65,88

ют породы верхней части толщи до глубины 3—3,5 м. Нижняя часть толщи в значительной мере обогащена песчаным материалом (до 13%). Судя по данным химического анализа валовой пробы суглинков, последние при производстве обычного портланд-цемента требуют применения корректирующих добавок. По низкому содержанию полуторных окислов и высокому — кремнезема — четвертичные суглинки следует рассматривать как возможный компонент для изготовления силикатного портланд-цемента высоких марок.

В итоге рассмотрения всех возможностей для организации производства цемента на Киндерском участке необходимо установить следующее:

1. Наиболее перспективным продуктивным горизонтом является нижняя часть серии «подлужник» в зоне развития прибрежных фаций оолитов и ракушечников.

2. На участке Киндерского месторождения имеется, наряду с карбонатным, также и глинистое сырье, обеспечивающее производство портланд-цемента высокого качества.

3. В качестве дополнительных вариантов может быть предусмотрено использование четвертичных суглинков, плиоценовых глин из района с. Сидорова Пустошь и глин татарского яруса.

4. Для обеспечения наиболее благоприятных условий эксплуатации основного продуктивного горизонта необходимо организовать комплексное использование перекрывающих его доломитов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ

Довольно детально разработанные методы расчета состава цементного клинкера позволяют достаточно уверенно решать вопросы подбора сырьевых компонентов, определять необходимое их соотношение расчетным путем. Тем не менее, при поисковых исследованиях всегда желательна технологическая проверка расчетов.

Задача технологического исследования, поставленная перед нами, распадалась на две части: получение лабораторных партий цемента и проведение физико-механических испытаний этого цемента. Последняя часть, т. е. механические испытания цемента по стандартной методике, осуществлялась лабораторией строительных материалов Казанского института инженеров-строителей нефтяной промышленности¹.

Приготовление лабораторных партий цемента производилось нами по следующей схеме.

Подготовка проб. Валовые пробы соответствующих компонентов шихты, отобранные на месторождениях в количестве от 20—25 кг (глинистый компонент) до 50—60 кг (карбонатный компонент), подвергались сушке, дроблению на щековой дробилке и размолу в шаровой мельнице емкостью 60 дм³.

Пробы на химический анализ отбирались или из части валовой пробы в процессе измельчения или квартованием всей пробы после окончания помола.

Шихтовка. По данным химических анализов производился расчет состава сырьевой шихты по коэффициенту насыщения и модулям. Как правило, коэффициент насыщения (КН) принимался равным 0,90, силикатный модуль (n) обычно всегда оставался в норме.

Для корректировки глиноземного модуля (p) в случае необходимости и практической осуществимости применялась добавка пиритных огарков. Отвешенные по расчету компоненты сырьевой шихты перемешивались в шаровой мельнице. Общий вес сырьевой шихты каждой пробы составлял 18 кг.

Расчет состава сырьевой шихты производился согласно имеющимся руководствам (Окороков, 1947, Сидоров, 1949).

Обжиг клинкера производился в лабораторной обжиговой печи (горне) с отраженным пламенем, которая была построена по схеме, указанной в справочнике А. К. Сидорова (1949).

Емкость рабочего пространства этой печи около 40 дм³. Горючее — керосин (реже бензин) — подавалось через форсунку с двойной регулировкой и дутьем от вентилятора типа «сирокко» № 5 (мотор 3 квт). Печь позволяла достичь в большинстве опытов температуры 1450—1500° С. Подготовленная рабочая смесь, слегка увлажненная, формовалась в виде брикетов, которые после подсушки загружались в рабочее пространство горна. Обжиг проводился, примерно, по следующему режиму: подъем температуры до 1200°С в течение 2,5—3 часов; дальнейший обжиг велся в течение 3—4 часов; выдержка при максимальной температуре (свыше 1450°С) около 0,5—1 часа. Контроль температуры производился с помощью термпары с записью на самозаписывающем гальванометре, или радиационным пирометром.

Помол клинкера. Клинкер, выгруженный из горна, выдерживался в увлажненном состоянии от 15—30 дней до нескольких месяцев. За это время он обычно в большей или меньшей мере подвергался гидратации и распаду. С добавкой 2%, иногда 3—5%, гипса клинкер размалывался

вался в шаровой мельнице. Тонкость помола определялась контрольным просеиванием; при котором не менее 85% цемента проходило через сито № 90 (отверстие 0,09 мм).

Вес пробы цемента, полученной таким путем, составлял обычно 8—10 кг, что являлось достаточным для проведения полной программы испытаний на три срока (7, 28 и 90 дней).

Для проведения технологических испытаний были взяты следующие валовые пробы сырьевых компонентов.

По Елабужскому узлу.

Проба № 3 — известняк $P_2^{kaz, II}$. Отобрана в июле 1950 г., повторно в июне 1951 г. из обнажения возле пристани Елабуга участок «Городище», в интервале 2,45 м от кровли пачки оолитовых известняков.

Проба № 6 — мергель глинистый (плитняки) $P_2^{kaz, I}$ («лингуловая толща»). Отобрана в августе 1950 г. в том же пункте из верхней части толщи в интервале 2,40 м.

Проба № 6 — мергель глинистый (плитняки) $P_2^{kaz, III}$. Отобрана в августе 1950 г. в 1 км к западу от с. Танайка из верхней части комплекса в интервале 4,80 м.

По Шугуровскому узлу.

Проба № 11 — известняк $P_2^{kaz, V}$. Отобрана в июне 1951 г. из обнажения на правом склоне долины р. Лесная Шешма в 1 км к северо-востоку от п. Шугурово. Интервал взятия пробы 1,05—3,85 от кровли комплекса.

Проба № 12 — мергель алевроито-глинистый $P_2^{kaz, I}$ («лингуловая толща»). Отобрана в июне 1951 г. там же, в верхней части «лингуловой толщи», в интервале 3,0 м.

Проба № 13 — известняк отрицательно-оолитовый $P_2^{kaz, (bb)}$. Отобрана в июне 1951 г. на Чупаевском карьере известняка в интервале 3,5 м.

Проба № 14 — глина N_2^{ap} . Отобрана в июле 1951 г. на Ямашинском месторождении.

По Киндерскому узлу.

Проба № 2 — глина N_2^{ap} . Отобрана в июле 1950 г. на Муслимкинском месторождении в обнажении у восточной окраины села.

Проба № 8 — суглинок Q_1 . Отобрана в августе 1950 г. в овраге на правом склоне долины р. Киндерка у с. Аки, в интервале 5 м.

Проба № 9 — глина $P_2^{tal, I}$. Отобрана в августе 1950 г. на правом склоне долины р. Киндерка в верховьях оврага против с. Чебокса.

Проба № 10 — известняк отрицательно-оолитовый P_2^{kaz, O_1} . Отобрана в августе 1950 г., повторно в мае 1951 г. в небольшом карьере, что у южной окраины с. Киндери, в интервале 4,5 м.

Проба № 15 — глина известковистая N_2^{ap} . Отобрана в июле 1952 г. в верховьях оврага у с. Сидорова Пустошь.

Проба № 16 — пиритные огарки.

Химические анализы всех использованных проб приведены в табл. 10. Общая оценка качества сырья, использованного нами при технологических испытаниях, является достаточно удовлетворительной. Известняки (пробы № 3, 10, 13) по основному показателю — содержанию MgO , кото-

¹ См. статью Ф. М. Хакимова и Е. Ф. Камышева в этом же сборнике.

Основные данные по опытам технологических испытаний

№ опыта	Индекс клинкера	Состав сырьевой шихты (%)			Расчетные модули			Дата проведения обжига	Результаты механических испытаний цемента
		Карбонатный компонент	Глинистый компонент	Добавки	Действительные модули				
					КН	n	p		
2	10-2-16	82,23	15,17	2,60	0,88 0,94 0,90	1,41 1,54 2,94	1,57 1,29 2,42	19 июля 1951 г.	Марка 300
4	3-6	76,61	23,39	—	0,95	3,35	1,74	19 декабря 1951 г.	Марка 200
8	11-12	95,72	4,28	—	0,90	3,88	1,19	30 января 1952 г.	Марка 300
8а	11	100,00	—	—	1,04	4,28	1,02		Марка 500
9	13-14	78,80	21,20	—	0,91	2,15	2,58	29 апреля 1952 г.	Быстрые сроки схватывания
10	3н-4	76,01	23,39	—	0,90 1,01	2,64 2,22	3,00 4,94	31 июля 1952 г.	Марка 400
11	10н-9	81,56	18,44	—	0,89 0,91	2,49 2,13	2,28 2,46	11 августа 1952 г.	Марка 500
12	10н-15	80,94	19,06	—	0,91 0,88	2,61 2,22	2,46 2,55	19 августа 1952 г.	Марка 500

Для Шугуровского узла испытаны сырьевые смеси оолитовых известняков нижнеказанского возраста с «лингуловыми» глинами и оолитовых известняков Чупаевского месторождения с плиоценовыми глинами Ямашинского месторождения. Произведен также обжиг оолитовых известняков нижнеказанского возраста (Шугуровское месторождение) в качестве натуральных (пробы № 8, 8а, 9).

Для Киндерского узла в качестве карбонатного компонента при всех опытах использованы отрицательно-оолитовые известняки серии «подлужник». В качестве глинистого компонента взяты татарские и плиоценовые глины и четвертичные суглинки (пробы № 2, 5, 7, 11, 12). В ряде опытов применена корректировка состава пиритными огарками с одного из казанских заводов. Плиоценовые глины в первом опыте взяты с Муслюмкинского месторождения (Закамье) с той целью, чтобы на наиболее качественных сырьевых материалах определить возможность получения цемента на местном сырье.

Более или менее близкое соответствие в большинстве опытов расчетных модулей клинкера действительно полученным (которые вычислены по контрольным анализам клинкера) характеризует достаточно удовлетворительные условия лабораторного процесса. Наиболее существенные отклонения наблюдаются лишь в пробах № 4 и 10. При этом отмечается, что повышенные значения коэффициента насыщения (КН), приближающиеся к единице, характеризуют цемент относительно пониженных марок — 200—400 (пробы № 2, 4, 10), в то время как повышенный коэффициент насыщения должен был дать и более высокое качество цемента. Причиной этого является несовершенство технологического процесса в лабораторных условиях, при котором не обеспечивается максимально полный ход реакций, прежде всего между кремнеземом и известью. В результате этого в клинкере остается свободная известь, не связанная в силикаты, но одновременно с этим присутствует свободный кремнезем. Силикатный модуль (n), выходящий за пределы нормы (более 3,5),

рое не достигает даже 1%, вполне отвечают группе А (предел содержания MgO—2,5%). Содержание SO₃ измеряется в долях процента; соединения титана, марганца и фосфора не определялись, но их количество, судя по сумме окислов в анализе, во всяком случае не будет превышать 2%. В известняках елабужских, шугуровских и киндерских имеется примесь песчано-алевритового материала в количествах, достигающих 8,5% (п. Шугурово), что бесспорно, является признаком, снижающим их качество.

Таблица 10

Химические анализы валовых проб

№ пробы	Содержание (%)							Сумма
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Пот. при прок.	
2	55,97	20,08	8,40	1,51	2,73	0,12	8,94	97,75
3	7,17	2,76	0,48	46,62	3,14	0,18	38,25	98,60
3н	4,77	1,12	0,26	53,84	0,36	—	40,26	100,61
4	47,18	14,16	5,09	12,87	2,78	0,11	18,73	100,81
6	36,94	5,46	4,41	25,38	2,24	0,09	21,68	96,20
8	73,88	14,29	5,70	1,44	0,58	0,00	3,85	99,74
9	60,31	18,67	8,74	3,00	1,66	—	7,54	99,92
10	4,98	2,86	0,26	51,01	0,99	0,24	38,89	99,23
10н	4,31	0,79	0,22	52,91	0,69	—	39,52	98,44
11	14,47	1,71	1,67	45,71	0,40	—	35,90	99,86
12	46,54	13,43	6,37	12,62	4,46	—	13,61	96,93
13	2,38	0,00	0,37	54,13	0,17	—	41,77	98,82
14	56,00	21,78	7,09	2,26	1,82	—	9,28	97,63
15	57,60	17,27	7,41	4,66	2,02	—	8,58	97,54
16	11,20	3,08	79,52	1,11	0,28	2,35	2,08	99,62

Таблица 11

Модули и другие показатели глинистых пород

№ пробы	Месторождение и возраст	Силикатный модуль—n	Глиноземный модуль—p	Содержание MgO	Группа
2	Муслюмкино N ₂ ap	1,97	2,33	2,73	A ₁
4	Елабуга, P ₂ kaz ₁ I	2,45	2,78	2,78	A
6	Танайка, P ₂ kaz ₁ III	3,70	1,88	1,52	A ₁
8	Киндери, Q ₁	3,70	2,51	0,58	A ₁
9	Киндери, P ₂ tatt ₁	2,20	2,14	1,66	A
12	Шугурово, P ₂ kaz ₁ I	2,35	2,11	4,46	A
14	Ямашин N ₂ ap	1,94	3,07	1,82	A ₁
15	Сидорова Пустошь N ₂ ap	2,33	2,33	2,02	A

Как видно из табл. 11, глинистые породы, использованные при технологических испытаниях в качестве компонентов сырьевых шихт, относятся к группе А и А₁, т. е. применение их возможно без добавления к смеси корректирующих добавок (Соколов и Шнейдер, 1948).

В табл. 12 показаны основные данные по большинству проведенных опытов. Для Елабужского узла испытывались сырьевые смеси оолитовых известняков с мергелями «лингуловой толщи» или пачки плитняков (пробы № 4, 6, 10). В отдельных случаях применялась корректировка пиритными огарками.

также ведет к понижению марки цемента (проба № 8). Наоборот, при близости действительных модулей к расчетным и их значении в пределах норм получены наиболее высокие марки цемента (пробы № 11, 12).

Сказанное не относится к цементу «натуралу» (проба № 8а), представляющему собою силикатный портланд-цемент, для которого характерны высокие значения силикатного модуля при повышенной величине коэффициента насыщения.

Основные данные по режиму технологического процесса приведены в табл. 13. Они свидетельствуют, что физико-механические параметры процесса — температура обжига и длительность его, а также тонкость помола являются довольно постоянными. В отдельных случаях имеются и отклонения от этих параметров, оказывающие то или иное влияние на качество цемента.

Таблица 13

Характеристика технологического процесса получения клинкера и цемента

№ опыта	Индекс клинкера	Продолжительность обжига (час, мин)					Наибольшая температура	Помол	
		Всего	До 1200°C	1200—1350°C	1350—1450°C	Свыше 1450°C		Добавка гипса (%)	Остаток на сите № 90 (%)
2	10-2-16	7—00	2—30	1—21	2—15	0—54	1490	2,7	20,4
4	3-6	5—42	1—34	2—04	1—16	0—48	1480	2,5	15,1
8	11-12	5—45	2—54	0—37	1—11	1—03	1485	2,0	13,2
8а	11							2,0	13,0
9	13-14	9—45	3—45	2—48	3—12	—	1370	2,0	14,6
10	3-4	10—15	4—07	2—20	3—48	—	—	5,0	28,9
11	10-9	8—15	3—30	2—45	2—00	—	1445	3,0	12,6
12	10-15	11—00	6—00	1—00	4—00	—	—	5,0	12,4

Рассмотренные в настоящей главе материалы по технологии цемента подтверждают тот факт, что на качество цемента существенное влияние оказывает технологический режим (Боков и др., 1947; Бутт, 1949; Юнг, 1951). Те или иные отклонения от правильного ведения процесса приводят к снижению качества получаемого продукта, а иногда и к полной его непригодности даже при наличии сырья удовлетворительного качества.

Минералогический анализ состава портланд-цементного клинкера, рассматриваемый в следующей главе, в значительной мере помогает установлению причин нарушения нормального хода технологического процесса.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПОРТЛАНД-ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Поляризационный микроскоп был использован для изучения цементного клинкера в 1887 г. Ле-Шетелье. Он же установил и основные минералы, впоследствии получившие название в порядке букв латинского алфавита: алит ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), белит ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) и целит или браунмиллерит ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$).

Со времени Ле-Шетелье методика микроскопических исследований клинкера не выходила за стены научных лабораторий. Только после того, как советские ученые Н. А. Торопов, О. М. Астреева (1948, 1952) и другие провели громадную работу по усовершенствованию методики петрографического изучения портланд-цементного клинкера, она стала более надежной. Благодаря этому петрографическое изучение клинкера прочно

вошло в практику лабораторий многих цементных заводов Советского Союза и составляет теперь крайне необходимый и важный элемент производственного контроля технологического процесса. Разработанная рядом советских ученых методика использовалась и автором при изучении минералогического состава и структуры клинкеров, полученных на базе местного сырья.

Главнейшими минералами портланд-цементного клинкера, которые определяют в значительной мере свойства цемента, являются алит, белит и браунмиллерит.

Алит (трехкальциевый силикат) в шлифах под микроскопом обнаруживается в виде бесцветных гексагональных табличек и призм с прямым погасанием (иногда имеет очень малые углы погасания до 3°).

Показатели светопреломления высокие: $N_g=1,722$ и $N_p=1,717$. Двупреломление низкое: $N_g-N_p=0,005$. Интерференционная окраска темно- или светлосерая. Алит оптически одноосен, знак главной зоны положительный.

Белит (двукальциевый силикат) встречается в виде округлых зерен: иногда с заметной спайностью по двум направлениям. В проходящем свете окрашен в желтые, бурые и желто-бурые тона. Показатели светопреломления высокие: $N_g=1,735$ и $N_p=1,715$. Двупреломление высокое: $N_g-N_p=0,020$. Поляризационная окраска яркая — желтая, синяя, фиолетовая. Оптически двuosный, оптический знак положительный. Нередко обнаруживается сложное двойникование. В клинкере иногда образует кольцевые группы зерен вокруг пор.

Браунмиллерит или целит (четырекальциевый алюмоферрит) встречается в виде гексагональных табличек и неправильных, бесформенных выделений. В проходящем свете окрашен в бурые, красновато-бурые и черные тона. Показатели светопреломления весьма высокие: $N_g=2,04$ и $N_p=1,96$; двупреломление высокое — $0,080$.

В небольших количествах в клинкере встречаются другие минералы (трехкальциевый алюминат, гамма-двукальциевый силикат, свободная известь), описание которых дается в специальных руководствах (Торопов и Астреева, 1948; Белянкин и др., 1952; Торопов, 1952).

Далее мы переходим к рассмотрению минералогического состава полученных нами клинкеров по отдельным минерально-сырьевым узлам.

ЕЛАБУЖСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Клинкер, полученный из смеси известняка ($P_2^{\text{kaz,II}}$) и алевроитоглинистого мергеля ($P_2^{\text{kaz,I}}$) Елабужского месторождения (индекс «3-4»), представляет собой зеленовато-серую пористую массу. Размер пор обычно не превышает 0,2—0,3 мм.

Структура клинкера тонкозернистая. Среди минералов преобладают β - и γ -белит и промежуточная масса. Алит находится в подчиненных количествах. Подсчет, ввиду малых размеров зерен, провести не удалось. Несмотря на это, можно сделать два вывода о недостатках технологического процесса.

1. Тонкозернистая структура клинкера и пониженное содержание алита свидетельствуют о недожоге.

2. Наличие γ -двукальциевого силиката свидетельствует не только о недожоге, но и о медленном остывании клинкера в температурном интервале $575-600^\circ\text{C}$, при котором происходит переход β -модификации в γ -модификацию.

Клинкер, полученный из известняка Елабужского ($P_2^{\text{kaz,II}}$) и глинистого мергеля Танайкинского ($P_2^{\text{kaz,III}}$) месторождений индекс «3-6»),

имеет темносерый цвет с зеленоватым оттенком и характеризуется сильно пористой текстурой.

Основными компонентами клинкера являются алит, белит и браунмиллерит. Структура неравномерно- и мелкозернистая.

Алит встречается в виде табличатых и гексагонально-призматических зерен, размеры которых варьируют от 0,04 до 0,06 мм. При этом средний поперечник зерен редко превышает 0,03—0,04 мм.

Белит образует мелкие округлой формы зерна размером от 0,012 до 0,020 мм. Распределение белита в клинкере неравномерное. Он образует отдельные неправильные участки и кольцевые группы вокруг пор.

Зерна целита не имеют правильных кристаллографических очертаний. Размеры их колеблются от 0,01—0,02 до 0,04 мм. Распределение целита (браунмиллерита) в клинкере неравномерное.

Микрохимические испытания показали весьма значительное содержание свободной извести.

Сопоставление данных заданного (расчетного) и действительного минералогического состава клинкера «3-6» производится в табл. 14.

Таблица 14

Расчетный и действительный минералогический состав клинкера «3-6»

Минералы	Расчетный (заданный) минералогический состав (%)	Действительный минералогический состав по 6 подсчетам (%)	
		Колебания от—до	Среднее содержание
Алит	57,27	53,6—62,7	57,0
Белит	18,52	16,9—25,1	22,5
Браунмиллерит . . .	6,48	13,9—28,9	20,5
Трехкальцевый алюминат	12,79		
Сумма	95,06	—	100,0

На основании микроскопического изучения клинкера «3-6» следует сделать ряд выводов о ходе технологического процесса.

1. Мелкозернистая структура клинкера свидетельствует о недостаточной выдержке последнего в температурном интервале 1300—1450°C. Это же является причиной большого содержания свободной извести при соответствии среднего содержания алита расчетному.

2. На неправильность дозировки сырьевых компонентов указывает некоторый избыток целита против расчетного при наличии свободной извести.

3. Большие колебания в минералогическом составе отдельных частей клинкера вызваны недостаточно тщательным смешением сырьевых компонентов.

ШУГУРОВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Клинкер, полученный из известняков ($P_2^{kaz,V}$) и глины «лингуловой толщи» ($P_2^{kaz,I}$) Шугуровского месторождения (индекс «11-12»), характеризуется следующими особенностями.

Макроскопически он представляет темносерую пористую массу. Пористость составляет не менее 35—40%. Под микроскопом наблюдается среднезернистая структура.

Алит, ведущий минерал клинкера, встречается в виде мелких бесцветных зерен округленно-табличатой или табличато-призматической формы. Размер зерен колеблется от 0,02 до 0,08 мм. Иногда они содержат округлые включения белита.

Белит обнаруживается в виде более крупных желтоватых зерен с штриховатостью по одному или двум направлениям. Размер зерен двукальцевого силиката нередко доходит до 0,04—0,08 мм. В клинкере белит часто образует кольцевые группы вокруг пор или небольшие участки неправильной формы.

Браунмиллерит встречается как в виде мелких неправильных зерен, так и в виде более крупных «сажистых» выделений размером до 0,12—0,16, а иногда и 0,5 мм. Распределение целита неравномерное и он то более, то менее обогащает отдельные участки.

Сопоставление данных расчетного и действительного минералогического состава клинкера «11-12» производится в табл. 15.

Фенолятным методом установлено наличие в клинкере сравнительно небольшого количества свободной извести. Таким образом, данные микроскопического изучения клинкера «11-12» позволяют сделать вывод о том, что технологический процесс проводился, в основном, правильно и в результате этого получен клинкер хорошего качества.

Таблица 15

Расчетный и действительный минералогический состав клинкера «11-12»

Минералы	Расчетный минералогический состав (%)	Действительный минералогический состав по 2 подсчетам (%)	
		Колебания от—до	Среднее содержание
Алит	65,12	61,3—63,8	62,5
Белит	21,05	17,0—19,4	18,2
Браунмиллерит . . .	8,79	19,2—19,4	19,3
Трехкальцевый алюминат	4,19		
Сумма	99,15	—	100,0

Как указывалось выше, нами был произведен также обжиг клинкера из размолотого известняка Шугуровского месторождения без добавки глинистого компонента. Полученный клинкер (индекс «11») как по внешнему виду, так и по структуре мало чем отличается от вышеописанного. Различия сводятся к следующему:

а) размеры зерен алита несколько меньше, чем у клинкера «11-12», — от 0,016—0,024 до 0,04—0,05 мм;

б) белит встречается в несколько меньшем количестве (13,4—13,5%);

в) браунмиллерит более равномерно рассеян среди других минеральных компонентов, имеет меньшие размеры и более светлую окраску; количественный учет его ввиду малых размеров зерен весьма затруднителен и мало достоверен;

г) в клинкере «11» обнаруживается большее содержание свободной извести.

Поскольку обжиг клинкеров «11-12» и «11» производился совместно, следует полагать, что все указанные различия связаны с использованием для обжига известняков в чистом виде без глинистой добавки.

КИНДЕРСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Клинкер, изготовленный из смеси известняка Киндерского месторождения ($P_2^{kaz,G}$) и глин татарского яруса из окрестностей с. Чебокса (индекс «10-9»), макроскопически представляет собой зеленовато-серую пористую массу. Размер пор колеблется от 0,02 до 0,23 мм.

Под микроскопом клинкер характеризуется мелкозернистой структурой и состоит из алита, браунмиллерита и белита.

Алит — ведущий компонент клинкера. Зерна его имеют призматическую или табличатую форму и характеризуются размерами 0,03—0,04 мм. В клинкере зерна алита распределены довольно равномерно, иногда образуя кольцевые группы вокруг мелких пор.

Браунмиллерит встречается в виде желто-бурых неправильных выделений. Зерна его имеют размеры от 0,028 до 0,045 мм и в массе клинкера распределены более или менее равномерно.

Белит содержится в небольших количествах. Зерна его группируются в небольшие участки вблизи пор и имеют округлые очертания. Размер зерен варьирует от 0,02 до 0,04 мм.

Фенол-нитробензольная микрохимическая реакция показала сравнительно небольшое содержание в клинкере свободной извести.

Сопоставление данных расчетного и действительного минералогического состава клинкера «10-9» производится в табл. 16.

Таблица 16

Расчетный и действительный минералогический состав клинкера «10-9»

Минералы	Расчетный минералогический состав (%)	Действительный минералогический состав по 3 подсчетам (%)	
		Колебания от—до	Среднее содержание
Алит	59,32	52,8—65,8	60,4
Белит	19,88	17,4—23,4	19,7
Браунмиллерит	8,27	16,8—23,8	19,9
Трехкальциевый алюминат	11,87		
Сумма	98,34	—	100,0

В результате минералогического изучения клинкера «10-9» необходимо сделать следующие выводы.

1. Соответствие расчетного и действительного минералогического состава клинкера и сравнительно небольшое содержание свободной извести свидетельствуют о том, что дозировка сырьевых компонентов произведена правильно, а процесс обжига протекал нормально.

2. Некоторые колебания в содержании алита для отдельных участков клинкера указывают на недостаточно тщательное смешение сырьевых компонентов.

3. Высокое содержание алита обусловило значительные показатели механической прочности цемента в начальные сроки твердения.

Клинкер, полученный из известняков Киндерского месторождения ($P_2^{kaz,G}$) и глин из района с. Муслюмкино (N_2^{sp}) с небольшой добавкой пиритных огарков (индекс «10-2-16»), представляет сильно пористую массу темносерого цвета. Размер пор достигает 1—1,5 мм.

Изучение шлифов клинкера под микроскопом показало, что он имеет крупно- и неравномернозернистую структуру и состоит из алита, белита и браунмиллерита.

Алит встречается в клинкере, с одной стороны, в виде довольно крупных кристаллов табличатой и гексагонально-призматической формы, а с другой — в виде мелких кристаллических образований, рассеянных в основной массе. Крупные кристаллы алита образуют отдельные участки, расположенные обычно вокруг пор. Они имеют положительный знак главной зоны и размеры до 0,12 мм. Мелкие зерна алита не обладают окристаллизованностью и гораздо меньше (0,02—0,03 мм) в поперечнике.

Белит обособляется в виде отдельных участков размером до 3—4 мм. Округлые зерна двукальцевого силиката имеют желтоватую окраску и по размерам не превышают 0,03—0,04 мм.

Браунмиллерит легко распознается по темнотой, почти черной окраске и интенсивному плеохроизму. Встречается он в виде: а) мелких зерен с довольно резким рельефом, имеющих форму шестигранных призм и пластин; б) темнотой массы, которая вследствие интенсивной окраски окислами железа при скрещенных николях кажется изотропной. Последняя форма браунмиллерита преобладает.

Сопоставление данных расчетного и действительного минералогического состава клинкера «10-2-16» приводится в табл. 17.

Таблица 17

Расчетный и действительный минералогический состав клинкера «10-2-16»

Минералы	Расчетный минералогический состав (%)	Действительный минералогический состав по 3 подсчетам (%)	
		По линейному способу	По точечному способу
Алит	52,56	50,1	50,3
Белит	16,99	17,5	13,1
Браунмиллерит	12,83	32,4	36,6
Трехкальциевый алюминат	15,24		
Сумма	97,62	100,0	100,0

На основании изучения минералогического состава и структуры клинкера «10-2-16» можно прийти к ряду выводов.

1. Дозировка сырьевых компонентов произведена правильно (соответствие расчетного и действительного минералогического состава).

2. Перемешивание сырьевой смеси было произведено недостаточно тщательно (неравномернозернистая структура клинкера).

3. В процессе обжига была значительно превзойдена температура 1450° С, что обусловило образование крупных кристаллов алита.

Клинкер, изготовленный из известняков Киндерского месторождения ($P_2^{kaz,G}$) и плиоценовых глин из окрестностей с. Сидорова Пустошь (индекс «10-15»), макроскопически представляет довольно пористое вещество зеленовато-серого цвета.

Под микроскопом клинкер характеризуется тонко- и равномернозернистой структурой и состоит из алита, браунмиллерита и белита.

Зерна алита имеют табличатую форму и размеры от 0,01 до 0,02 мм. В клинкере алит распределен довольно равномерно. Иногда его зерна образуют кольцевые группы вокруг пор.

Белит образует более крупные округлые зерна размером до 0,05—0,06 мм. Некоторые из них представляют двойниковые сростки с углом погасания относительно двойникового шва в 40 и 50°. В большинстве случаев белит образует кольцевые группы вокруг пор.

Браунмиллерит встречается в виде довольно крупных (до 0,09 мм) бесформенных выделений, группирующихся в отдельные участки.

С помощью микрохимической фенол-нитробензольной реакции в клинкере установлено сравнительно небольшое содержание свободной извести.

Сопоставление данных заданного (расчетного) и действительного минералогического состава клинкера «10-15» производится в табл. 18.

Таблица 18
Расчетный и действительный минералогический состав клинкера «10-15»

Минералы	Расчетный минералогический состав (%)	Действительный минералогический состав по 4 подсчетам (%)	
		Колебания от—до	Среднее содержание
Алит	59,77	50,5—54,8	51,9
Белит	19,32	23,0—24,4	23,7
Браунмиллерит	7,54	21,0—26,2	24,4
Трехкальцевый алюминат	11,99		
Сумма	98,62	—	100,0

В результате изучения минералогического состава клинкера «10-15» следует сделать некоторые выводы о ходе технологического процесса.

1. Несоответствие расчетного и действительного минералогического состава клинкера «10-15» указывает на нарушение дозировки сырьевых компонентов, а отсутствие значительных количеств свободной извести — на достаточную полноту реакций в процессе обжига.

2. Тонкозернистая структура клинкера свидетельствует о недостаточной выдержке клинкера при температуре 1350—1450°.

3. Меньшее содержание алита и повышенное белита и промежуточной массы (относительно расчетного минералогического состава) свидетельствует о том, что в шихту было взято избыточное количество глинистого компонента.

4. Небольшие колебания в минералогическом составе отдельных участков клинкера указывают на довольно тщательное смешение сырьевых компонентов.

Подводя итог микроскопическому изучению портланд-цементных клинкеров, полученных из местного сырья, необходимо отметить ряд положений.

1. Минералогический состав клинкера является одним из ведущих факторов, определяющих механические свойства цемента.

2. По минералогическому составу полученные портланд-цементные клинкеры в соответствии с классификацией С. Д. Окорокова (1947) подразделяются на две основные группы:

а) обычного состава с соотношением между алитом и белитом от 1 до 5,66 и между трехкальцевым алюминатом и браунмиллеритом — от 2,33 до 0,43 (цементы «3-6», «11-12», «10-2-16», «10-9», «10-15»);

б) алитовые с соотношением между алитом и белитом больше 5,66 (цемент «11»).

3. Минералогический состав клинкера определяется не только составом сырьевой шихты, но и всей совокупностью производственных условий.

4. Петрографическое изучение портланд-цементного клинкера позволило контролировать технологический процесс и выявить ряд недостатков в постановке, проделанных экспериментов:

а) сырьевые шихты, приготовленные для обжига клинкеров «3-6», «10-2-16», «10-9», были перемешаны недостаточно тщательно, что связано с применением так называемого «сухого» способа смешения компонентов;

б) для ряда клинкеров («3-6» и «3-4») была установлена недостаточная выдержка в температурном интервале 1300—1450° (недожог).

5. При сопоставлении результатов физико-механических испытаний полученных портланд-цементов с данными по минералогическому изучению соответствующих клинкеров устанавливается следующая зависимость между минералогическим составом и физическими параметрами:

а) алитовые цементы и цементы обычного состава с низким соотношением между трехкальцевым алюминатом и браунмиллеритом (0,42—0,72) характеризуются замедленным схватыванием, сравнительно небольшой величиной сопротивления на разрыв, медленным ростом прочности на сжатие до 7 дней и сравнительно быстрым — за период от 7 до 28 дней («11», «11-12», «10-2-16»);

б) цементы обычного состава с повышенным соотношением между трехкальцевым алюминатом и четырехкальцевым аломоферритом (1,47—1,59) характеризуются быстрым схватыванием, интенсивным ростом прочности на сжатие и разрыв в начальные сроки твердения и высокими показателями на разрыв («10-9», «10-15»);

в) цементы обычного состава с нарушениями расчетных модулей при недожоге («3-6», «3-4») имеют большие показатели на разрыв и сравнительно малые на сжатие.

В связи с вышеуказанным для получения цемента определенного качества следует рекомендовать производить расчет шихты по заданному минералогическому составу клинкера. С другой стороны, минералогическое изучение клинкера позволяет еще до проведения физико-механических испытаний установить общий характер физико-механических свойств соответствующего цемента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная работа показала возможность организации в Татарской АССР производства портланд-цемента высоких марок на базе местного сырья.

Особенности геологического строения в сочетании с прочими факторами позволяют выделить на территории Татарии три минерально-сырьевых узла: Елабужско-Бондюжский, Шугуровский, Киндерский. В каждом из этих узлов, в зависимости от конкретных условий, проблема решается различными путями.

Елабужский минерально-сырьевой узел дает возможность организовать производство портланд-цемента в довольно широких размерах. Наиболее благоприятным является участок по новому склону долины р. Тоймы между г. Елабуга и п. Бондюга. Мощность продуктивного горизонта здесь возрастает от 4 м (Красная Горка) до 7 м (с. Татарские Челны). Благодаря сравнительно пологому склону долины, возможна разработка в широкой полосе при относительно небольшой вскрыше. Возможно также использование участка Городище и Красная Горка.

В задачи поисково-разведочных работ в этом районе и должно входить: подыскание наиболее благоприятных участков; изучение строения и

выдержанности продуктивного пласта; изучение условий вскрыши, в связи с возможным наличием покровных суглинков; подыскание условий разработки глинистого компонента (в кровле или в подошве продуктивной карбонатной пачки); изучение гидрогеологических условий и др.

В связи с наличием в известняках примеси песчано-алевроитового материала совершенно необходимо особое изучение этого фактора и проведение дополнительных технологических испытаний.

Шугуровский минерально-сырьевой узел находится в менее благоприятных условиях. Сравнительно небольшой размер денудационных площадок, к которым приурочен здесь основной продуктивный горизонт, ограничивает запасы и возможные размеры производства. С другой стороны, возможность производства портланд-цемента из цементного сырья — «натурала» является благоприятным фактором.

Киндерский минерально-сырьевой узел характеризуется более сложными геологическими условиями. Это обстоятельство зависит, главным образом, от особенностей тектонического строения участка, его рельефа, наличия в кровле продуктивного горизонта толщи доломитовых пород. Здесь нами выделен, в качестве перспективного, участок в районе с. Киндери.

Удовлетворительное решение проблемы производства цемента на этом участке заключается в организации комплексной эксплуатации месторождения с использованием доломитов и доломитизированных известняков, оолитовых известняков серии «подлужник» и глинистых пород серии «опоки».

Доломиты, залегающие в кровле серии «подлужник» (верхняя часть «верхнего беляка»), отличаются чистотой состава, посторонних примесей содержат менее 2,5% и по этим признакам пригодны для производства каустического доломита.

Залегающие ниже доломиты известковистые и доломиты с прослоями известняков также отличаются чистотой состава, посторонних примесей содержат лишь около 1,5%. Они пригодны для производства извести высокомагнезальной воздушной, жирной. Частично этот горизонт может использоваться для получения бутового камня пониженного качества.

Основной продуктивный горизонт — известняки оолитовые — может использоваться для производства портланд-цемента совместно с подстилающими их глинами и мергелями. Клинкер такого состава нами не испытывался, но положительный результат технологических испытаний других проб позволяет ожидать и при этой комбинации получения цемента средних, а возможно, и высоких марок. Не исключается при этом применение для получения особых марок цемента плиоценовых глин из района с. Сидорова Пустошь.

Создание в Татарской АССР цементной промышленности явится прямым выполнением директив XIX съезда Коммунистической партии Советского Союза об увеличении мощностей цементной промышленности, о более высоких темпах роста производства строительных материалов в районах Поволжья, о внедрении новых строительных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- Белянкин Д. С., Иванов Б. В., Лапин В. В. Петрография технического камня. Изд-во АН СССР, М., 1952.
- Богородский А. Я., Луньяк А. И. и Соболев В. Г. К постройке цементно-тукового комбината в Тат. республике. Изд. Научно-исслед. эконом. инст., Казань, 1930.
- Боков А. Н., Бутт Ю. М., Дейнека В. К., Окороков С. Д., Юнг В. Н. (ред.). Технология вяжущих веществ. М., Стройиздат, 1947.
- Бутт Ю. М. Технология цемента и других вяжущих материалов. М., Промстройиздат, 1949.

- Гост-310-41. Цементы. Методы физических и механических испытаний, 1946.
- Егоров С. П. Геологическое обследование правого берега Камы от с. Ижевское устье до г. Елабуги и бассейна р. Тоймы в среднем и нижнем ее течении. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарской республики», Казань, 1932.
- Кирсанов Н. В. Плиоценовые глины в Татарской АССР. Тр. Каз. филиала АН СССР, сер. геол., вып. 1, Казань, 1948.
- Мирополюский Л. М. Гипс и ангидрит в пермских отложениях Татарской АССР и возможности их использования. Уч. зап. КГУ, сер. геол., т. 105, кн. 2, Казань, 1945.
- Мирополюский Л. М. Недр Татарской АССР и проблемы использования полезных ископаемых. Природа, 1942, № 1—2.
- Окороков С. Д. Расчет портланд-цементной сырьевой шихты. М., Стройиздат, 1947.
- Селивановский Б. В. Среднее Прикамье в геологическом отношении. Уч. зап. КГУ, т. 98, кн. 4. Тр. Конференции молодых ученых 1937 г., вып. 2, Казань, 1938.
- Семеновский Ю. В. Литологический анализ отложений татарского яруса центральной части Волжско-Камского края. ДАН, 65, № 1, 1949.
- Сидоров А. К. Технологические испытания нерудного минерального сырья. Госгеол-издат, М., 1949.
- Соколов П. Н. и Шнейдер В. Е. Требования промышленности к качеству цементного сырья (справочник для геологов). Вып. 52, Цементное сырье. М.—Л., Госгеол-издат, 1948.
- Тихвинская Е. И. Геология и полезные ископаемые Приказанского района. Уч. зап. КГУ, т. 99, кн. 3, вып. 13, Казань, 1939.
- Торопов Н. А. и Астреева О. М. Петрографический контроль портланд-цементного клинкера и доменного шлака. М., Промстройиздат, 1948.
- Торопов Н. А. Петрографический контроль цементного производства. В кн. «Контроль производства цемента», т. II, М., Промстройиздат, 1952.
- Хованская О. А. Химический состав и физические свойства глин Тат. республики. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарской Республики», Казань, 1932.
- Чердынцев В. А. и Тихвинская Е. И. (ред.). Геология Татарской АССР и прилегающей территории в пределах 109-го листа. Тр. Моск. геол. управл., вып. 30 и 31, М., 1939.
- Чердынцев В. А., Тихвинская Е. И. Геологическое описание Татарской республики. Геология и полезные ископаемые Татарской автон. сов. социал. респ., Казань, 1940.
- Черноморский Н. В. Геологическое исследование западной части Елабужского района Татарской республики. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарской республики», Казань, 1932.
- Юнг В. Н. (ред.). Основы технологии вяжущих веществ. М. Промстройиздат, 1951.

Ф. М. ХАКИМОВ, С. Ф. КАМЫШЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОЛУЧЕННЫХ
НА БАЗЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ТАТАРСКОЙ АССР
ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИНСТИТУТОМ КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Директивами XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 гг. предусмотрено снижение себестоимости строительства за пятилетие не менее чем на 20%, сокращение сроков строительства и обеспечение повышения качества строительных работ.

Для выполнения этой задачи в директивах указывается на необходимость увеличения роста производства основных строительных материалов за пятилетие не менее чем в два раза, путем установления более высоких, чем в целом по СССР, темпов роста производства строительных материалов на Урале, Сибири, в районах Поволжья, на Дальнем Востоке и Средней Азии, а также в крупных промышленных районах, где ведется большое строительство. Особое внимание в директивах XIX съезда партии обращается на увеличение мощности цементной промышленности.

В Татарской АССР, входящей в район Поволжья, развивается в громадных масштабах промышленное, жилищное, и культурно-бытовое строительство, которое требует расширения и мощного развития промышленности строительных материалов, в частности — развития производства гидравлических вяжущих веществ.

В свете указанных задач приобретают исключительно важное значение изыскание местного сырья, получение из него гидравлических вяжущих веществ и исследование их физико-механических свойств с тем, чтобы решить вопрос возможности организации производства цемента на территории Татарской АССР.

В течение 1952 г. Геологическим институтом Казанского филиала Академии наук СССР доставлены различные пробы гидравлических вяжущих веществ, полученных обжигом шихт, составленных из местных известняков, мергелей и глин в различных их соотношениях.

Все эти пробы цемента подвергались тщательному физико-механическому исследованию. Определение физико-механических свойств цемента производилось в соответствии с требованием ГОСТ 970-41.

По данным Геологического института Казанского филиала АН СССР продукты обжига (клинкеры) выдерживались на воздухе в течение 2—3 недель, после чего подвергались помолу в шаровой мельнице. Доставленный в лабораторию испытания строительных материалов Института инженеров нефтяной промышленности цементный порошок всех проб выдерживался, в целях регулирования равномерности изме-

нения объема, в помещении лаборатории в специальной таре в течение продолжительного времени (от 3 недель до 2 месяцев).

Предварительно определялись физические свойства цемента, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п.	Индекс цемента	Объемный вес (кг/м³)	Удельный вес	Тонкость помола	
				остаток на сите 900 отв. на см² (%)	прошло через сито 400 отв. на см² (%)
1	Цемент 11*	—	2,65	0,6	86,68
2	" 10-9*	910	2,69	6,8	90,44
3	" 10-15*	940	2,91	1,76	90,0
4	" 3-4*	930	2,76	6,6	86,12
5	" 11-12*	1007	2,80	2,02	78,94
6	" 3-6*	—	—	0,22	93,40
7	" 10-2-16*	—	—	0,50	79,26
8	" 13-14*	980	2,75	10,4	79,4

Результаты испытания на равномерность изменения объема при твердении, определения нормальной густоты теста и сроков схватывания цементного теста нормальной густоты приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Индекс цемента	Равномерность изменения объема		Нормальная густота теста %	Сроки схватывания	
		при ускоренном твердении в кипящей воде	при ускоренном твердении в парах кипящей воды		начало через	конец через
1	Цемент 11*	Выдерж.	Выдерж.	25,50	—35 м.	3 ч. 25 м.
2	" 10-9*	"	"	23,0	—32 м.	2 ч. 02 м.
3	" 10-15*	"	"	28,5	—21 м.	2 ч. 50 м.
4	" 3-4*	"	"	26,0	13 м. 3 сек.	1 ч. 04 м.
5	" 11-12*	"	"	23,0	1 ч. 25 м.	3 ч. 48 м.
6	" 3-6*	"	"	28,5	13 м.	35 м.
7	" 10-2-16*	"	"	21,5	3 ч. 50 м.	8 ч. 35 м.
8	" 13-14*	"	"	25,5	—07 м.	—11 м.

Примечание. Проба № 7 (10-2-16*) испытание на равномерность изменения объема выдержала только после двухмесячного хранения.

Определение прочности полученных Геологическим институтом вяжущих веществ проводилось в полном соответствии с требованиями ГОСТ 970-41:

а) на сжатие на образцах кубиков, изготовленных из цементного раствора нормальной густоты, с «нормальным Вольским» кварцевым песком состава 1 : 3 по весу, путем трамбования;

б) на растяжение — на образцах-восьмерках, изготовленных из цементного раствора нормальной густоты, с «нормальным Вольским» песком 1 : 3 по весу, путем трамбования.

Испытание образцов в возрасте 7,28 и 90 дней показало средние значения механической прочности, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

№ п/п	Индекс цемента	Предел прочности на сжатие (кг/см ²) в возрасте			Предел прочности на растяжение (кг/см ²) в возрасте		
		7 дней	28 дней	90 дней	7 дней	28 дней	90 дней
1	Цемент «11»	360,0	513	—	21,9	22,97	—
2	«10-9»	439	510,0	—	29,30	30,57	—
3	«10-15»	499	501,0	—	28,15	34,95	—
4	«3-4»	361	468,0	—	25,27	25,77	—
5	«11-12»	244	351,0	390,0	17,45	20,30	23,65
6	«3-6»	130	196,0	211,0	12,97	20,65	24,02
7	«10-2-16»	225	354,0	393,0	20,42	22,77	24,52

В табл. 3 результаты испытаний на прочность сжатия и прочность растяжения цемента «13-14» не приведены вследствие того, что цемент из этого клинкера показал быстрые сроки схватывания (начало через 7 мин., конец через 11 мин.).

На основании анализа данных испытания цемента, приведенных выше в табл. 1—3, можно сделать следующее заключение.

1. Сырье Шугуровского месторождения по своему химическому составу близко подходит как к новороссийскому и амвросиевскому мергелям — «натурал», так и к мергелям других месторождений, из которых в настоящее время производятся гидравлические цементы.

2. Химический состав глины и известняков, использованных для составления сырьевых шихт, почти ничем не отличается от химического состава аналогичных компонентов, применяемых на различных заводах в цементной промышленности СССР.

3. Тонкость помола исследованных цемента полностью отвечает требованию ГОСТ 970-41, т. е. через сито с 4900 отверстиями на 1 см² проходит от 86,12 до 93,4% от общего веса цемента, за исключением цемента, полученных из сырьевых смесей «11-12», «10-2-16», «13-14», для которых тонкость помола соответственно составляет 78,94%, 79,26% и 79,4%.

4. Сроки схватывания цементного теста нормальной густоты (содержащего 21,5—28,5% воды) не у всех цемента отвечают требованиям ГОСТ-970-41. Так, например, у цемента «10-2-16» начало схватывания наступает через 3 час. 50 мин., конец схватывания через 8 час. 35 мин.; у цемента «11-12» начало схватывания через 1 час. 25 мин., конец схватывания через 3 час. 48 мин. Все остальные цементы не удовлетворяют требованиям стандарта и являются быстротвердеющими цементами: начало схватывания наступает в промежуток времени от 2—3 до 35 мин. и конец схватывания в промежуток времени от 11 мин. до 3 час. 25 мин. Согласно требованиям стандарта для цемента всех марок, начало схватывания при нормальной температуре должно наступать не ранее чем через 45 мин., а конец — не позднее 12 час. от начала затворения.

5. Испытание на равномерность изменения объема при твердении лепешек из цементного теста в кипящей воде и ее парах цементы выдержали.

6. Удельные веса исследованных цемента значительно ниже установленных норм для силикатного цемента и колеблются в пределах 2,65—2,81, объемные (насыпные) веса также меньше, чем у обычного силикатного цемента, и колеблются в пределах от 860 до 1090 кг/м³.

7. Испытание цемента на сжатие и растяжение в образцах из раствора «нормальной» густоты с песком в пропорции 1:3 по весу показало положительные результаты. Так, например, предел прочности при сжатии цемента «11» в возрасте 28 дней составляет 513 кг/см², при растяжении — 22 кг/см²; цемента «10-9» — при сжатии 510 кг/см², при растяжении — 30 кг/см²; цемента «10-15» — при сжатии 500 кг/см², при растяжении — 34 кг/см²; цемента «3-4» — при сжатии 468 кг/см², при растяжении — 25 кг/см²; цемента «11-12» — при сжатии 351 кг/см², при растяжении — 20 кг/см²; цемента «3-6» — при сжатии 196 кг/см², при растяжении — 20 кг/см²; цемента «10-2-16» — при сжатии 354 кг/см², при растяжении — 22 кг/см².

Испытание цемента после длительного хранения в воде в возрасте 3 месяцев показало непрерывное нарастание прочности как на сжатие, так и на растяжение. Так, прочность на сжатие в трехмесячном возрасте повышается по сравнению с двадцативосьмидневным возрастом от 6 до 11%, а на растяжение до 20%.

На основании полученных данных исследования физико-механических свойств цемента, изготовленных из различных сырьевых смесей Казанским филиалом Академии наук, можно сделать следующие выводы.

1. Исследованные вяжущие вещества относятся к группе обыкновенных силикатных (портландских) цемента. По пределу прочности на сжатие и растяжение образцов из раствора с нормальным песком в пропорции 1:3 по весу исследованные цементы могут быть отнесены к следующим маркам:

- а) цемент «11» к марке «400»
- б) » «10-9» » «500»
- в) » «10-15» » «500»
- г) » «3-4» » «400»
- д) » «11-12» » «300»
- е) » «10-2-16» » «300»

Цемент «3-6», показавший предел прочности на сжатие 196 кг/см² и растяжение 20,65 кг/см², условно может быть отнесен к марке «200».

2. Большинство исследованных цемента являются быстротвердеющими, но этот недостаток может быть легко устранен путем добавления при помоле клинкера различного количества гипса.

3. Пониженное значение удельных и объемных весов исследованных цемента, повидимому, объясняется несовершенством режима обжига сырьевых смесей.

Настоящее исследование как свойств сырья, так и физико-механических свойств, полученных на базе этого сырья вяжущих веществ, является предварительным.

При условии выявления полных запасов сырья и испытания свойств полученных вяжущих веществ в ползаводских условиях, можно рекомендовать организацию производства цемента в районах месторождений исследованного сырья. При этом следует обратить особое внимание на организацию производства цемента на базе Шугуровского месторождения, которое по своему химическому составу удовлетворяет требованиям, предъявляемым к натуральному сырью для производства цемента.

Казанский институт
инженеров-строителей нефтяной
промышленности

З. З. НУГМАНОВА, Б. М. ЮСУПОВ

СЮКЕЕВСКИЕ БИТУМИНОЗНЫЕ ДОЛОМИТЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОВОЙ МАСТИКИ

Из всех месторождений битуминозных пород Татарии, с точки зрения промышленных перспектив, наиболее интересным является месторождение сюкеевских битуминозных доломитов. Им посвящено большое количество печатных и рукописных работ. Основные из них связаны с именами: Гернгросса 2-го (1837), Г. Д. Романовского (1864), П. В. Еремеева (1867), И. М. Мазаровича (1911), Н. Н. Тихоновича (1910), М. Э. Ноинского (1919), К. П. Калицкого (1920), А. Н. Розанова (1928), И. Бурнашева (1930), Л. М. Миропольского (1935), Е. И. Тихвинской (1936) и А. М. Мельникова (1939).

Сюкеевские битуминозные и сероносные породы привлекали к себе в свое время внимание и промышленников. Так, например, в 1870—1873 гг. здесь существовал небольшой серный завод фирмы «Траузе и К°». В 1878 г. бельгийская фирма «Браун и К°» занималась добычей битума, а в 1913—1914 гг. английская компания «Казан ойлфильд» производила нефтеразведочные работы.

После Октябрьской Социалистической революции в 1921—1923 гг. были сделаны попытки получить из битума сюкеевских доломитов ихтиол.

В результате проведенных ранее работ установлено наличие на данном месторождении крупных запасов битуминозных доломитов, гипсов, строительного камня (доломита) и значительное скопление серы.

Однако большинство из этих ископаемых до сих пор еще не используется.

Авторы настоящей статьи предприняли некоторые исследовательские работы с целью выяснения возможности использования означенных битуминозных доломитов в качестве сырья для производства асфальтовой мастики; в чем Татария испытывает острую нужду.

При сочетании известных технико-экономических условий (комплексная разработка месторождения) на базе сюкеевских битуминозных доломитов организовать асфальтовый завод вполне возможно. Горно-технические условия разработки доломитов вполне благоприятны.

Основные орогидрографические элементы района выработаны Волгой. Здесь наблюдается широкая долина реки, углубленная в стратиграфическом разрезе до нижней части серии «подлужник» (P_2^{kaz}). Против выходов битуминозных доломитов у Сюкеевского взвоза Волга образует два русла, правое из которых — старое — вплотную подходит к обрывистому коренному склону долины, а левое — новое, судоходное —

заложено среди аллювиальных отложений и отделено от первого довольно обширным островом; сложенным также аллювиальными породами.

По склону речной долины чрезвычайно сильно развита овражная сеть. Наиболее глубокие из оврагов известны под названием «Богданов дол», «Сюкеевский взвоз», «Ключик», «Елховый куст», «Гребень». Вдоль крутого коренного склона долины протягивается бичевник высотой 5—8 м от меженного уровня Волги. Непосредственно над бичевником обнажаются верхнеказанские породы — доломиты, гипсы, мергели, местами в той или иной степени битуминозные. В отдельных участках обнажений выплывает на поверхность по трещинам, вместе с просачивающимися подземными водами, густая, окисленная нефть.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

По данным обнажений и буровых скважин, заложенных на Камско-Устьинской, Васильевской структурах и Сюкеевском взвозе, представляется возможным охарактеризовать в пределах рассматриваемой площади верхнекаменноугольные, пермские и четвертичные образования.

Верхнекаменноугольные образования представлены светло-серыми, серыми, местами буровато-серыми известняками и доломитами, участками загипсованными и окремнелыми. Мощность их около 210 м.

Пермские образования представлены обоими отделами: нижним и верхним.

Нижнепермские отложения состоят преимущественно из гипсов, ангидритов и гипсо-доломитов. Лишь в нижней части толщи, мощностью 15—20 м, прослеживаются «чистые» доломиты с подчиненными прослойками или включениями гипса. Мощность нижнепермских образований колеблется от 70 до 115 м.

Верхнепермские образования представлены отложениями казанского и татарского ярусов. Казанские отложения характеризуются, так же как и нижнепермские, в основном, развитием доломитов и гипсов. Последние, сравнительно с гипсами Нижней Перми, являются маломощными. Тем не менее местами в казанских отложениях прослеживаются отдельные пласты гипса мощностью до 10 м, а иногда и несколько более.

Верхняя часть казанских отложений, главным образом серия «подлужник» и частично серия «опок», в той или иной степени пропитаны битумом. Это — основной промышленно-битуминозный горизонт. Мощность казанских отложений колеблется от 45 до 90 м.

Отложения татарского яруса представлены пестроокрашенными — коричневыми, желтовато-коричневыми, зеленовато-серыми, светлосерыми — песчано-глинистыми породами с подчиненными прослойками доломитов, мергелей и гипсов. Общая мощность яруса достигает 120—130 м.

Четвертичные образования делятся на плейстоценовые и современные отложения.

Плейстоценовые отложения слагают, главным образом, основания древних оврагов и представлены коричневатобурыми, в разной степени известковистыми лёссовидными суглинками, супесями. Мощность их равна 15—20 м.

Современные образования слагают долины Волги и ее притоков, а также покрывают коренные породы на водораздельных пространствах в виде чехла. Представлены они песками, супесями, суглинками и глинами. Мощность их на водоразделах не превышает 20 м (элювий), а в речных долинах достигает 60—70 м (аллювий).

В тектоническом отношении участок сюкеевских битуминозных доломитов, как показывает структурная карта, составленная А. М. Мельниковым и В. Ф. Яковлевым (1939), представляет собой юго-западное крыло

Камско-Устьинской структуры. Маркирующий горизонт — кровля верхнеказанского подъяруса, имеющий в своде структуры (в районе устья р. Камы) отметку 120 м, на Сюкеевском участке понижается до отметки 55—33 м. На фоне этого общего регионального падения слои верхнеказанских и татарских отложений образуют некоторые, местные, куполовидные вздутия с небольшой амплитудой поднятия. Таковыми являются: 1) поднятие, расположенное в районе Сюкеевского взвоза, где кровля битуминозного доломита понижается от отметки 55,6 до 50 м, и 2) поднятие, расположенное между оврагами «Ключик» и «Елховый Куст», где отметка той же кровли понижается от свода к югу на 10 м (55—45 м).

УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ БИТУМИНОЗНЫХ ПОРОД

Как видно из предыдущего, битуминозные породы (доломиты) приурочены к верхней части казанских отложений (серия «подлужник»).

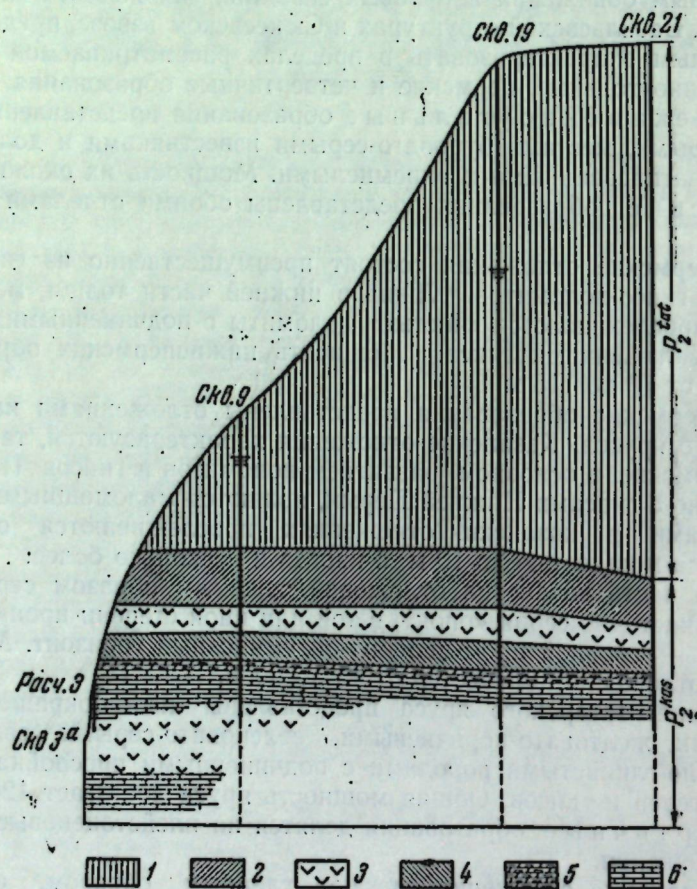


Рис. 1. Схема залегания битуминозных доломитов.

1 — татарский ярус; 2 — глины доломитовые, мергели с выделением пирита; 3 — гипс; 4 — доломиты и магнезиальные глины с содержанием гипса; 5 — тонкоосистый доломит; 6 — битуминозный доломит.

Площадь распространения битуминозных доломитов довольно значительна. Они прослеживаются от с. Мордовский Каратай вниз по Волге на протяжении около 15 км. Битуминозные доломиты наблюдаются также и на р. Улеме в районе с. Васильевка, которое находится на расстоянии 25 км от Сюкеевского взвоза. Вся эта обширная территория в битуминологическом отношении изучена весьма поверхностно. Лишь на небольшом ее участке в 1931—1933 гг. Татгеолтрестом была проведена детальная

разведка. При этом на площади 5 км² заложено всего 94 разведочные выработки.

Разведочными работами установлено наличие двух слоев битуминозных доломитов, отделенных друг от друга довольно мощной толщей гипса (рис. 1). Первый — верхний слой доломита, в зависимости от характера рельефа, залегает на глубине от 0 до 151 м от поверхности земли, а нижний от 2 до 166 м. Мощность первого слоя колеблется от 4,74 до 11,5 м, средняя же мощность около 6 м. Мощность нижнего слоя достигает 4,28—12,17 м при средней мощности около 7 м.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИТУМИНОЗНЫХ ДОЛОМИТОВ

Аккумуляция битума в доломитах как в верхнем, так и в нижнем пластах чрезвычайно неравномерна и варьирует от долей процента до 12%.

Удельный вес битума колеблется в пределах 0,978—0,996. Температура размягчения битума ниже нуля по Цельсию.

Компонентный состав битума характеризуется данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1.

№ обр.	Масла (%)	Смолы (%)	Асфальтены (%)	Исследователь
2	65,23	26,98	7,68	Паршин Нугманова (КФАН)
306	52,60	33,75	12,96	

Как видно, битум содержит большое количество масел и имеет чрезвычайно низкую температуру размягчения, что ставит его в невыгодное положение, как сырье для получения асфальтовой мастики. Необходимо найти путь повышения его температуры размягчения до требуемой для асфальтовой мастики нормы (50—80°C).

Инженер Паршин, как указывает В. В. Аскасинский¹, для повышения температуры размягчения сюкеевских битумов подвергал битуминозные породы термической обработке при температуре 160°C в течение двух часов, что соответствует условиям технологии изготовления асфальтовой мастики. В результате этого он получил данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2:

Сюкеевский битум	Содержание битума	Удельный вес битума	Температура размягчения битума	Потеря при нагреве
До нагревания	8,57	0,988	Ниже нуля	—
После нагревания до 160° С.	6,15	1,096	69,7°	28,1

Исходя из этих данных, инженер Паршин высказал мнение об асфальтовом характере сюкеевских битумов².

Опыты, проведенные над сюкеевскими битумами в Ленинградском институте высоких давлений, дали совершенно другие результаты. Чистый битум, с удельным весом 1,013, полученный путем экстрагирования, содержал около 70% масел после разгонки до температуры 250° С. Это обстоятельство потребовало поисков других путей повышения температуры

¹ Имеются в виду рукописные работы.

² То же.

размягчения асфальтовой мастики. Были произведены опыты по изготовлению асфальтовой мастики из смеси порошков сюкеевских и сызранских битуминозных пород. Результаты оказались неблагоприятными.

Анализы, произведенные в лаборатории Академии коммунального хозяйства в 1934 г. Файнциммером и Чуриновым с точки зрения использования сюкеевских битуминозных доломитов для производства асфальтовой мастики, дали отрицательные результаты. Указанные исследователи пришли к выводу, что в присутствии сюкеевских битуминозных доломитов происходит разрушение вяжущих свойств битума, вводимого в эту систему. Нам сейчас трудно судить, насколько тщательно эти исследователи проводили свои аналитические работы. Но наши анализы не привели нас к подобным отрицательным выводам. Наоборот, мы считаем, что сюкеевские битуминозные доломиты, при применении битума соответствующего качества, могут дать хорошую асфальтовую мастику. При решении данного вопроса, согласно указаниям В. Н. Кобищанова (1950) и В. В. Парфенова (1949), мы исходим из следующих требований: а) битум, извлеченный из изготовленной мастики, должен иметь температуру размягчения, по Кольцу и Шару, от 50 до 80°C; тягучесть (дуктильность) этого битума должна быть при температуре 25°C не менее 20 см, глубина проникания иглы (пенетрация) не должна превышать при температуре 25°C 10—15 мм;

б) минеральная часть мастики (составляющая 65—70% по весу) — заполнитель должен представлять собой тонко размолотый порошок, проходящий через сито с размером отверстий 0,074 мм ($N = 200$);

в) по химическому составу минеральная часть асфальтовой мастики не должна иметь полуторных окислов железа больше 1,5%;

г) временное сопротивление мастики на разрыв должно быть не меньше 30 кг/см²;

д) мастика в изломе должна быть однородной и иметь однообразное строение всей массы.

Важным условием, отличающим асфальтовую мастику и влияющим на ее качество, является хорошее сцепление заполнителя с битумом.

Обычно битумные строительные материалы готовятся простым смешиванием вяжущего материала с минеральной частью, причем зерна минеральной части покрываются битумом лишь с поверхности, асфальтовая же мастика, в целях достижения полной пропитки битумом зерен минеральной части, готовится варкой.

При дальнейшем использовании асфальтовой мастики для изготовления строительных материалов вяжущим веществом в асфальтовой мастике является вся масса мастики, а не только битум, входящий в ее состав.

Очень важно, чтобы заполнитель был водостойким, нерастворимым в воде, во избежание вымывания заполнителя водой из покрытий.

При проведении работы в качестве вяжущего вещества нами был взят битум, полученный в лаборатории из аксубаевской нефти. Так как эта нефть содержит воду, прежде всего необходимо было провести обезвоживание ее. Сушка велась с помощью хлористого кальция, причем для ускорения процесса нефть подогревалась совместно с хлористым кальцием на водяной бане и фильтровалась через слой свежепрокаленного хлористого натрия.

Потеря легколетучих фракций нефти, которая происходит при этом, не имела значения, а, наоборот, даже оказалась желательной для ускорения получения битума.

Фракции нефти, кипящие при температуре ниже 200°C, отгонялись непосредственным нагреванием нефти в кубе емкостью 2 л; пары пропускались через холодильник Либиха и собирались в приемник.

Нефтяные масла, имеющие температуру кипения от 200 до 500°C, отгонялись при глубоком вакууме (1—2 мм) из колбы Клайзена согласно методике, приведенной в книге Б. М. Рыбака (1948).

Нефтяной битум, полученный таким образом, имел температуру размягчения 40°C (К и Ш). Так как для асфальтовой мастики необходимо, чтобы температура размягчения была не ниже 50°C, то к этому битуму в количестве не более 10% по весу добавлялся тонкорастертый асфальтит из Садкинского месторождения с групповым составом: асфальтенов 52,95%, масел 16,11%, смол 24,00%, имеющий температуру размягчения 194—200°C. Необходимо добиться при этом хорошего перемешивания смеси, а для получения хорошего растворения битумов друг в друге требуется небольшой подогрев смеси.

Для достижения необходимого гранулометрического состава минеральной части мастики сюкеевский доломит, который был использован в качестве заполнителя, дробился вначале в щековой дробилке, затем размалывался в шаровой мельнице и просеивался.

Варка асфальтовой мастики проводилась при температуре 175—180°C при постоянном перемешивании до достижения однородности массы.

Полученная таким способом асфальтовая мастика по внешнему виду отвечает техническим требованиям: она однородна в изломе, при ударе молотком раскалывается на части и имеет черный, землистый цвет излома.

При кипячении в дистиллированной воде мастика не дает эмульсии и помутнения воды, что указывает на хорошее сцепление битума с минеральной частью и на нерастворимость в воде минерального заполнителя. Крепкая соляная кислота на мастику оказала очень слабое действие — мастика совершенно не изменилась несмотря на то, что заполнителем является карбонатная порода.

При подогревании мастика хорошо плавится, почти не рассыпаясь.

Сюкеевский битуминозный доломит после извлечения из него битума в аппарате Сокслета был подвергнут химическому анализу. Анализ показал: нерастворимого остатка 2,16%, CaO 30,84%, MgO 39,69%, R_2O_3 0,91%.

Полуторные окислы железа, при содержании больше 1,5%, вызывают быстрое старение асфальтовой мастики.

Приведенные выше данные химического анализа сюкеевских доломитов характеризуют их исключительно с положительной стороны.

Содержание битума в полученной нами мастике оказалось равным 17,9%. Удельный вес битума, экстрагированного из мастики, оказался ближе к единице (0,992), температура размягчения по К и Ш достигает 67,5°C. Удельный вес мастики равен 2,11.

Потеря веса при нагревании битума, экстрагированного из асфальтовой мастики, составляет 0,2%, что соответствует техническим условиям ГОСТ 1544-46.

Битум, входящий в состав мастики, является фактически смесью битумов сюкеевского доломита, садкинских асфальтитов и битума аксубаевской нефти. Его групповой состав, определенный по Маркусону, следующий: асфальтенов 13,26%, масел 40,62%, смол 45,72%.

Дуктильность полученного битума и его пенетрация вполне удовлетворяют техническим требованиям.

Таким образом, проведенные анализы и испытания, возможные в наших лабораторных условиях, показывают, что производство асфальтовой мастики вполне может быть организовано на вышеуказанном сырье. Полученная мастика удовлетворяет всем требованиям, которые к ней предъявляются.

- Бурнашев И. Нефть и битум Татарской Республики. Казань, 1930.
- Гернгросс 2. Отчет штабс-капитана Гернгросса 2-го о поисках, произведенных по поручению горного начальства в Симбирской, Казанской и Оренбургской губерниях для открытия месторождений асфальта. Горн. журн., ч. IV, 1837.
- Еремеев П. В. Отчет полковника Еремеева о занятиях по розысканию месторождений нефти в Казанской, Симбирской и Самарской губ. Горн. журн., ч. I, 1867.
- Калицкий К. П. Нефтяные месторождения Казанской, Уфимской и Самарской губ. Изв. Геолкома, т. XXXIX, № 3—6, 1920.
- Калицкий К. П. Сюкеевское месторождение нефти Казанской губернии. Нефть и сланц. хоз., № 9—12, 1920.
- Кобищанов В. Н. Асфальт в промышленном и гражданском строительстве. М., Стройиздат, 1950.
- Мазарович А. И. Дислокационное явление в области Свияго-Волжского водораздела. Ежег. по геол. и минер. России, т. XIII, 1911.
- Мельников А. М., Яковлев В. Ф. Геологическое строение и нефтеносность Сюкеевско-Улеминского района. Нефть хоз., № 6, 1939.
- Миропольский Л. М. Характеристика минерального комплекса и основных геохимических процессов в пермских отложениях у с. Сюкеево в Татарской республике. Уч. зап. КГУ, т. 95, кн. 3—4, Геология. Казань, 1935.
- Ноинский М. Э. Геологические исследования в Сюкеевском битуминозном районе осенью 1919 г. Изв. Главн. нефт. ком., № 6—7, 1919.
- Парфенов В. В. Производство асфальтовой мастики. М., Промстройиздат, 1949.
- Розанов А. Н. Следует ли искать нефть в пределах Русской равнины и где именно. Нефть хоз., № 11—12, 1928.
- Романовский Г. А. Нефть, асфальт и горючие сланцы волжских берегов. Горн. журн., 1864.
- Рыбак Б. М. Анализ нефти и нефтепродуктов. 4-е изд. Азнефтеиздат, Баку — Ленинград, 1948.
- Тихвинская Е. И. Основы тектоники Татарской Республики. Уч. зап. КГУ, т. 96, кн. 4—5, 1936.
- Тихонович Н. Н. Сюкеевское месторождение нефти и гудрона Казанской губернии. Нефть и сланц. хоз., № 4—8, 1919.

Ю. В. СЕМЕНТОВСКИЙ и У. Г. ДИСТАНОВ

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ МЕСТНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ

При решении вопросов расширения добычи местных строительных материалов, — камня, щебня, существенное значение имеет систематизированная оценка качества естественного строительного камня. В связи с этим в настоящей статье мы имеем целью дать некоторые сведения по характеристике местного строительного камня для западной части Татарской АССР. В имеющихся работах по местному строительному камню содержится описание известных месторождений карбонатных пород с более или менее полной физико-механической характеристикой качества камня в пределах отдельных месторождений (Маркин, 1940). Вместе с тем эти данные не были использованы ранее для разработки общей качественной характеристики продуктивных горизонтов. Вследствие недостаточности петрографических определений эти данные не могут быть использованы и для характеристики качества отдельных петрографических типов камня. В связи с необходимостью разработки общих вопросов классификации и оценки местных строительных материалов нами и были начаты лабораторные физико-механические испытания по программе, обеспечивающей получение основных характеристик камня. Обобщающим методом при этом являлись петрографические исследования, которые позволили распространить физико-механические характеристики на определенные структурно-генетические типы пород.

Применение петрографического метода исследования в указанном направлении основывается на работах Института геологических наук Академии наук СССР, проводившихся под руководством академика Д. С. Белянкина и профессора Б. В. Залесского. В этих работах, результаты которых изложены в ряде статей (Труды ИГН АН СССР, 1941, 1947, 1948 и 1950), намечаются закономерные связи основных физико-механических свойств пород с некоторыми структурно-морфологическими их особенностями.

В соответствии с поставленными задачами, физико-механические испытания имели назначением получить основные параметры, характеризующие породу: удельный и объемный вес, пористость, водопоглощение, сопротивление сжатию и др. Вследствие, зачастую, разноречивости в имеющихся указаниях по методике физико-механических испытаний, нами приняты для каждого вида испытаний те или иные приемы, обеспечивающие получение наиболее однородных результатов.

Удельный вес (D) определяется в пикнометрах емкостью 25 мл. Образец измельчается до фракции менее 0,25 мм, из него отбирается навеска до 10 г. Определение ведется в дистиллированной воде,

удаление воздуха из образца производится в вакуум-эксикаторе при давлении не выше 5 мм ртутного столба.

Объемный вес (Q) определяется путем воздушного и гидростатического взвешивания водонасыщенных образцов. Поскольку оба взвешивания производятся последовательно друг за другом, степень водонасыщения не влияет на результат. Вычисление объемного веса ведется по формуле:

$$Q = \frac{P_{\text{сух.}}}{P_{\text{нас.}} - P_{\text{вод.}}},$$

где $P_{\text{сух.}}$ — вес сухого образца; $P_{\text{нас.}}$ — вес водонасыщенного образца при произвольной степени насыщения; $P_{\text{вод.}}$ — вес образца, при той же степени насыщения, погруженного в воду.

Общая пористость или коэффициент пористости (K) определяется расчетом:

$$K = 100 \left(1 - \frac{Q}{D}\right).$$

Водопоглощение (свободное насыщение — W_2) соответствует величине открытой пористости. Для заполнения открытых пор образец постепенно, в течение 4 часов, заливается водой и затем оставляется в таком положении 5 суток (120 часов). Как показали исследования Б. В. Залесского (1941), наибольший прирост веса идет в течение первых 3 дней, в последующем он заметно замедляется, хотя и продолжается еще неопределенно долгое время. Принятое нами время (120 часов), согласно данным А. К. Сидорова (1949), считается практически достаточным для получения нормальной величины водопоглощения.

Водонасыщение (принудительное насыщение — W_c) отвечает величине эффективной пористости. Насыщение образца водой ведется в вакуум-эксикаторе, где образцы первоначально подвергаются вакуумированию, а затем, не снимая вакуума, их заливают водой. Только после полного прекращения выделения пузырьков воздуха производится снятие вакуума. Эта методика, на наш взгляд, позволяет обеспечить наиболее полное насыщение пор водой, не требуя последующего выдерживания образцов под большим давлением, как это рекомендуется обычно.

Пористость открытая (V_2) и пористость эффективная (V_c) определяются расчетом из величин водопоглощения (W_2) и водонасыщения (W_c) соответственно: $V_2 = W_2 \cdot Q$; $V_c = W_c \cdot Q$.

Морозостойкость определяется путем многократного замораживания в «ящике мороза» системы Лахтина водонасыщенных образцов и последующего их оттаивания при погружении в воду. Результат фиксируется как регистрацией наблюдаемых разрушений, так и объективно — испытанием образцов на раздавливание.

Временное сопротивление сжатию определялось с помощью 4-тонного пресса на кубиках, размером $2 \times 2 \times 2$ см, согласно методике, предложенной Б. В. Залесским (1947)¹. Эти испытания проведены лишь для части образцов, показавших удовлетворительные результаты по водопоглощению. Испытывалось (в зависимости от размера имеющихся образцов) от одного до трех кубиков в воздушно-сухом состоянии, в водонасыщенном состоянии и после 25 циклов замораживания.

¹ Наиболее прочные образцы испытывались на 50-тонном прессе в лаборатории Казанского института инженеров-строителей.

Величины сопротивления сжатию должны рассматриваться лишь как ориентировочные, вследствие значительного отклонения размера кубиков от стандартного ($5 \times 5 \times 5$ см). Для приведения к стандартному значению, полученные нами величины сопротивления сжатию умножались на пересчетный коэффициент (0,67), однако приближенное значение самого пересчетного коэффициента не позволяет рассчитывать на вполне точные результаты.

Микроскопическое изучение производилось в открытых шлифах с применением хроматических реакций и контроля химическими анализами.

В описываемом районе основным источником строительного камня являются отложения верхнеказанского подъяруса пермской системы. Последний имеет общую мощность около 50 м и складывается преимущественно доломитами при более или менее значительном развитии известняков и подчиненном значении карбонатно-глинистых и кластических пород. Карбонатные породы группируются в три пачки, строение которых имеет много общего между собою: серия «подлужник», серии «шиханы» — «серый камень» и серии «слоистый камень» — «ядренный камень». Продуктивными на строительный камень являются преимущественно серии «подлужник», «серый камень», в меньшей степени «ядренный камень».

Нами подвергнуто обработке с разной степенью детальности до 118 образцов карбонатных пород из различных серий верхнеказанских отложений, что дает возможность охарактеризовать не только продуктивные горизонты, но и весь разрез в целом. Из этого количества 19 образцов изучены по полной программе испытаний, 37 образцов — по сокращенной (без определений величин водонасыщения и сопротивления сжатию); для остальных 62 образцов произведены лишь основные определения (петрографический тип, объемный вес, водопоглощение). Лабораторные физико-механические испытания произведены Г. Я. Даниловым, петрографическое описание выполнено У. Г. Дистановым, им же написана соответствующая часть статьи.

Мы не будем останавливаться на описании отдельных изученных нами разрезов, а ограничимся лишь сводной петрографической характеристикой изученных карбонатных пород, с выделением структурных групп и разновидностей.

Известняки. Наибольшим распространением известняки пользуются в отложениях серии «серый камень» и «подлужник», несколько меньшим — в отложениях серии «слоистый камень» и «ядренный камень». В сложении остальных серий верхнеказанского подъяруса они играют подчиненную роль.

Результаты проведенных исследований позволяют выделить среди известняков 3 структурные группы, а именно:

- а) кристаллически-зернистые известняки,
- б) органогенные известняки и
- в) оолитовые известняки.

А) КРИСТАЛЛИЧЕСКИ-ЗЕРНИСТЫЕ ИЗВЕСТНЯКИ

Эта структурная группа среди рассматриваемых нами известняков является наиболее широко распространенной. Породы, относящиеся к этой группе, состоят из зерен кальцита различного размера, в большинстве случаев испытавших в той или иной мере перекристаллизацию. По величине зерен среди кристаллически-зернистых известняков обособляются следующие разновидности:

- 1) крупнозернистая — размер зерен более 0,5 мм;
- 2) среднезернистая — размер зерен 0,5—0,1 мм;
- 3) мелкозернистая — размер зерен 0,1—0,01 мм;
- 4) тонкозернистая — размер зерен 0,01—0,005 мм;
- 5) пойкилобластическая.

Известняки крупно- и среднезернистой структуры пользуются некоторым развитием в отложениях серий «подлужник» и «серый камень». Макроскопически они буровато-серые, плотные, толсто-наслоенные, крепкие, местами с редкими, крупными кавернами. Под микроскопом слагаются зернами кальцита в одних случаях с преобладающим размером 0,5—1 мм, в других — 0,1—0,5 мм. Форма зерен кальцита обычно неправильная, характер их сцепления зубчатый. По контакту зерен нередко наблюдаются густки глинистого материала. Иногда отмечаются также небольшие участки обохривания. Пористость этих известняков обычно невысокая — не более 3%, и редко достигает 10%. В основании разреза серии «серый камень» местами пользуется развитием песчаная разность среднезернистых известняков. В отличие от вышеописанных, этот известняк характеризуется наличием до 15% обломочного материала мелкопесчаной размерности, представленного кварцем, реже кремнем, опалом, полевым шпатом, обломками горных пород. В значительном количестве присутствуют также участки, сложенные мелкозернистым кальцитом с глинистым материалом. Пористость этой породы до 15%. Форма пор округлая, размер до 0,8 мм. Несмотря на наличие обломочного и глинистого материала и значительную пористость, эти известняки имеют также большую крепость.

Известняки мелкозернистой структуры имеют наибольшее распространение. Макроскопически эти известняки серые, буровато-серые, плотные, толсто- и средненаслоенные и редко плитчатые. Под микроскопом они слагаются неправильными и изометрическими зернами кальцита, имеющими размер до 0,25 мм, при преобладании зерен 0,01—0,02 мм. Зерна обычно тесно соприкасаются между собой и имеют непосредственный, местами зубчатый, характер сцепления. Редко по контакту зерен наблюдается скопление гелевидного глинисто-опалового материала. Крепость таких известняков очень высокая, отличительной чертой их является раковистый излом. В небольшом количестве наблюдаются также монокристаллы кальцита размером до 0,5 мм, обломки раковин, раковины брахиопод, фораминифер, остракод и участки обохривания гидроокислами железа. Последние располагаются обычно вокруг пор и микротрещин. Значительным распространением среди описываемых известняков пользуются доломитовые разности, обладающие несколько меньшей крепостью. Зерна и агрегаты зерен доломита в этом случае располагаются в массе кальцита довольно равномерно. Пористость мелкозернистых известняков обычно не превышает 5—10% и редко достигает 30%. Расположены поры в породах более или менее равномерно. Они имеют округлую и неправильную форму и размер до 0,1 мм. С повышением пористости крепость известняков падает.

Известняки тонкозернистой структуры пользуются ограниченным распространением. Наличие их зафиксировано лишь в отложениях серий «шиханы» (отдельные прослои) и «ядренный камень». Макроскопически тонкозернистые известняки серые, пятнами и прослоями темносерые, плотные. Крепость их обычно средняя. Под микроскопом эти известняки сложены зернами кальцита с преобладающим размером 0,01—0,005 мм, в массе которых обособляются более крупные (до 0,08 мм) монокристаллы и агрегаты кристаллов кальцита, выполняющие поры и микротрещины. В небольшом количестве присутствуют также обломки раковин остракод, сложенные пелитоморфным кальцитом, и ред-

ко включения зерен доломита. Пористость известняков не более 5%. Форма пор округлая, размер до 0,3 мм. Образовались поры преимущественно за счет выщелачивания раковин остракод.

Известняки пойкилобластической структуры пользуются значительным распространением в отложениях серии «подлужник». Макроскопически они крупнозернистые, буровато-серые, пятнами и участками светлосерые, плотные, крепкие. Под микроскопом эти известняки слагаются тесно примыкающими друг к другу зернами кальцита, имеющими неправильные формы, зубчатый характер сцепления и размер от 0,03 до 5 мм с преобладанием зерен размером около 1 мм. В зернах кальцита в большом количестве заключены ромбоэдри и агрегаты зерен доломита с преобладающим размером 0,01—0,03 мм, обычно загрязненные глинистым материалом. Содержание доломита в зернах кальцита неравномерное: в одних случаях он присутствует в виде редких, единичных зерен, в других относительно преобладает. Конфигурация зерен кальцита в последнем случае фиксируется лишь одновременным погасанием промежуточных между агрегатами зерен доломита участков. Редко отмечаются крупные, более темные участки породы, сложенные тонкозернистым доломитом. Пористость этих известняков обычно не превышает 3%.

Б) ОРГАНОГЕННЫЕ ИЗВЕСТНЯКИ

Органогенные известняки значительным развитием пользуются в отложениях серии «ядренный камень». Макроскопически они светло- и буровато-серые, плотные, толсто-наслоенные. Под микроскопом характеризуются органогенно-детритусовой структурой и представляют собою породу, сложенную мелкозернистым и пелитоморфным кальцитом, в массе которого иногда присутствуют редкие зерна и агрегаты мелкозернистого доломита. Характерной особенностью этих известняков является наличие в них в большом количестве (до 70%) угловатых, обычно хорошо распознаваемых обломков организмов, имеющих размеры до 2 мм с преобладанием 0,2—0,8 мм. Среди обломков определяются иглы и створки раковин брахиопод, раковины фузулинид и фораминифер (*Tetrataxis*, *Bradyina*, *Camertna*, *Endothyra*, *Archaeodiscus*, *Nodosinella*, *Stafella* и др.), обломки мшанок и членики криноидей. Редко отмечаются полости раковин, выполненные мелкозернистым кальцитом, и участки обохривания, располагающиеся вблизи пор и пустот. Пористость до 8%. Поры образовались в основном за счет выщелачивания раковин.

В) ООЛИТОВЫЕ ИЗВЕСТНЯКИ

Оолитовые известняки имеют широкое распространение главным образом в сериях «подлужник» и «серый камень», в зонах прибрежных отложений. Макроскопически они буровато-серые, оолитовые, местами отрицательно-оолитовые. Под микроскопом эти известняки слагаются ооидами (60—80% площади шлифа), погруженными в массу мелкозернистого кальцита. Размер ооидов 0,2—0,6 мм, форма округлая и эллипсоидальная, строение концентрически-скорлуповатое. В ряде случаев в ооидах отмечаются 2 концентрических — наружный, сложенный тонко- и мелкозернистым доломитом, и внутренний, сложенный тонко- и мелкозернистым кальцитом и его монокристаллами. В центре ооидов нередко наблюдаются включения обломочных зерен, представленных кварцем, кремнем и опалом. Значительным распространением пользуются частично, а в ряде случаев и нацело выщелоченные ооиды. Связующая ооиды

масса сложена мелкозернистым кальцитом с размером зерен 0,02—0,03 мм, среди которого иногда отмечаются небольшие реликтовые участки тонкозернистого доломита. Пористость породы обычно не превышает 10%, но в ряде случаев достигает 40%. Поры образовались в большинстве своем за счет выщелачивания оондов.

Доломиты в пределах изученных отложений пользуются широким распространением. Наличие их зафиксировано по всему разрезу Верхнеказанского подъяруса и в особенности в пределах серий «подлужник» (верхняя часть), «шиханы» и «слонстый камень», где ими повсюду складывается основная часть разреза.

В результате проведенных исследований среди доломитов выделяются 2 структурные группы, а именно:

- а) кристаллически-зернистые доломиты,
- б) оолитовые доломиты.

а) Кристаллически-зернистые доломиты

Эти доломиты пользуются максимальным распространением. По величине зерен среди них выделяются:

- 1) мелкозернистые доломиты с размером зерен 0,1—0,01 мм;
- 2) тонкозернистые доломиты с размером зерен 0,01—0,005 мм;
- 3) пелитоморфные доломиты с размером зерен < 0,005 мм.

Доломиты мелкозернистой структуры имеют наибольшее развитие. Макроскопически они светлосерые, реже желтовато-серые (характерно для глинистых разностей) и пятнистоокрашенные (характерно для доломитов с узловатой кальцитизацией), плотные, реже кавернозные (присущи доломитам из серии «шиханы»), толсто- и средненаслоенные. Крепость доломитов варьирует в широких пределах. Наибольшей крепостью обладают доломиты с раковистым изломом, наименьшей — глинистые и кальцитизированные (с узловатой кальцитизацией).

Под микроскопом доломиты слагаются изометрическими и ромбоэдрическими зернами доломита, имеющими преобладающие размеры 0,01—0,02 мм, редко больше. В массе породы, нередко в значительном количестве, присутствует глинистый пелитовый материал, чаще равномерно рассеянный и иногда включенный в зерна доломита (глинистые доломиты). Реже отмечается наличие гелевидного глинисто-опалового материала, концентрирующегося обычно в местах стыка зерен и как бы спаивающего зерна между собой. Крепость таких доломитов значительная. Реже наряду с глинистым материалом наблюдаются выделения кремнезема в виде опала и халцедона.

Значительным распространением пользуются доломиты известковые, характерной особенностью которых является наличие разобщенных зерен и агрегатов зерен кальцита. Размер зерен кальцита обычно не превышает 0,01—0,03 мм. Реже отмечаются более крупные монокристаллы (до 0,05 мм) кальцита, выполняющие поры и микротрещины, и пойкилобласты размером до 1 мм, включающие в себя отдельные ромбодры и агрегаты зерен доломита. Последние характерны для некоторых пород из серии «подлужник», «шиханы». Очень редко встречаются обломки раковин и раковины остракод, пелеципод и фораминифер, выполненные мелкозернистым кальцитом.

Незначительным распространением пользуются доломиты окремненные («шиханы», «серый камень»). В этих доломитах пространство между зернами выполнено опалом и халцедоном, играющими как бы роль цемента типа выполнения пор. Чаще наблюдаются доломиты с участками окремнения и отдельными крупными порами и пустотами, выполненными вторичным кварцем и халцедоном.

Пористость доломитов колеблется в пределах от 0 до 30%. Резкое снижение пористости показывают доломиты окремненные.

Доломиты тонкозернистой структуры светлосерые и желтовато-серые, толсто-наслоенные, плотные, редко дырчатые. По своему характеру они близки к доломитам мелкозернистым и отличаются несколько меньшим размером слагающих их зерен (в пределах 0,01—0,005 мм). В основной массе породы обычно в небольшом, реже в значительном количестве присутствует равномерно рассеянный пелитовый глинистый материал, придающий породе буровато-серую окраску и местами обуславливающий полосчатую микротекстуру. Отмечается иногда также наличие монокристаллов размером до 0,1 мм и агрегатов зерен кальцита, выполняющих поры и микротрещины. Пористость доломитов высокая, до 25%. Форма пор обычно неправильная, размер чаще не превышает 0,1 мм, редко достигает 1 мм. Крепость этих доломитов сравнительно невысокая.

Доломиты с пелитоморфной структурой пользуются значительным развитием в отложениях серии «опоки». Макроскопически они плотные, светлосерые, местами довольно крепкие, участками окремненные. Под микроскопом слагаются зернами доломита с преобладающим размером менее 0,005 мм. В массе породы нередко в значительном количестве присутствует равномерно рассеянный глинистый пелитовый материал. Пористость редко превышает 10%. Форма пор округлая и неправильная, размер до 0,1 мм. Крепость этих доломитов в одних случаях невысокая, в других значительная. Отличительной чертой крепких доломитов является полураковистый излом, связанный, видимо, с наличием в них гелевидного глинисто-опалового материала и тесным прилеганием зерен друг к другу.

б) Оолитовые доломиты

Доломиты оолитовые пользуются значительным развитием в отложениях серии «подлужник» в районе ряда месторождений. Макроскопически они буровато-серые, крепкие, оолитовые, местами отрицательно-оолитовые, кальцитизированные. Кальцитизация в ряде случаев весьма интенсивная, доломит известковый участками переходит в известняк доломитовый. Под микроскопом порода представлена ооидами, погруженными в массу мелкозернистого глинистого доломита. Соотношение оондов и цементирующей их массы в общем 1:1, в одних случаях с преобладанием оондов, в других — промежуточной, связующей массы. Ооиды распределены в породе довольно неравномерно, имеют округлую и эллипсоидальную форму и размер от 0,1 до 1 мм. В наружной зоне они слагаются мелкозернистым доломитом, в середине выполнены обычно монокристаллами кальцита, включающими в себя отдельные зерна и агрегаты зерен доломита. Нередко в центре оондов отмечаются включения сильно обохренных зерен кварца, опала и полевого шпата. В ряде образцов ооиды нацело выщелочены, пористость в этих случаях значительна, доходит до 60%. Цементирующая ооиды масса сложена мелкозернистым глинистым доломитом, нередко сильно кальцитизированным. Порода в этом случае обычно складывается крупными (до 5 мм) монокристаллами кальцита, включающими в себя отдельные зерна и агрегаты зерен доломита и реликты оондов. Местами кальцитизация проявляется настолько интенсивно, что порода переходит в чистые известняки, содержащие лишь реликты первоначальной оолитовой структуры.

Уже на основании визуальной оценки при микроскопическом изучении установлено, что группа кристаллически-зернистых известняков характеризуется наиболее высокой прочностью. Крупность слагающих их

зерен оказывает существенное влияние на свойства породы. Однако решающими факторами являются пористость и характер взаимосвязи слагающих породу зерен. С уменьшением пористости крепость известняков, естественно, повышается; при равной пористости наличие мелких пор с неправильными формами оказывает более существенное влияние на снижение прочности, нежели наличие пор округлых и крупных. Наиболее же существенным фактором является характер взаимосвязи зерен между собою. Так, известняки с зубчатой формой контакта между зернами имеют высокую крепость. Известняки перекристаллизованные, характеризующиеся наличием в местах стыка зерен гелевидного, видимо, глинисто-опалового материала, как бы спаивающего зерна кальцита между собою, также характеризуются высокой крепостью.

Отрицательным фактором, ведущим к снижению прочности известняков, является присутствие в них зерен и агрегатов доломита. Включения обломочного (песчаного) материала в перекристаллизованных известняках отрицательного влияния на прочность породы не оказывает.

В группе доломитов наблюдаются аналогичные зависимости. В связи с увеличением размерности зерен намечается в общем увеличение крепости. Однако более важным фактором здесь также оказываются пористость и характер взаимосвязи зерен между собою. Наличие связующего гелевидного глинисто-опалового материала по контакту зерен ведет к увеличению крепости доломитов, пелитового же глинистого материала — к ее снижению.

Вполне определенные зависимости между структурой и физическими свойствами пород устанавливаются и при рассмотрении объективных данных лабораторных испытаний (табл. 1). Наиболее отчетливо эти за-

Таблица 1

Средние значения физико-механических параметров по петрографическим типам и разновидностям

Петрографические типы и разновидности	Число испытанных образцов n	Объемный вес Q	Удельный вес D	Водопоглощение W ₂	Коэффициент пористости K	Пористость открытая V ₂	Временное сопротивление сжатию		
							в воздушно-сухом состоянии	в водонасыщенном состоянии	после замораживания
Известняки крупно-, среднезернистые и пойкилобластические	3	2,61	2,76	1,10	5,17	2,88	624	662	728
Известняки мелкозернистые	6	2,56	2,73	1,55	6,34	3,92	970	700	758
Известняки тонкозернистые	2	2,46	2,73	3,01	9,80	7,46	690	474	320
Известняки органогенные	4	2,20	2,66	7,10	17,30	15,24	606	484	494
Известняки оолитовые	1	2,12	2,81	5,14	21,40	10,91	—	—	—
Доломиты мелкозернистые с глинисто-кремнистой связью	3	2,55	2,84	2,49	10,21	6,28	826	720	668
Доломиты мелкозернистые	9	2,03	2,83	11,61	27,97	22,77	—	—	—
Доломиты тонкозернистые	3	2,13	2,82	9,10	22,31	19,43	—	—	—
Доломиты пелитоморфные	3	1,92	2,80	15,81	31,41	30,21	—	—	—
Доломиты оолитовые	1	1,86	2,84	5,76	34,60	10,70	—	—	—

висимости по средним данным проявляются на показателях пористости разного вида и связанных с ними величинах объемного веса и водопоглощения. В группе зернистых известняков мы наблюдаем последовательное уменьшение величины объемного веса вместе с уменьшением размерности зерен. Дальнейшее уменьшение величины объемного веса наблюдается в известняках органогенных и оолитовых. В обратном направлении, но столь же закономерно, происходит изменение коэффициента пористости и, соответственно, величины водопоглощения. Последний показатель только для известняков оолитовых дает относительное уменьшение, что является указанием на замкнутый характер значительной части пор оолитовых пород.

Величины сопротивления сжатию показывают аналогичные, но менее отчетливо выраженные закономерности. Наибольшей прочностью обладают известняки мелкозернистые, от которых в обе стороны структурного ряда происходит уменьшение прочности.

В группе доломитов обособляются доломиты мелкозернистые с глинисто-кремнистой связью, отличающиеся повышенными показателями. Остальные разновидности зернистых доломитов характеризуются пониженным качеством, менее четкими связями структурных и физических особенностей. В общих же чертах здесь наблюдаются зависимости, аналогичные выявленным для группы известняков.

Наличие закономерной связи двух важных параметров строительного камня — объемного веса и водопоглощения заставило нас особо проанализировать эту связь на более широком материале. Наличие закономер-

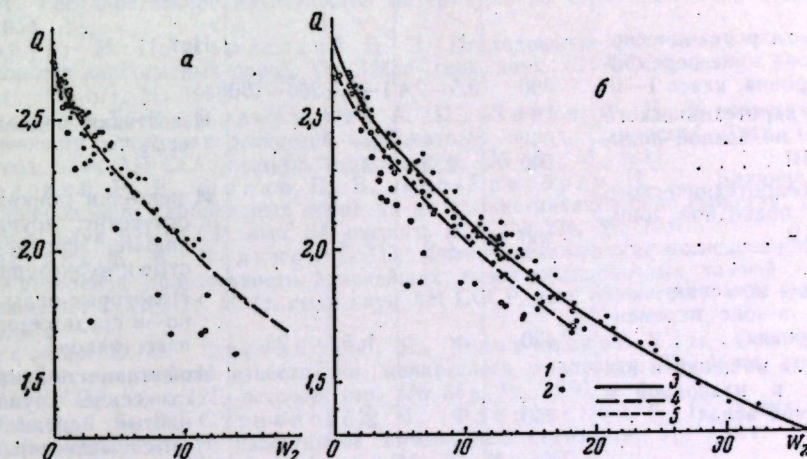


Рис. 1. Зависимость между объемным весом (Q) и водопоглощением (W₂) для известняков (а) и (б)

1 — зернистые породы; 2 — оолитовые породы; 3 — расчетная кривая для доломитов; 4 — та же для известняков; 5 — эмпирическая кривая по П. В. Куниньшу для известняков.

ной связи двух важных параметров строительного камня: объемного веса (Q) и водопоглощения (W₂) вполне естественно, поскольку они находятся в функциональной зависимости между собою. Если обозначить через S степень заполнения поровых пространств породы водой, то значение водопоглощения определится выражением: $W_2 = \frac{S}{Q} - \frac{S}{D}$. Среднее значение удельного веса для известняков верхнеказанских отложений рассматриваемого района составляет 2,72, для доломитов — 2,82. Степень заполнения поровых пространств (S) изменяется в больших пределах: от 30—40% до 100%. Тем не менее можно установить, что при средних и низких величинах объемного веса степень заполнения поровых пространств характери-

зуется высокими и более или менее постоянными значениями. При возрастании объемного веса происходит заметное снижение величины S .

На основании вышеизложенных данных производим расчет величин водопоглощения в зависимости от объемного веса. Полученные расчетные кривые показаны на рис. 1. Как можно видеть, эти кривые весьма хорошо совпадают с распределением точек пород зернистой структуры. Почти полное совпадение теоретическая кривая для известняков имеет с кривой, выведенной П. В. Куницыным эмпирическим путем на основе обобщения большого фактического материала (Куницын, 1953).

Проведенные работы, являясь первым опытом сравнительного изучения качества строительного камня западной части Татарии, позволяют все же прийти к определенным, немаловажным для практического использования камня, выводам, которые суммированы в табл. 2.

Таблица 2

Основные показатели различных видов строительного камня и соответствующие им петрографические типы камня

Виды строительного камня	Основные показатели				Петрографические типы камня, которые могут быть применены в соответствующих сооружениях
	предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии (не менее, кг/см ²)	объемный вес (не менее)	поглощение (не менее, %)	морозостойкость (циклов не менее)	
Щебень гидротехнического бетона зоны переменного уровня, класс I—II	800	2,5—2,4	1—1,5	200—100	Нет
Щебень гидротехнического бетона подводной зоны, класс III	500	2,3	2,5	50	Известняки мелкозернистые
Щебень гидротехнического бетона подводной зоны, класс IV	400	2,3	2,5	—	Известняки пойкилобластические, крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые
Камень для мощения и набросок в зоне переменного уровня	400		1,5	25	Некоторые виды крупно- и среднезернистых известняков
Камень для мощения и набросок в надводной и подводной зонах	250		2,5	—	Известняки пойкилобластические, крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые
Бутовый камень	150		5,0	—	Все виды зернистых известняков и доломиты с глинисто-кремнистой связью
Бутовый камень не стандартный	150		10,0	—	Все известняки, доломиты с глинисто-кремнистой связью, тонкозернистые и оолитовые

В этой таблице приведены основные показатели камня для различных видов сооружений (в основном по данным А. М. Викторова, 1952) и пригодные для них петрографические разновидности камня описанного района.

Если ранее отрицалась возможность применения местного камня в гидротехнических сооружениях, то наши данные позволяют положительно решить этот вопрос. Местный камень, за отдельными исключениями,

не может быть рекомендован для применения в наиболее ответственных сооружениях зоны переменного уровня воды. Однако определенные его разновидности по своим основным техническим показателям вполне пригодны для сооружений надводной и подводной зоны. Для надводной зоны могут быть применены известняки мелкозернистые, для подводной, кроме того, и известняки среднезернистые, крупнозернистые и пойкилобластические. Для стандартного бутового камня пригодны все зернистые известняки и доломиты с глинисто-кремнистой связью. В менее ответственных сооружениях применяется обычно и нестандартный бутовый камень, для которого предел величины водопоглощения мы принимаем в 10%.

Все вышеизложенные рекомендации должны рассматриваться в качестве общих суждений. В каждом конкретном случае применения камня в ответственных сооружениях должны организовываться широкие лабораторные исследования. В особенности внимательно следует относиться к известнякам пойкилобластическим и близким к ним по генезису известнякам крупно- и среднезернистым, в которых различная степень перекристаллизации, наличие или отсутствие реликтов доломита могут значительно влиять на устойчивость породы.

ЛИТЕРАТУРА

- Викторов А. М. Выбор минеральных заполнителей гидротехнического бетона. М., Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952.
- Гинзбург И. И., Залесский Б. В. Исследование физических и химических свойств карбонатных пород. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 122, петрогр. сер. (№ 37), М., 1950.
- Залесский Б. В., Корсунский А. И., Лапин В. В. К вопросу о долговечности некоторых разновидностей карбонатных пород Самарской Луки. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 58, петрогр. сер. (№ 19), М., 1941.
- Залесский Б. В., Лапин В. В., Тер-Григорян Н. С. Влияние степени однородности карбонатных пород на их физико-механические свойства. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 84, петрогр. сер. (№ 27), М., 1947.
- Залесский Б. В., Беликов Б. П. Физико-механические исследования и опыт определения долговечности главнейших типов облицовочных камней из месторождений СССР. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 89, петрогр. сер. (№ 28), М., 1948.
- Залесский Б. В., Степанов В. Я., Флоренский К. П. Опыт изучения физических свойств известняков мячковского горизонта. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 121, петрогр. сер. (№ 36), М., 1950.
- Залесский Б. В., Степанов В. Я., Флоренский К. П. Опыт изучения физических свойств известняков мячковского горизонта. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 122, петрогр. сер. (№ 37), М., 1950.
- Куницын П. В. К вопросу о методике определения водопоглощения камней. «Строительная промышленность», № 10, М., 1953.
- Маркин В. В. Известняки и доломиты Татарской республики. Геология и полезные ископаемые ТАССР, Казань, Татарский геолого-разведочный трест, 1940.
- Сидоров А. К. Технологические испытания перудного минерального сырья. М., Госгеолиздат, 1949.
- Тихвинская Е. И. Геология и полезные ископаемые Приказанского района. Уч. зап. КГУ, т. 99, кн. 3, Геология, вып. 13, 1939.

Е. Т. ГЕРАСИМОВА

О НЕКОТОРЫХ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ САКМАРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАТАРИИ

На территории Татарии за истекшие два-три десятилетия, в связи с грандиозными съемочными и поисково-разведочными работами, направленными в основном на выявление нефтеносности, достигнуты значительные успехи по уточнению стратиграфической схемы палеозойских отложений. Непосредственное изучение литологии сакмарских отложений, проводимое автором настоящей работы в течение 1947—1950 гг., составляет одно из звеньев этих исследований. Оно явилось практически важным для выяснения некоторых стратиграфических особенностей, фациальных изменений сакмарских образований во времени и пространстве, уточнения их границ, выделения среди них надежных маркирующих горизонтов. Для этого было произведено послойное изучение сакмарских пород. Материалом для указанных исследований послужили керны буровых скважин по двум профилям:

- 1) с востока на запад через пункты с. Крым-Сарай, п. Шугурово, сс. Аксубаево, Мульма, Верхний Услон;
- 2) с северо-востока на юго-запад через пункты сс. Голюшурма, Котловка, п. Камское Устье.

Одним из основных методов исследований, помимо изучения пород в плоскопараллельных шлифах, явился седиментационный анализ.

Среди нижнепермских пород в пределах Татарии наибольшим развитием пользуются отложения сакмарского яруса, понимаемые автором в объеме, соответствующем тем отложениям типового разреза, которые выделяются В. Е. Руженцевым (1947) по фауне аммоноидей как собственно сакмарский подъярус.

Сакмарские образования в пределах Татарии залегают на швагериновых отложениях верхнего карбона. Покрываются они на крайнем востоке Татарии артинскими породами, а в более западных районах уфимскими или нижнеказанскими образованиями.

Подоснова сакмарских отложений проводится автором по кровле швагериновых слоев. Такое установление границы между карбоном и пермью, на наш взгляд, является практически наиболее удобным и соответствует биостратиграфическому и историческому принципам. Верхняя часть толщи сакмарских образований несет в большинстве случаев, за исключением тех районов, где она согласно покрывается сульфатно-карбонатными породами артинского яруса, следы глубокого размыва и осложнена карстовыми явлениями. Нередко в основании вышележащих образований констатируются прослои брекчий, брекчиевидных известняков и доломитов, как правило, сильно разрушенных.

Мощность сакмарских пород, благодаря их значительному размыву, колеблется от 50 до 170 м.

Сакмарские отложения представлены в Татарской АССР в основном карбонатными породами (доломитами, известняками) и сульфатными (ангидритами, гипсами). В более верхних горизонтах прослеживаются тонкие прослойки песчаников, мергелей, аргиллитов и местами известняковые брекчии. Фациально отложения яруса выражены неоднозначно как во времени, так и в пространстве. Среди данных отложений в пределах Татарии обособляются по литологическим особенностям три меридионально простирающиеся полосы или области развития: западная, центральная и восточная.

Западная полоса охватывает территорию ТАССР, прилегающую к р. Волге; восточная граница ее может быть условно проведена по меридиану между г. Чистополь и с. Камское Устье. Западная, южная и северная границы совпадают с административными границами Татарии. Центральная полоса характеризуется так же, как и западная, отсутствием выходов сакмарских отложений на дневную поверхность. Восточная граница этой области проводится условно близ осевой линии Сокско-Шешминской гряды поднятий. Восточная область развития сакмарских отложений граничит с Башкирской республикой. На этой территории наиболее полно представлен разрез сакмарских образований. Они обнажаются здесь в районе устья р. Иж, в районе п. Шугурово и вскрыты крелиусными скважинами по р. Каме у сс. Котловка, Соколы Горы, г. Елабуга и др.; в Закамье — у п. Шугурово, сс. Ромашкино, Мальбагуш, Сарабикулово, Ойкино, Крым-Сарай, Урал, Кудашево, Актаныш, Азнакаево и в ряде других мест. Здесь среди сакмарских отложений снизу вверх по разрезу автором, так же как и Л. М. Миропольским (1947), выделяются три постепенно переходящих друг в друга литологических комплекса пород: 1) доломитовый, мощностью от 20 до 40 м; 2) сульфатно-карбонатный, мощность которого достигает нередко 70 м, и 3) известняковый.

Особое значение в этой полосе развития сакмарских образований приобретают отложения известнякового комплекса, представленные известняками с многочисленной фауной штаффелл, кораллов, реже брахиопод и пелеципод. Наиболее часто встречаются: *Parastaffella pseudosphaeroidea* Dut., *Parastaffella preobrajenskyj* Dut., *Parastaffella dagmarae* Dut., *Parastaffella ivanovi* Dut., *Orionastraea stuckenbergi* Ger., *Orionastraea ex gr. brevisseptata* Dobr., *Protolonsdalliastraea*, cf. *albassarica* Gors. и др. Мощность указанного комплекса колеблется от 25 до 70 м. Последний является в этой полосе развития часто сильно размывым и покрывается обычно уфимскими породами. Исключение составляют районы сс. Крым-Сарай, Кудашево, Урал, Актаныш, Сарманы, Азнакаево, Мальбагуш и некоторые другие, где на породах известнякового комплекса согласно залегает толща доломитов в нижних горизонтах с прослоями ангидритов, относящаяся к артинскому ярусу.

Автор считает, что сакмарский ярус в восточных районах Татарии синхроничен тастубскому и стерлитамакскому горизонтам Приуралья. К первому из них следует, хотя и условно, относить осадки доломитового и сульфатно-карбонатного комплексов. Стерлитамакскому горизонту соответствуют частично самые верха сульфатно-карбонатного комплекса и целиком известняковая толща с кораллами из группы *Orionastraea*.

Центральная область развития сакмарских отложений изучалась автором на основании керновых материалов по ряду районов, расположенных в нижнем течении р. Вятки, по р. Каме (сс. Змиево, Булдырь, Малый Толкиш, Елань и др.), в Закамье (сс. Аксубаево, Черемшан) и по левобережью р. Волги (сс. Мульма, Красна, Янга-Аул и др.).

В нижнем течении р. Вятки сакмарские отложения, имеющие мощность

до 120 м, слагаются так же, как и в восточных районах, тремя комплексами пород: доломитовым (мощностью около 30—40 м), сульфатно-карбонатным (мощностью от 43 до 60 м) и известняковым (мощностью около 20 м). На сильно размытой поверхности последнего трансгрессивно залегают породы уфимского возраста.

В районах р. Камы, в Закамье и по левобережью р. Волги сакмарские отложения представлены двумя комплексами пород: доломитовым и сульфатно-карбонатным. Последний пользуется значительным развитием, так как мощность его иногда достигает 115 м, в то время как доломитовый имеет мощность от 15 до 58 м. Сульфатно-карбонатный комплекс представлен на этой территории в основном ангидритами, гипсами с прослоями (до 15 м) доломитов. В верхней части этого комплекса прослеживается пачка доломитовых брекчий и брекчиевидных доломитов мощностью до 20 м, на размытую поверхность которых ложатся уфимские отложения, а в более западных районах — нижеказанские образования. Мощность сакмарских пород колеблется в этих районах приблизительно от 38 до 120 м.

Автор так же, как и Г. И. Теодорович (1949), относит брекчиевидные доломиты сс. Аксубаево, Мульма и района г. Чистополь к стерлитамакскому горизонту Приуралья. В более восточных районах Татарии (нижнее течение р. Вятки, сс. Сарабикулово, Ромашкино, Шугурово, Крым-Сарай и др.) эта пачка пород замещается известняками с астреевидными кораллами. Нижележащие породы сульфатно-карбонатного и доломитового комплексов соответствуют частично стерлитамакскому и полностью тастубскому горизонтам Приуралья.

В западной области развития сакмарских отложений в Приказанском, Камско-Устьинском, Сюкеево-Улеминском районах стратиграфический разрез их представлен двумя комплексами пород.

Из них: а) доломитовый сложен доломитами и изредка известняками, иногда с фауной: *Parastaffella cf. dagmarae* Dut., *Parastaffella cf. preobrazhenskii* Dut., *Globivalvulina sp.*, *Amygdalophyllum cf. ivanovi* Dobr., *Caniophyllum socialis* Stuck., *Syringopora parallela* Fisch. и др., б) сульфатно-карбонатный выражен ангидритами, гипсами и доломитами с редкими прослойками известняков. В доломитах и известняках этого комплекса изредка наблюдается фауна: *Globivalvulina bulloides* Brady, *Geinitzina sp.*, *Glomospira sp.*, *Nodosaria permiana* Spand. и др. Сакмарские отложения здесь сильно размыты, благодаря чему мощность их иногда сильно снижается, но в большинстве случаев она доходит до 90, редко до 140 м. На долю доломитового комплекса приходится 20—40 м. На размытую, закарстованную поверхность сульфатно-карбонатных пород несогласно ложатся нижеказанские образования.

Автор настоящей работы считает, что доломитовый комплекс и, возможно, самые нижние горизонты сульфатно-карбонатного комплекса следует относить к тастубскому горизонту, в то время как более верхняя часть сульфатно-карбонатной толщи пород является синхроничной стерлитамакскому горизонту.

Таким образом, среди сакмарских отложений в пределах Татарии выделяются (снизу вверх) три постепенно переходящих друг в друга литологических комплекса пород: а) доломитовый, б) сульфатно-карбонатный, в) известняковый. Из них первые два комплекса территориально наблюдаются повсеместно в пределах Татарии. Известняковый комплекс пользуется развитием лишь в восточных районах республики (устье р. Иж, с. Котловка, п. Шугурово, сс. Сарабикулово, Ойкино, Ромашкино, Крым-Сарай, Урал, Кудашево, Азнакаево и др.), являясь замещенным в более западных районах ТАССР сульфатными породами и доломитами; выделенными автором в один из вышеуказанных литологических комплексов.

Доломитовый комплекс пород сложен, как правило, доломитами зернистыми, с преобладанием среди них мелкозернистых разностей, и органическими. Кроме того, изредка встречаются прослои известняков органической и зернистой структур, а в нижней части комплекса — прослои окремнелых доломитов. Данный комплекс пород имеет мощность от 20 до 58 м.

Сульфатно-карбонатный комплекс пород представлен переслаивающимися между собой сульфатами (ангидритами, гипсами) и доломитами с редкими прослоями мелкозернистых известняков. Ангидриты и гипсы в основном кристаллически-зернистой, кристаллически-листоватой (гипсы) и кристаллически-волокнистой (ангидриты, реже гипсы) структур; доломиты большей частью тонко- и мелкозернистого строения. Среди доломитов отмечаются прослои доломитовых брекчий, брекчиевидных, органических и оолитовых доломитов. Последние две разности доломитов приурочены к нижней части данного комплекса. Они отмечаются почти повсеместно на территории Татарской АССР и являются надежными маркирующими горизонтами.

По химическому составу среди доломитов доломитового и сульфатно-карбонатного комплексов преобладают нормальные доломиты с содержанием избыточной молекулы CaCO_3 до 5%. Редко встречаются известковистые и известковые доломиты. В доломитовом комплексе наблюдаются прослои доломитистых известняков с содержанием молекулы доломита до 22%.

Среди сульфатов и доломитов сульфатно-карбонатного комплекса встречаются прослои доломитистых известняков с содержанием доломита от 5 до 25% и известняков доломитовых, в которых количество доломита значительно больше 25% (до 33%). В верхней части сульфатно-карбонатного комплекса наблюдаются прослои мергелей (доломитовых, алевроитовых) и песчаников. Среди последних обособляются: а) песчаники мелкозернистые, алевроито-глинистые и известковые и б) песчаники мелкозернистые, глинистые, доломитовые. Мощность сульфатно-карбонатного комплекса от 43 до 140 м.

Известняковый комплекс слагается известняками обычно зернистой, органической и реже обломочной, брекчиевидной и оолитовой структур.

В верхних горизонтах известнякового комплекса иногда прослеживаются прослои мергелей, аргиллитов, брекчий. Мергели представлены алевроито-глинистыми, а аргиллиты — известковистыми разновидностями. Известняковый комплекс пород имеет мощность от 25 до 70 м.

Среди известняков выделяются: а) чистые известняки с содержанием молекулы доломита до 5% и б) известняки доломитистые с содержанием молекулы доломита от 5 до 25%. В нижней части известнякового комплекса встречаются известковые доломиты.

Все карбонатные породы сакмарского возраста характеризуются содержанием нерастворимых остатков, как правило, < 1%. Это свидетельствует о малом приносе кластического материала в период отложения данных осадков.

Некоторое увеличение содержания нерастворимых компонентов отмечается в прослоях окремнелых доломитов из доломитового комплекса, в прослоях мергелей, аргиллитов, песчаников, приуроченных в отдельных районах Татарии к верхним горизонтам сульфатно-карбонатного и известнякового комплексов.

Выход тяжелых минералов из фракций с размером зерен от 0,25 до 0,01 мм, выделенных из нерастворимых остатков в тяжелой жидкости Туле с удельным весом 2,9, весьма незначителен. Обычно он составляет сотые доли процента. При этом наблюдаются некоторые закономерности

в распределении содержания тяжелых минералов по разрезу сакмарских отложений.

Прежде всего отмечается повышенный выход их (до 60 и до 88%) в отдельных прослоях доломитов из доломитового и сульфатно-карбонатного комплексов в связи с присутствием в них таких минералов, как флюорит, целестин и ангидрит. Далее, в известняковом комплексе устанавливается выход тяжелых фракций до нескольких процентов, что связано с более значительной концентрацией в этих породах кластического материала.

Тяжелые и легкие фракции из пород сакмарского возраста представлены довольно постоянным комплексом минералов. Среди них установлено 36 минералов: магнетит, титаномагнетит, ильменит, лейкоксен, пирит, гидрогетит, гранат, циркон, эпидот, цоизит, титанит, рутил, пикотит, анатаз, брукит, турмалин, биотит, мусковит, хлорит, хлоритонд, обыкновенная роговая обманка, корунд, ставролит, дистен, энстатит, диопсид, эгирин, флюорит, целестин, ангидрит, гипс, кварц, халцедон, ортоклаз, микроклин, плагиоклазы. Генетически они подразделяются на три группы: 1) минералы терригенные, к ним относятся: черные рудные минералы (магнетит, титаномагнетит, ильменит), гранат (гроссуляр, альмандин, уваровит), циркон, турмалин, группа эпидота (эпидот, цоизит), ставролит, титаносодержащие минералы (титанит, рутил, анатаз, брукит), пикотит, обыкновенная зеленая роговая обманка, корунд, слюды (биотит, мусковит), хлорит, хлоритонд, пироксены (энстатит, диопсид и эгирин), кварц, халцедон, полевые шпаты (ортоклаз, микроклин и плагиоклазы); 2) минералы син-диагенетические, представленные: целестином (частично), флюоритом, ангидритом, пиритом, гипсом (частично); 3) минералы ката-гипергенные, к ним относятся: пирит (частично и местами), гидрогетит, а частично также целестин, кварц, халцедон, гипс.

Количественная распространенность указанных минералов по разрезам выделенных комплексов весьма различная. Так, в доломитовом комплексе ведущими минералами в тяжелых фракциях с содержанием $> 10\%$ (не учитывая их генезиса) являются: черные рудные минералы (до 97%), гранат (до 37%), флюорит (до 85%), целестин (до 99%), второстепенными минералами с содержанием от 1 до 10% — пирит, гидрогетит, флюорит, циркон, роговая обманка, эпидот-цоизит, титанит, турмалин, ангидрит, а аксессуарными минералами с содержанием $< 1\%$ — ставролит, энстатит.

В составе легких фракций ведущая роль принадлежит гипсу. К аксессуарным минералам относятся кварц, халцедон.

В сульфатно-карбонатном комплексе к ведущим минералам в составе тяжелых фракций, как правило, принадлежат минералы син-диагенетического происхождения: флюорит, целестин, ангидрит. Содержание каждого из них нередко достигает в отдельных прослоях 99%. Из терригенных минералов руководящее значение играют черные рудные минералы (до 70%) и изредка гранат (до 36%). Второстепенными минералами являются: титанит, группа эпидота, пирит, гидрогетит, рутил, турмалин, роговая обманка. Из аксессуарных минералов встречаются: ставролит, мусковит, хлорит, корунд, биотит, пикотит, брукит, анатаз, хлоритонд, энстатит, диопсид.

В тяжелых фракциях из мергелей и песчаников к ведущим минералам относятся: гранат (до 87%), целестин (до 91%), черные рудные минералы (до 14%), группа эпидота (до 14%), ставролит (до 13%), кроме того, в единичных случаях — пирит (до 99%) и гидрогетит (до 21%). Второстепенные минералы представлены: турмалином (до 6%), рутилом (до 6%), роговой обманкой (до 4%), титанитом (до 2%). К аксессуарным минералам принадлежат: хлорит, дистен, корунд, эгирин. Среди легких ми-

нералов в нижних горизонтах сульфатно-карбонатного комплекса главную роль играет гипс (до 99%). Кварц (до 90%) и полевые шпаты (до 25%) преобладают в верхней части данного комплекса.

В известняковом комплексе наблюдается довольно постоянный минералогический состав тяжелых фракций с преобладанием терригенных минералов. Наиболее характерными из них являются минералы второстепенного значения, представляющие постоянную составную часть тяжелых фракций. Из них следует отметить: гранат (5—6%), группу эпидота (3—7%), рутил (2—3%), титанит (1—2%), зеленую роговую обманку (1—2%), турмалин (1—2%). Ведущие минералы представлены: черными рудными минералами (до 86%), иногда пиритом (до 93%), гидрогетитом (до 69%) и в некоторых районах — флюоритом (до 99%), целестином (до 99%). В верхних горизонтах этого комплекса в тяжелых фракциях из мергелей и аргиллитов к ведущим минералам относятся: черные рудные минералы (до 87%), гранат (до 14%), в отдельных прослоях группа эпидота (до 21%) и роговая обманка (до 11%); к второстепенным — рутил (до 4%), турмалин (до 4%), иногда титанит (до 9%), пикотит (до 7%), целестин (до 6%), корунд (до 4%), пирит (до 3%), анатаз (до 2%). Среди аксессуарных минералов в тяжелых фракциях из пород известнякового комплекса отмечаются: ангидрит, ставролит, корунд, хлорит, пикотит, мусковит, биотит, брукит, анатаз, дистен, энстатит, хлоритонд. Легкие минералы представлены гипсом, кварцем, полевыми шпатами, причем в верхних горизонтах содержание кварца увеличивается (до 14%).

Среди сакмарских отложений в пределах Татарии по литологическим особенностям выделяются следующие маркирующие горизонты: а) прослой оолитового доломита, прослеживающийся повсеместно в пределах Татарии в нижних горизонтах сульфатно-карбонатного комплекса; б) прослой доломита органической структуры, приуроченный к нижним горизонтам сульфатно-карбонатного комплекса, встречающийся почти везде на территории ТАССР; в) прослой кварцевого песчаника, обогащенного в тяжелых фракциях гранатом и ставролитом, наблюдающийся в верхних горизонтах сульфатно-карбонатного комплекса и прослеженный автором в основном в западной области развития сакмарских отложений в пределах ТАССР.

Формирование сакмарских отложений происходило в основном в условиях лагунно-морского и лагунного режима. На основании всей совокупности литологических, а частично и фаунистических данных, можно заметить, что постепенно складывались в период накопления пород каждого из выделяемых нами литологических комплексов новые, отличные от предыдущих, физико-химические условия морской среды. Это выразилось в постепенной смене доломитовых осадков, образовавшихся в результате подводного диагенеза известнякового ила, хемогенными сульфатно-карбонатными отложениями и известняками с астреевидными кораллами.

Образование указанных отложений происходило в условиях общего обмеления, временами при засолении и сокращении морского бассейна. Процесс засоления происходил не постепенно, а как бы пульсационно, в непрерывной борьбе сил, способствовавших засолению, с силами, вызывавшими кратковременное рассолонение морской среды, ее опреснение, что влекло за собой нередко появление среди сакмарских отложений известняков и прослоев пород кластического ряда. Причину этого процесса следует искать в неуклонном подъеме местности, начавшем проявляться уже в верхнем карбоне и явившемся результатом общих колебательных движений земной коры востока Русской платформы в течение верхнего карбона и нижней перми.

- Миропольский Л. М. О нижнепермских отложениях в Татарии. ДАН СССР, т. 7, № 3, 1947.
 Руженцев В. Е. К вопросу об объеме сакмарского яруса. ДАН СССР, т. 57, № 9, 1947.
 Теодорович Г. И. Карбонатные фации нижней перми — верхнего карбона Урало-Волжской области. Изд. Моск. общ. испыт. природы, вып. 3 (17), 1949.

Г. Л. МИРОПОЛЬСКАЯ КРАТКАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УФИМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРИИ

В геологическом строении восточной части Татарии, района распространения уфимских отложений, принимает участие целый ряд осадочных образований, залегающих над кристаллическим фундаментом. К ним относятся отложения девона, карбона, установленные глубоким бурением, и более молодые пермские, третичные и четвертичные наслоения, обнажающиеся на дневной поверхности.

Неполные выходы интересующих нас уфимских отложений¹, выделяемых среди пермских осадков, изучались только по р. Каме у г. Елабуга и по р. Ик у сс. Шуган и Абсалямово. Полный же разрез уфимских напластований анализировался по кернам буровых скважин у сс. Крым-Сарай, Ойкино, п. Шугурово и с. Аксубаево, расположенных по широтному профилю с востока на запад. В пределах востока Татарии по литологическим особенностям выделяются три области развития уфимских отложений: восточная (сс. Крым-Сарай, Абсалямово, Шуган, г. Елабуга); центральная (п. Шугурово) и западная (сс. Ойкино, Аксубаево).

На территории Татарии уфимские отложения представлены пестрым и невыдержанным во времени и пространстве комплексом красноцветных пород преимущественно кластического ряда. Они здесь имеют самостоятельное стратиграфическое положение и свидетельствуют о новом, отличном этапе осадкообразования в пермское время. Выделение их в самостоятельную стратиграфическую единицу, по данным Л. М. Миропольского (1950), обуславливается: а) несогласным залеганием уфимских отложений на неравномерно размытой, участками закарстованной и выветрелой поверхности сакмарско-артинских образований; б) трансгрессивным перекрытием их нижнеказанскими отложениями с явлениями размыва и перебивания верхней части уфимских осадков; в) залеганием их «вклин» при уменьшении мощности с северо-востока и востока на запад и юго-запад; г) особым их литологическим обликом, представленным в преобладающей части кластическими породами; д) отличными геохимическими особенностями твердой, жидкой и газовой фаз и целым рядом других подтверждающих эти положения фактов, имеющих локальное распространение. К последним относятся, во-первых, присутствие «мусорных пород» в основании уфимских отложений (сс. Крым-Сарай и Ойкино) и обломков карбонатных пород сакмарско-артинского возраста в мергелях у с. Аксубаево, во-вторых, наличие следов размыва в кровле уфимских

¹ В настоящей статье излагаются результаты исследований, проведенные в 1947—1949 гг.

отложений у с. Шуган с образованием волнистой поверхности, в-третьих, находки галек и обломков аргиллитов из уфимских отложений в основании «лингуловых глин» (с. Крым-Сарай) и, в-четвертых, налегание нижнеказанских отложений на разные горизонты уфимских наслоений при сопоставлении их по району исследований.

Уфимские отложения по изученному району представлены главным образом кластическими породами — песчаниками, алевролитами, аргиллитами, реже конгломератами и брекчиями, и в меньшей степени карбонатными осадками — мергелями, известняками и доломитами, с выделениями гипса, иногда даже в виде маломощных линз. Породы кластического ряда в вертикальном направлении и по простиранию крайне прихотливо сменяются одни другими, давая многочисленные переходные по составу разновидности пород. Все они в той или иной степени известковистые (то слабо, то сильно) и в отдельных случаях переходят с одной стороны, в мергели глинистые, алевроитовые, песчаные и, с другой стороны, в глинистые, глинисто-алевритовые и песчаные карбонатные породы.

На изученной территории Татарии наибольшее развитие среди кластических пород принадлежит алевролитам и аргиллитам, а меньшее — песчаникам, конгломератам и брекчиям. Из них наиболее близкими по составу обломочного материала, а часто и цемента, являются алевролиты и песчаники. Эти породы отличаются друг от друга главным образом размером обломочного материала. Они обычно окрашены в желтовато-бурые тона, реже в красновато-бурые, а в западных районах распространения — в зеленовато-серые.

Песчаники и алевролиты приурочены в основном к верхней половине разреза уфимских отложений. При этом увеличение их роли в строении терригенной толщи происходит снизу вверх по разрезу. Уменьшение мощности песчаников и, наоборот, увеличение алевролитов в разрезе уфимских отложений наблюдается в направлении с востока на запад, особенно у п. Шугурово. По составу обломочного материала песчаники и алевролиты принадлежат к полимиктовым разностям. В них устанавливаются неоднородность и неотсортированность зерен обломочного материала (рис. 1), улучшающиеся по направлению с востока на запад и ухудшающиеся снизу вверх по разрезу. Для песчаников и алевролитов свойственны также взаимопереходы друг в друга, разная окатанность зерен обломочного материала, неодинаковая известковистость, уменьшающаяся снизу вверх по разрезу с некоторыми отклонениями, и разная выветрелость. Последнее объясняется неоднозначностью роли вторичных процессов в пространстве и времени, а именно: приуроченностью обожривания и кальцитизации преимущественно к восточному району распространения уфимских отложений, а огипсования, пиритизации, битумизации — к западному.

Аргиллиты имеют почти такое же распространение среди уфимских отложений, как и алевролиты. Они локализируются главным образом в нижней части верхней половины разреза уфимских отложений. Роль аргиллитов в уфимских отложениях и их мощность сокращаются по направлению на запад. Среди них обособляются на востоке илестые разности с обломочной структурой, которые сменяются к западу чешуйчатыми. Одновременно с этим у них происходит изменение красновато-бурых окрасок на зеленовато-серые. Значительное участие в составе аргиллитов принадлежит зернам обломочного материала (рис. 1). При этом наблюдается уменьшение крупности зерен и их количественной роли в аргиллитах к западу и, наоборот, увеличение вверх по разрезу, кроме района п. Шугурово. Наряду с этим в аргиллитах, также за исключением района п. Шугурово, устанавливается неодинаковая известковистость, более зна-

чительная в верхней части разреза. Выявляется также неодинаковое пространственное распространение вторичных процессов. Так, например, в восточной зоне развиты обожривание, кальцитизация, медистые выделения, а в западной — раскристаллизация гелевидного глинистого материала, пиритизация и огипсование (п. Шугурово).

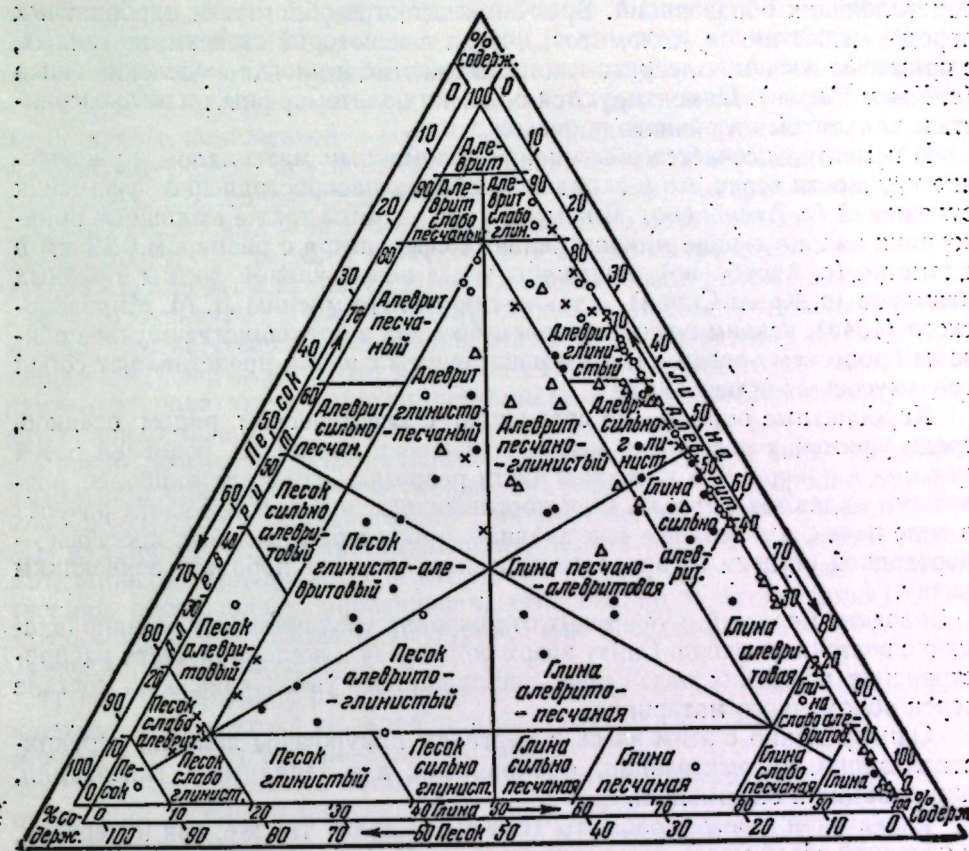


Рис. 1. Схема классификации глинисто-алеврито-песчаных пород (разработана Н. В. Кирсановым).

У — ● — обозначения по рр. Кама и Ик; 2 — ○ — скв. у с. Крым-Сарай; 3 — △ — скв. у п. Шугурово; 4 — × — скв. у с. Ойкино; 5 — + — скв. у с. Аксубаево.

Среди терригенных осадков конгломераты и гравелиты пользуются значительно меньшим распространением, чем другие породы. Они встречаются в верхней половине разреза уфимских отложений, преимущественно в восточных районах (с. Крым-Сарай, г. Елабуга) и исключительно редко в западных (с. Ойкино). По направлению на запад количество прослоев и мощность их резко сокращается. Прослои их на востоке нередко свидетельствуют о начале нового ритма осадкообразования в результате интенсивного сноса обломков, связанного с колебательными движениями земной коры. Состав галек и гравия, а отчасти и песчаных зерен, свидетельствует о местном их происхождении, в результате размыва, перемывания и переотложения из сакмарско-артинских и частично более ранних уфимских отложений. Конгломераты и гравелиты относятся по составу обломков и цемента к карбонатным разностям, известковистость которых вверх по разрезу уменьшается. Из вторичных процессов в них отмечаются: кальцитизация и обожривание, главным образом в восточной зоне, а пиритизация, огипсование и окварцевание — в западной.

Брекчии, в противоположность конгломератам и гравелитам, распространены главным образом в западной области развития уфимских отложений (с. Ойкино, Аксубаево) и редко в восточных (с. Крым-Сарай), причем только в самых нижних горизонтах их. Мощность брекчий неодинаковая ввиду выполнения ими преимущественно пониженных форм рельефа подстилающих образований. Брекции состоят из обломков карбонатных пород — известняков, доломитов, иногда в некоторой степени окатанных, с примесью песчано-алеврито-глинистых частиц и иногда выделений гипса (с. Крым-Сарай). Цементируются обломки пелитоморфным и мелкозернистым кальцитом вторичного происхождения.

В цементе отмечается обогащение обломочным материалом и увеличение крупности зерен его в западных районах распространения уфимских отложений (с. Аксубаево). В нем же наблюдаются также вторичные образования кварца в виде микрозональных сферолитов с размером 0,12 мм в диаметре (с. Аксубаево), выделения гипса неправильной формы и разных размеров (с. Крым-Сарай), а также пирита. По мнению Л. М. Миропольского (1948), «своим возникновением брекчии в большинстве случаев обязаны процессам эрозии с малым расстоянием сноса и представляют собой тип «мусорных образований».

Карбонатные породы, по сравнению с кластическим рядом осадков, среди уфимских отложений имеют меньшее значение. В основной своей массе они приурочены к нижней части разреза. Среди них наиболее развитыми являются мергели. Они прослеживаются в нижней части разреза в виде пачек, а в верхней, как правило, в качестве отдельных прослоев — переходной ступени от аргиллитов к карбонатным породам, венчающим пачку.

Значение мергелей в уфимских отложениях увеличивается по направлению с востока на запад. Снизу вверх по разрезу в восточной части распространения уфимских отложений наблюдается увеличение в их составе зерен обломочного материала.

Одновременно с этим здесь к мергелям приурочены явления перекристаллизации, доломитизации, обохривания, а в западных — гипсизации, пиритизации и окремнения.

Известняки и реже доломиты (с. Крым-Сарай) так же, как и мергели, в основной своей массе приурочены к нижней половине разреза, за исключением района п. Шугурово, в котором карбонатные породы образуют две пачки в верхней и средней частях разреза. Макроскопически они представляют собой породы, обладающие серой окраской разной интенсивности с розоватыми на востоке и зеленоватыми на западе оттенками, неравномернозернистой структурой и мелкопористой текстурой. По полученным данным выявляется, что снизу вверх по разрезу у с. Крым-Сарай происходит обогащение карбонатных пород глинисто-алевритовым материалом, а у п. Шугурово, наоборот, обеднение. В известняках и доломитах, кроме того, проявляются процессы обохривания и доломитизации на востоке и битумизации на западе, а также перекристаллизации, пиритизации, огипсования и окварцевания как в западных, так и в восточных районах.

Гипс в виде линзы (возможно прослоя) мощностью около 2 м установлен в нижней части разреза среди карбонатных пород у с. Ойкино. Макроскопически он характеризуется зернистой структурой, белой, красноватобурой или серовато-розовой окраской, наличием промазок и прослоев глинисто-алевритового материала и доломита.

Таким образом, из произведенного анализа пород и их распределения во времени и пространстве подмечаются определенные закономерности, обусловленные изменением условий осадкообразования, с некоторыми отклонениями, отражающими, по видимому, колебательные движения земной коры при общей тенденции подъема местности.

Анализ литологического строения уфимских отложений по разрезам скважин и обнажений выявил обособление в разрезе их нескольких литологических пачек, фациально невыдержанных во времени и пространстве в результате замещения, выклинивания и выпадения из разреза. Одновременно с этим отмечается наличие ритмичности в осадкообразовании по разрезам у с. Крым-Сарай и Ойкино, четко выраженной в некоторых пачках и дающей небольшие отклонения. Кроме того, наблюдается уменьшение снизу вверх по разрезу карбонатности пород, наиболее значительной в нижней половине разреза, сложенной доломитами, известняками, мергелями, и пониженной в верхней, преобладающей части разреза, где установлено резкое, почти всегда сохраняющееся обособление кластических пород. Последняя представлена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, с прослоями конгломератов в основании пачек-ритмов и мергелей и известняков — в верхней их части. В этом же направлении отмечается ухудшение отсортированности зерен обломочного материала с одновременным укрупнением их и уменьшением глинистости. Подобное явление происходит соответственно постепенной смене вверх по разрезу карбонатно-мергелистых пород аргиллитами, а затем и более крупнозернистыми породами — алевролитами и, наконец, песчаниками. Последние локализируются, как правило, в верхних горизонтах уфимских отложений или же в основании пачек, знаменуя собой начало нового ритма, подобно конгломератам. Также наблюдается в разрезе уменьшение роли вторичных процессов и изменение характера их. Они наиболее интенсивно проявляются в карбонатном ряде осадков (перекристаллизация, пиритизация, огипсование, доломитизация, окварцевание) и менее заметно в кластическом ряде (кальцитизация, обохривание, пиритизация, огипсование и битумизация). Эти закономерности в районе п. Шугурово или прослеживаются слабо, или имеют обратный характер.

В пространственном распространении литологических разностей пород, в направлении с востока на запад, подмечается приуроченность крупнообломочных и плохо отсортированных разностей пород — песчаников и конгломератов — в основном к восточной области распространения уфимских отложений. В направлении на запад происходит уменьшение их роли до полного выклинивания одновременно с улучшением отсортированности зерен обломочного материала и уменьшением крупности их во всех осадках кластического ряда. Наряду с этим устанавливается увеличение значения брекчий, выполняющих неровности рельефа подстилающих образований (кроме района п. Шугурово) и алевролитов. Одновременно происходит уменьшение в целом мощности уфимских отложений, а также мощности нижней карбонатной толщи с полным ее выклиниванием у с. Аксубаево. Также изменяется и характер вторичных процессов, выделений и их интенсивности. Так, например, развитые на востоке обохривание и кальцитизация теряют на западе свое значение. Наоборот, редко прослеживающиеся здесь и то преимущественно в нижней части разреза уфимских отложений, пиритизация, огипсование, окварцевание приобретают господствующее значение на западе почти по всему разрезу. Кроме того, доломитизация, устанавливаемая на востоке, не наблюдается на западе, а битумизация, наоборот, не обнаруживается на востоке. В связи с этим наблюдается смена красноокрашенных разностей пород зеленовато-серыми.

Зерна обломочного материала, слагающие терригенные осадки и входящие в состав пород карбонатного ряда, обладают во времени и пространстве слабой отсортированностью (см. рис. 1). Нередко роль глинистых частиц по разрезу уфимских отложений уменьшается снизу вверх, т. е. во времени, а значение песчано-алевритовых фракций по этому направлению соответственно увеличивается. Зерна обломочного материала

в основном представлены минералами и обломками пород, концентрирующимися в легких фракциях. Содержание тяжелых фракций в породах уфимских отложений колеблется от долей процента до 1—2, редко 24%.

В песчаной фракции (0,25—0,10 мм) содержание тяжелых минералов колеблется около 0,5%, реже повышается до 1% и как исключение до 93%, в крупноалевритовой фракции (0,10—0,05 мм) — от 0,5 до 2—4%, редко составляет 28%, а в мелкоалевритовой — от 0,2 до 1—2%, иногда до 11%. В большинстве случаев повышенное содержание тяжелых минералов связано с карбонатными породами. Оно обязано выделениям целестина в гипсоносных породах и скоплениям пирита в пиритизованных. Одновременно с этим прослеживается незначительное увеличение содержания тяжелых минералов в породах, обогащенных песчано-крупноалевритовым обломочным материалом. Кроме этих особенностей, подмечается некоторая общая тенденция уменьшения процентного содержания тяжелых фракций снизу вверх по разрезам уфимских отложений. Этот факт находит объяснение в изменении литологического состава пород от карбонатных к кластическим.

В составе нерастворимых остатков пород уфимских отложений по генетическому признаку выделяются три группы минералов. Среди них прежде всего обособляются минералы терригенные. К ним в тяжелых фракциях относятся: группа черных рудных минералов (магнетит, титаномагнетит, ильменит, гематит, хромит), группа эпидота (эпидот, цоизит, клиноцоизит, редко тулит), циркон, группа граната (гроссуляр, спессартит, альмандин, редко пироп и уваровит), титанит, рутил, анатаз, брукит, группа пикотита и хромошпинеллидов, турмалин, группа слюд (мусковит, биотит, зеленая слюда), хлорит, хлоритоид, ставролит, дистен, группа амфиболов (обыкновенная зеленая роговая обманка, арфведсонит, тремолит, актинолит, редко глаукофан и базальтическая роговая обманка), корунд, апатит, группа пироксенов (энстатит, диопсид, авгит, эгирин), глауконит, дюмортьерит, силлиманит. В легких фракциях в эту группу минералов входят: кварц, кремнь, халцедон, опал (частью ката-гипергенного происхождения), плагиоклазы, ортоклаз, микроклин. Кроме того, в легких фракциях наблюдаются иногда в большом количестве сильно измененные, обохренные гидроокисями железа зерна магматических, метаморфических, осадочных пород и иногда минералы с переменным удельным весом (около 2,9), а именно: хлорит, мусковит, биотит, глауконит.

Другую группу составляют минералы аутигенные. К ним в тяжелых фракциях относятся: целестин, ангидрит, пирит, а в легких — гипс и ангидрит.

К третьей группе принадлежат минералы ката-гипергенные. К ним в тяжелых фракциях относятся: гидрогетит за счет окисления пирита и других железосодержащих минералов, лейкоксен за счет разложения ильменита, частично целестин, а в легких — кварц, кремнь, халцедон, опал (частично) и гипс (частично).

По степени распространенности среди перечисленных минералов в тяжелых фракциях выделяются без учета генезиса три категории: а) минералы ведущие, с содержанием > 10%, как, например, группа черных рудных минералов, пирит, группа эпидота, гидрогетит, иногда циркон, гранат, целестин, пикотит; б) второстепенные минералы, обычно являющиеся руководящими и коррелирующими, с содержанием от 1 до 10%, как циркон, гранат, пикотит, титанит, рутил, турмалин, группа амфиболов, и в) акцессорные минералы с содержанием < 1%. К последним относятся все остальные отмеченные минералы.

На основании детального изучения тяжелых фракций из пород уфимских отложений установлен довольно выдержанный вещественный состав их. Количественная же роль отдельных минералов во времени и пространстве подвержена значительным колебаниям, нередко имеющим закономер-

ный характер, правда, не всегда выдерживающийся. Это объясняется в ряде случаев особенностями состава пород. Последнее в свою очередь, по-видимому, обусловлено как условиями образования отложений, так и областью сноса терригенного материала. Так, например, тяжелые фракции из прослоев аргиллитов содержат повышенное количество зерен гидрогетита, циркона, граната, титанита, роговых обманок и наименьшее — черных рудных минералов и группы эпидота. Песчаники, алевриты и аргиллиты, обогащенные крупнообломочным терригенным материалом, характеризуются повышенным содержанием черных рудных минералов, эпидота — цоизита, пикотита, биотита и меньшим — гидрогетита, циркона, граната, турмалина. Мергелисто-карбонатные породы так же, как и аргиллиты, обогащаются различными минералами, в особенности зернами черных рудных минералов, пирита, циркона, граната, пикотита, рутила, титанита, турмалина, роговых обманок и мусковита. Соответственно изменению литологического состава пород снизу вверх по разрезу от карбонатных к кластическим в восточных районах, с одной стороны, происходит увеличение содержания группы черных рудных минералов, гидрогетита и группы эпидота, и, с другой стороны — уменьшение содержания пирита, циркона, граната, турмалина, рутила, мусковита, пикотита, титанита, господствующих в нижней карбонатной части разреза.

Не всегда одинаковые условия накопления и преобразования уфимских отложений также накладывают отпечаток на распределение минералов, в особенности син-, диа- и ката-гипергенного происхождения, как, например, пирита, гидрогетита, целестина, гипса и ангидрита. В распределении пирита и гидрогетита существует такая зависимость: наибольшей пиритизации соответствует наименьшее содержание гидрогетита и наоборот. Поэтому на основании изучения распространения этих минералов напрашивается вывод, что в восточной части территории Татарии господствовали условия, благоприятствовавшие образованию гидрогетита в уфимских отложениях. К западу же они в нижних горизонтах, а затем и по всему разрезу заменялись условиями восстановительной среды, в которой, благодаря последующей битумизации и отчасти сероводородному брожению при осадконакоплении, почти все породы сильно пиритизированы.

Наличие гипса, ангидрита, целестина в породах из нижней и средней частей уфимских отложений свидетельствует об условиях образования их в каких-то водоемах с повышенной соленостью вод.

Вопрос об источнике сноса терригенного материала в уфимское время труден для решения на основании произведенных исследований. Распределение терригенного материала как по разрезам сверху вниз, так и в пространстве меняется. Отмеченная выше закономерность изменения минералогического состава тяжелых фракций снизу вверх по разрезу характерна для восточной области развития уфимских отложений. К западу она теряет свое значение. Здесь в полном разрезе уфимских отложений намечаются иные количественные соотношения в минералогическом составе терригенного материала. Минералогический состав тяжелых фракций из скважин у сс. Ойкино и Аксубаево соответствует нижней карбонатной части разреза уфимских отложений и карбонатным прослоям из более восточных районов. Здесь наблюдается повышенное содержание пирита, циркона, граната, пикотита, рутила, титанита, турмалина и пониженное — черных рудных минералов, группы эпидота и гидрогетита. Это свидетельствует о приносе терригенного материала не только с востока, как принято считать, но и с более широкого региона, по-видимому, откуда-то с юго-востока, как пишет В. П. Батурич (1947), частично за счет переотложения терригенного материала. Такое предположение подтверждается, в частности, появлением розовой разновидности граната-альмандина, желтой — титанита, темноокрашенного рутила-нигрина, синего турмалина-индиголита. Они не характерны для уфимских отложений в более восточ-

ных районах, а если и наблюдаются, то только в мергелисто-карбонатных прослоях, в которые приносился материал с большого региона. При этом для указанных минералов характерны ясно ограниченные кристаллы, двойники, сростки и некоторые другие морфологические особенности, как, например, разъедание граней, зональность и полихромность у турмалина. Привнесу же терригенного материала с востока соответствует уменьшение с востока на запад роли группы эпидота, биотита и некоторых других минералов. Несколько особо выделяется район п. Шугурово, где находят в тяжелых фракциях отражение оба источника сноса.

Легкие фракции, по сравнению с тяжелыми, довольно однообразны по минералогическому составу. Среди минералов, встречающихся в легких фракциях, по степени их распространения, не учитывая опять-таки их генезис, выделяются также три группы: 1) ведущие минералы с содержанием больше 10%, как, например, кварц, полевые шпаты, обломки горных пород, 2) второстепенные минералы с содержанием от 1 до 10%, как, например, халцедон, кремнь, гипс, и 3) аксессуарные минералы с содержанием меньше 1%.

Литологический характер осадков, слагающих уфимские отложения на территории Татарии, свидетельствует о формировании их в основном в прибрежных условиях мелкого моря с изрезанной береговой линией. Постепенное наступление открытого моря с востока и северо-востока происходило после перерыва в осадконакоплении на размытую, неровную, закарстованную поверхность сакмарско-артинских образований в связи с погружением суши на востоке и северо-востоке Татарии в начале уфимского времени. Накопление уфимских отложений как во времени, так и в пространстве протекало неодинаково.

Движения земной коры в уфимское время имели общую тенденцию к поднятию суши, омелению морского бассейна и постепенному отступлению его на восток. Эта тенденция выразилась в постепенной смене более глубоководных осадков — мергелисто-карбонатных пород — терригенными и все более крупнообломочными. Принос с востока и юго-востока обломочного материала происходил ритмически, как следствие мелких колебательных движений земной коры на фоне общего поднятия. Это привело к двух-, трех- и реже четырех-кратному чередованию осадков глинисто-мергелистых с алевроито-песчаными. При этом в основании ритмов пачек обычно наблюдаются прослой конгломерата или песчаника, как следствие интенсивного поступления обломочного материала, кверху сменяемые более мелкозернистыми разностями, в кровле нередко с прослоями мергелисто-карбонатных пород, иногда загипсованных. Эти факты свидетельствуют о ритмическом засолении водоемов и затем усиленном поступлении обломочного материала.

На изменение осадконакопления в пространстве оказывали влияние местные факторы, а именно: характер береговой линии, особенности донного рельефа, течения и т. п. На изученной территории Татарии характер накопления осадков был неодинаковым. Так, в наиболее восточных районах (сс. Крым-Сарай, Абсаламово, Шуган, г. Елабуга) отложение уфимских осадков происходило в основном в условиях окислительной среды, благодаря поступлению в мелководный бассейн многочисленного обломочного материала, приносимого пресными водами, кроме самых нижних горизонтов, носивших более глубоководный характер с явлениями засоления и застойного режима вод. В центральной части распространения уфимских отложений (район п. Шугурово) наблюдается сокращенная мощность уфимских отложений, в основном за счет мергелисто-карбонатных разностей пород в нижней части разреза, и замечается иное распределение терригенного ряда осадков. В породах последнего устанавливается уменьшение крупности зерен обломочного материала и из-

вестковистости снизу вверх по разрезу. В районе п. Шугурово сакмарско-артинские отложения, повидимому, были приподняты и потому воды уфимского бассейна поступили сюда значительно позднее, чем в остальные районы распространения уфимских отложений. В районе п. Шугурово, по всей вероятности, в уфимское время бассейн был замкнутым, изолированным. Он характеризовался повышенной соленостью и застойным режимом в западинах. Осаждение обломочного материала совершалось в нем одновременно с выпадением гипса. Бассейн со временем постепенно опреснялся. Небольшие колебательные движения земной коры, приведшие в других районах к поднятию местности и накоплению песчаников и конгломератов, здесь проявлялись с большой силой и, повидимому, имели тенденцию к опусканию. Об этом свидетельствует наличие довольно мощных пачек мергелисто-карбонатных пород, даже в верхней половине разреза среди кластических по преимуществу осадков. Кроме того, в верхней части разреза устанавливаются тонколистистые аргиллиты, по всей вероятности, накопившиеся в условиях заводей, заливов, в которые почти не поступал обломочный материал, в то время как в других районах происходило осаждение алевролито-песчаниковых образований.

Западная область развития уфимских отложений (сс. Ойкино, Аксубаево), вероятно, была отделена приподнятыми сакмарско-артинскими образованиями в районе п. Шугурово от основного бассейна и поступающих в него из Приуралья пресных вод. Поэтому здесь в пониженных формах рельефа значительно проявилось засоление бассейна. Оно вызвало не только образование выделений гипса в мергелисто-карбонатных породах по всему разрезу, но и скопление их в виде прослоев и линз. Только в самой верхней части разреза уфимских отложений вместе с притоком многочисленного обломочного материала, принесенного пресными водами, условия засоления бассейна прекратились.

Из процессов, сопровождавших седиментацию осадков уфимского времени и протекавших в стадии син- и диагенеза, особого внимания заслуживают следующие.

а) Садка сульфатов — гипса, ангидрита, целестина, приуроченных преимущественно к нижней карбонатной и мергелистой толще, например, у сс. Крым-Сарай, Шугурово, Ойкино.

б) Dolomitization известняковых осадков, по данным Л. М. Миропольского (1948), в той же толще и тех же районах. Оба процесса свидетельствуют о повышенной концентрации морской воды и ходе их выделений в условиях близких, повидимому, к типу каких-то лагун, обладавших небольшими глубинами. Так как это имело место почти повсюду в нижней части уфимских отложений, то следует думать, что морские воды, шедшие с востока, обладали несколько повышенной соленостью, которая с течением времени здесь опреснялась водами, спускавшимися по уклону с запада, где в то время была суша.

в) Выделения пирита в виде криптокристаллических стяжений, сгустков и рассеянных вкраплений, приуроченных местами к различным литологическим типам пород. Процесс пиритизации, связанный в основном с глинистыми и карбонатными осадками, свидетельствует об образовании их в условиях, близких к заводям, заливам, зараженным в какой-то мере сероводородным брожением. Существование таких условий, как правило, было локальным, довольно кратковременным, хотя и повторялось во времени и пространстве в течение уфимского времени неоднократно. Подтверждает это пиритизация осадков, проявляющаяся только в отдельных прослоях, притом нередко на ограниченных участках, с довольно быстрым перекрытием их осадками, лишенными пирита или слабо пиритизированными. Однако все эти представления о пиритизации некоторых осадков в стадию диагенеза местами сильно затухиваются в уфимских отложениях

пиритизацией, которая связана с последующими процессами их битуминизации.

г) Явления сильно выраженного подводного разложения отложившегося терригенного материала, прослеживаются главным образом в верхней кластической толще, причем территориально повсюду, по всему разрезу, и весьма интенсивно. Особенно резко они отмечаются в тех прослоях, где имеются зерна изверженных и метаморфических пород. Они сводятся в основном к дезагрегации и химическому преобразованию с появлением, в частности, за счет алюмосиликатов глинистого материала, за счет темноцветных минералов, каких-то хлоритоподобных минералов и т. п. Подобные же явления отмечаются и на отдельных минералах, в частности на листочках биотита, зернах плагиоклазов и др.

В пределах же Татарии после отхода моря на восток, в связи с поднятием суши, ранее отложившиеся уфимские отложения, обняв себя на поверхности, подвергались выветриванию. Об этом свидетельствует наличие, по данным Л. М. Миропольского (1948), коры выветривания (донижнеказанского возраста), большая часть которой оказалась смытой нижеказанской трансгрессией и подвергалась позднее неоднократным изменениям. Из процессов, фиксирующих эти изменения, следует отметить в качестве ведущих: а) раскристаллизацию аллофанонидных гелей в глинистых прослоях в крипточешуйчатый глинистый агрегат; б) обохривание почти всех осадков гидроокисями железа и марганца за счет изменения, главным образом, железосодержащих минералов — пирита, монтмориллонита, нонтронита, магнетита, ильменита и других; в) декальцитизацию в одних осадках за счет выщелачивания кальцита и, наоборот, кальцитизацию в других за счет привноса кальцита извне; г) окремнение, выраженное местами и в отдельных прослоях, в результате изменения кремнийсодержащих минералов и привноса извне; д) битумизацию пород, местами сильно проявившуюся за счет привноса нефти из более глубоких отложений палеозоя; е) пиритизацию, местами сильно выраженную в связи с битумизацией и восстановительной обстановкой.

Все указанное наложило отпечаток на уфимские отложения, придало новые особенности и местами их преобразовало, глубоко изменив как их внешний облик, так и текстурно-структурные особенности и состав.

В заключение следует высказать следующие положения:

1. Уфимские отложения на территории Татарии отражают особый этап осадконакопления. Они должны рассматриваться в геохронологической схеме перми в качестве самостоятельной стратиграфической единицы — уфимской свиты, выделенной еще в 1915 г. А. В. Нечаевым в виде яруса (1915). Положения, выдвинутые по этому вопросу К. Р. Чепиковым (1948), Л. М. Миропольским (1948, 1950), подтверждаются фактами.

2. Уфимские отложения в геохронологической схеме перми следует относить, повидимому, скорее всего к нижней перми, так как осадки, слагающие их, завершают собой последний этап существования ранее здесь бывшего каменноугольного моря, позднее перешедшего в сакмарско-артинское. Море этого времени, вследствие поднятия территории Татарии во второй половине артинского века, отошло на восток и затем после кунгурского времени снова ингрессировало, благодаря опусканию восточной части Татарии. В нем и происходило накопление уфимских отложений.

3. Литологический облик уфимских отложений на территории востока Татарии, в отличие от подстилающих сакмарско-артинских образований и прикрывающих нижеказанских наслоений, характеризуется целым рядом присущих им особенностей.

4. Уфимские отложения на территории востока Татарии следует рассматривать как осадки прибрежно-морские, образовавшиеся в условиях изрезанной прибрежной мелководной зоны ингрессировавшего с востока

моря. Последнее в первое время существования еще сохраняло черты повышенной солености, унаследованные от кунгурского моря, а позднее опреснялось стекавшими водами с запада и востока. Доказательством этого служит наличие в ряде пунктов в нижней части уфимских отложений проявлений процессов доломитизации известняковых осадков, концентраций сульфатов (гипса, ангидрита и целестина), а в верхней части — накопление терригенного материала и разрушение при выходе их на поверхность, благодаря поднятию с образованием древней доказанской коры выветривания.

5. Главный источник сноса терригенного материала при формировании уфимских отложений располагался на востоке. Им, повидимому, был западный склон Урала, его предгорья и частично породы палеозоя, т. е. местные отложения.

ЛИТЕРАТУРА

- Батурин В. П. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. Изд. АН СССР, М., 1947.
Миропольский Л. М. Об уфимских отложениях в Татарии. ДАН СССР, т. XI, № 4, 1948.
Миропольский Л. М. О стратиграфической самостоятельности уфимских отложений в Татарии. Изв. Каз. фил. АН СССР, сер. геол., вып. I, 1950.
Нечаев А. В. Казанский и уфимский ярусы пермской системы. Геол. Восточ., ч. I, № 41, 1915.
Чепиков К. Р. О границе верхней и нижней перми на Русской платформе. ДАН СССР, т. XI, № 2, 1948.

В. Н. НЕЗИМОВ

О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ ОБЪЕМЕ НИЖНЕКАЗАНСКОГО ПОДЪЯРУСА В ВОСТОЧНОЙ ТАТАРИИ

Вопрос о верхней границе нижнеказанского подъяруса в восточной Татарии поднимался неоднократно, однако до настоящего времени не получил удовлетворительного разрешения. Большинство исследователей считает, что верхняя граница спириферовых отложений в Среднем Прикамье соответствует кровле так называемых «псевдомонотисовых» известняков в разрезах у сс. Грахань, Соколы Горы и у г. Елабуги.

Литологические и фациально-литологические исследования нижнеказанских отложений, производившиеся автором, позволяют в значительной мере уточнить эти представления. Внимательное сопоставление разрезов спириферовых образований по р. Каме, начиная от Камского устья и кончая устьем р. Иж, свидетельствует о разновозрастности «псевдомонотисовых» известняков в названных пунктах. Исходя из этого факта, установленного при геологических работах в бассейне р. Камы, А. П. Блудоров (1938, 1947), Г. П. Игнатович (1939, 1944), Е. И. Тихвинская (1952), В. Н. Незимов (1952) в своих рукописных работах значительно увеличили объем нижнеказанского подъяруса в восточной Татарии за счет нижней части отложений «белебеевской свиты» в ее прежнем понимании. Однако еще в 1949 г. в печатных работах (Шаповалова, 1949, 2) существовало мнение о синхронности «псевдомонотисовых» известняков восточной Татарии, повсеместно принимаемых за кровлю нижнеказанского подъяруса. В связи с этим необходимо указать ряд фактов, доказывающих несостоятельность этого взгляда.

Во всех сколько-нибудь полных разрезах нижнеказанских отложений (п. Шугурово, п. Камское Устье, с. Грахань и т. д.), представленных в литологическом отношении как карбонатными, так и терригенными породами, обособляются два крупных ритма в осадконакоплении спириферового моря. Соответственно этим ритмам нижнеказанские отложения естественно подразделяются на два горизонта: нижний (нижнеспириферовый) — $P_{2\text{ kaz.}}$ и верхний (верхнеспириферовый) — $P_{2\text{ kaz.}}$.

В нижнеспириферовом горизонте по р. Каме и в юго-восточной Татарии довольно четко выделяются две толщи (комплекса): толщина так называемых «лингуловых» глин и мергелей (первый нижнеспириферовый комплекс) и пачка покрывающих их органогенных или органогенно-обломочных и оолитовых известняков (второй нижнеспириферовый комплекс).

В составе верхнеспириферового горизонта имеются три комплекса пород, образовавшихся в три последующие стадии существования нижнеказанского бассейна. Первый верхнеспириферовый комплекс в восточной

Татарии представлен толщей глин и тонкослоистых мергелей, известных в разрезах Среднего Прикамья под названием «плитняков». Второй верхнеспириферовый комплекс, отложившийся при значительном сокращении пределов бассейна и его обмелении, представлен в разрезах приустевой части р. Вятки песчано-глинистой пачкой, а в типичном разрезе у с. Шугурово — толщей песчаников, алевролитов и песчано-алевритовых мергелей. Третий верхнеспириферовый комплекс соответствует максимуму верхнеспириферовой трансгрессии, которая во многих пунктах восточной Татарии ознаменовалась накоплением толщи органогенных и оолитовых известковых осадков.

Даже при беглом ознакомлении с разрезами у сс. Соколы Горы и Грахань, с одной стороны, и разрезами на участке г. Елабуга — Ижевский источник, с другой, бросается в глаза, что в первом случае «псевдомонотисовые» известняки кровли спириферовых отложений венчают

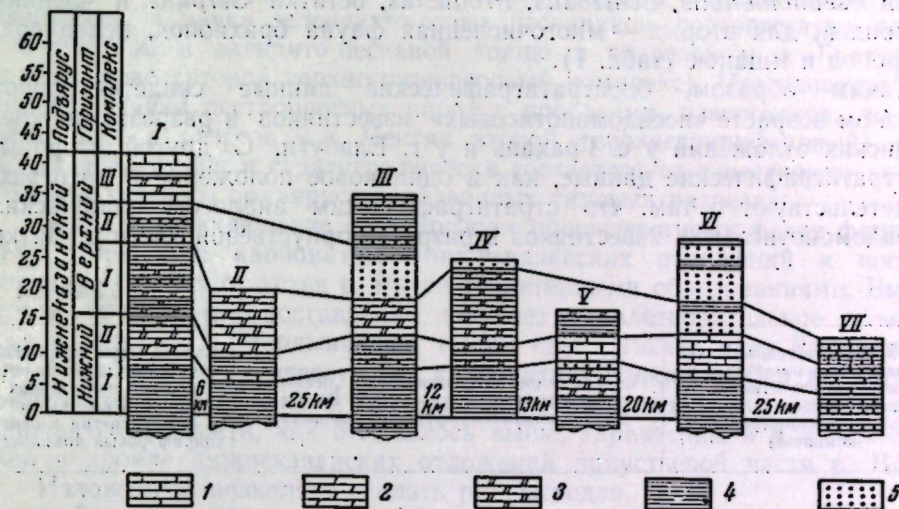


Рис. 1. Схема сопоставления разрезов нижнеказанских отложений по профилю: Грахань — Свиногорье — Сентяк — Танайка — Елабуга — Тихие горы — Ижевка. Разрезы: I — Грахань; II — Свиногорье; III — Сентяк; IV — Танайка; V — Елабуга; VI — Тихие горы; VII — Ижевка. 1 — известняки; 2 — доломиты; 3 — мергели; 4 — глины; 5 — песчаники и алевролиты.

собой второй ритм осадконакопления, а во втором они, вместе с подстилающей их «лингуловой толщей», представляют только первый ритм седиментации (нижнеспириферовый горизонт).

Из схемы сопоставления разрезов нижнеказанских отложений (фиг. 1) видно, что известняки с *Pseudomonotis garforthensis* King. в разрезах у г. Елабуги и выше по р. Каме налегают на так называемую «лингуловую толщу» известковистых и алевроито-известковистых глин и алевроито-глинистых мергелей (первый нижнеспириферовый комплекс). «Псевдомонотисовые» известняки в разрезах у сс. Грахань и Соколы Горы, сопоставлявшиеся ранее с пачкой оолитовых, органогенных и песчано-алевритовых известняков у г. Елабуги, п. Тихие Горы и ряда других пунктов (2, 4, 5, 6, 7, 8), разобщены от «лингуловой толщи» 20—25-метровой толщей типично морских образований нижнеказанского подъяруса (второй нижнеспириферовый, первый, второй и третий верхнеспириферовые комплексы).

У с. Танайка, расположенного всего в 8 км ниже г. Елабуги, над «псевдомонотисовыми» известняками находится десятиметровая пачка тонкослоистых мергелей и глин, которая прослежена нами до устья р. Вятки. В этой пачке, стратиграфически соответствующей первому

верхнеспириферовому комплексу, у с. Свиногорье встречена богатая морская фауна брахиопод и даже одиночных кораллов. Трудно допустить, чтобы эта толща морских образований заведомо нижеказанского возраста так быстро выклинивалась, а не фациально замещалась в направлении к северо-востоку от с. Танайка.

Как легко видеть из прилагаемых разрезов, у с. Грахань на «лингвовую толщу» налегает пачка органогенных мергелей и алевроито-глинистых известняков. В этой пачке С. П. Егоровым (1932) найдена морская фауна, обнаруживающая значительное сходство с фаунистическим комплексом елабужских известняков (Черноморский, 1932). В то же время комплекс фауны «псевдомонотисовых» известняков, залегающих в кровле разреза нижеказанских отложений у с. Грахань, значительно беднее и однообразнее комплекса фауны, характеризующего елабужские известняки. Для первых характерны лишь единичные представители родов *Pseudomonotis*, *Schizodus*, *Productus*, остатки *Serpula* и членики криноидей; для вторых — многочисленная фауна брахиопод, пелеципод, гастропод и мшанок (табл. 1).

Таким образом, биостратиграфические данные свидетельствуют о разном возрасте «псевдомонотисовых» известняков в разрезах нижне-казанских отложений у с. Грахань и у г. Елабуги. С другой стороны, биостратиграфические данные, как и одинаковое положение в разрезах, свидетельствуют о том, что стратиграфическим аналогом елабужских «псевдомонотисовых» известняков в разрезах приустьевой части р. Вятки

Таблица 1

Список форм, встречающихся в органических мергелях и глинистых известняках приустевой части р. Вятки (второй нижнеспириферовый комплекс)	Список форм, встречающихся в "псевдомонотисовых" известняках у г. Елабуги (второй нижнеспириферовый комплекс)	Список форм, встречающихся в "псевдомонотисовых" известняках приустевой части р. Вятки (третий верхнеспириферовый комплекс)
<i>Productus cancrini</i> Vern. <i>Dielasma elongatum</i> Schloth. <i>Dielasma angusta</i> Schloth. <i>Dielasma</i> sp. <i>Spirifer rugulatus</i> Kut. <i>Strophalosia</i> sp. <i>Athyris royssiana</i> Keys. <i>Pseudomonotis</i> sp.	<i>Productus cancrini</i> Vern. <i>Dielasma elongatum</i> Schloth. <i>Spirifer rugulatus</i> Kut. <i>Athyris pectinifera</i> Sow. <i>Pseudomonotis garforthensis</i> King. <i>Pseudomonotis speluncaria</i> Schloth. <i>Pleurophorus simplex</i> Keys. <i>Modiolopsis teplofi</i> Vern. <i>Schizodus obscurus</i> Gein. <i>Schizodus rossicus</i> Vern.	<i>Productus</i> sp. <i>Pseudomonotis</i> sp. <i>Schizodus</i> sp.
<i>Worthenia burtosarum</i> Golowk. <i>Pleurotomaria</i> sp. Членики <i>Crinoidea</i> Мшанки pp. <i>Polypora</i> и <i>Fenestella</i> <i>Bairdia</i> sp.	<i>Murchisonia subangulata</i> Vern. Членики <i>Crinoidea</i> Мшанки pp. <i>Polypora</i> и <i>Fenestella</i>. <i>Bairdia</i> sp.	Членики <i>Crinoidea</i> <i>Serpula</i> sp.

является пачка органогенных мергелей и алевроито-глинистых известняков, налегающая на «лингуловую толщу».

Какое же положение занимает кровля нижнеказанского подъяруса восточнее и северо-восточнее с. Грахань?

Ответ на этот вопрос дает рассмотрение разреза отложений казанского яруса у с. Сентяк. Здесь над тонкослоистыми мергелями («плитняки» первого верхнеспириферового комплекса) находится толща зеленовато-серых известково-глинистых песчаников мощностью до 11,5 м, а еще выше — пачка пестроцветных алевролитов, глин и песчаников, разобшенная несколькими прослоями известняков с медистыми выделениями.

Исходя из ритмического строения спириферового подъяруса, нетрудно заключить, что эти отложения у с. Сентяк, ранее относившиеся некоторыми геологами к белебеевской свите (Селивановский, 1938; Чердынцев, 1939; Черноморский, 1932) имеют в действительности нижнеказанский возраст. Так, например, «плитняки» являются стратиграфическим аналогом пачки алевроито-глинистых мергелей и известковистых глин в разрезах у сс. Грахань и Свиногорье (первый верхнеспириферовый комплекс), а пачка зеленовато-серых песчаников соответствует глинисто-песчаной и алевроито-песчаной толще в разрезах у с. Грахань и п. Шугурово (второй верхнеспириферовый комплекс). Что касается упомянутой пачки пестроцветных пород с прослоями известняков, то она завершает в разрезе у с. Сентяк второй (верхнеспириферовый) ритм осадконакопления и стратиграфически соответствует известнякам кровли нижнеказанского подъяруса в названных типовых разрезах.

Последнее заключение соответствует общеизвестному факту фациального замещения карбонатных нижнеказанских отложений к востоку и северо-востоку от устья р. Вятки терригенными образованиями. Вместе с тем, при таком сопоставлении получает удовлетворительное объяснение находка В. А. Чердынцевым (1939) еще в 1926 г. ядер *Pseudomonotis* и *Schizodus* sp. в известняках карбонатной пачки у с. Сентяк, которые он относил к белебеевской свите. Аналогичные немногочисленные формы плохой сохранности, как отмечалось выше, характерны и для известняков в кровле нижнеказанских отложений приустьевой части р. Вятки.

Изложенное позволяет сделать ряд выводов.

1. В разрезе нижнеказанского подъяруса имеются два горизонта известняков с *Pseudomonotis garforthensis* King.— один в кровле нижне-спириферового (г. Елабуга — устье р. Иж), второй — в кровле верхне-спириферового горизонта (приустьевая часть р. Вятки).

2. При стратиграфических сопоставлениях многие исследователи, отождествляя горизонт «псевдомонотисовых» известняков второго ритма с известняками первого ритма нижнеказанских отложений восточной Татарии, значительно сужали стратиграфический объем нижнеказанских образований в Среднем Прикамье и Восточном Закамье.

3. В направлении к востоку и северо-востоку от устья р. Вятки происходит фациальное замещение известняков кровли нижеказанского подъяруса (с. Грахань) терригенными пестроцветными породами (с. Сентяк). Это дает основание заключить, что нижняя часть пестроцветных песчано-глинистых отложений с прослоями карбонатных пород, которая относилась до этого времени к белебеевской свите, восточнее д. Сентяк имеет нижеказанский возраст.

ЛИТЕРАТУРА

- Блудоров А. П. Геологическое строение бассейна р. Мензеля в ее среднем и верхнем течении. Уч. зап. КГУ, т. 97, кн. 3—4, вып. 8—9, Казань, 1937.
- Егоров С. П. Геологическое обследование окрестности дер. Граханы. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарской Республики», Казань, 1932.
- Егоров С. П. Геологическое обследование правого берега Камы от с. Ижевское Устье до г. Елабуги и бассейна р. Тоймы в среднем и нижнем ее течении. Сб.

- «Геология и полезные ископаемые Татарской республики», Казань, 1932.
- Селивановский Б. В. *Pseudomonotis garforthensis* King, как руководящая форма в отложениях казанского яруса перми. Уч. зап. КГУ, т. 96, кн. 3, Казань, 1936.
- Селивановский Б. В. Среднее Прикамье в геологическом отношении. Уч. зап. КГУ, т. 98, кн. 4, вып. 2, Казань, 1938.
- Чердынцев В. А. Казанский ярус. В кн. «Геология Татарской АССР и прилегающей территории в пределах 109-го Листа». Гостоптехиздат, 1939.
- Черноморский Н. В. Геологическое исследование западной части Елабужского района Тр. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарской республики», М., 1932.
- Шаповалова Г. А. О верхней границе сприфферового подъяруса юго-восточной части Русской платформы. ДАН СССР, т. 68, № 3, М., 1949.
- Шаповалова Г. А. К палеогеографии времени образования сприфферовых отложений юго-восточной Татарии и прилегающих к ней с юга районов Чкаловской и Куйбышевской областей. Тр. Инст. нефти, т. 1, вып. 1, М., 1949.

А. С. ИЛЬЯСОВА

ОБ ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ В ПОРОДАХ ЛИНГУЛОВОЙ ТОЛЩИ НИЖНЕКАЗАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАТАРИИ

Вопрос о происхождении нефтей и битумов в пермских отложениях в пределах ТАССР в настоящее время еще не вполне ясен. Большинство геологов считает, что нефти и битумы в пермских отложениях своим происхождением обязаны миграции углеводородов из каменноугольных и девонских отложений. Но некоторые местные геологи полагают, что материнской нефтепроизводящей породой, давшей начало пермской нефти, была «лингуловая» толща нижнеказанского подъяруса. Доказательством этому они считают наличие в отдельных участках капельно-жидкой нефти в породах «лингуловой» толщи. В связи с этим изучение органического вещества, заключающегося в породах «лингуловой» толщи, представляет известный интерес. Вопрос о том, могла ли быть данная толща нефтепроизводящей, является чрезвычайно трудным для решения и требует глубоких и всесторонних исследований. Автор не ставил перед собой цель решить целиком этот сложный вопрос, а пытался лишь подойти к нему путем изучения количественного и качественного анализа органического вещества, находящегося в породах толщи, считая, что изучение органического вещества является исходным при решении подобных задач.

Исследованиями многих ученых установлено, что органический материал содержится почти во всех отложениях. В современных осадках содержание его в среднем составляет 2,5%. В ископаемых же породах содержание органического вещества в среднем составляет 1,5%, лишь в редких случаях повышаясь до 5% и более. И уже такие осадки трактуются как нефтепроизводящие.

Количественное содержание органического вещества в породах «лингуловой» толщи исследовалось нами в 43 образцах, взятых из различных мест на территории в основном восточной Татарии (табл. 1).

Как видно из таблицы, содержание органического вещества в породах лингуловой толщи в большинстве случаев колеблется от 0,0 до 1,0%, и только в семи образцах содержание его превышает 1,0%; в пяти образцах оно составляет от 2,0 до 3,0%, а в двух — выше 3,0%. Среднее содержание органического вещества в породах «лингуловой» толщи, по данным 43 анализов, равно 0,75%.

В полном соответствии с учением И. М. Губкина (1937), Н. М. Страхов (1939) считает, что наибольшее количество органического материала должно быть встречено в богатых коллоидами глинистых осадках, которые, адсорбируя органические илы, предохраняют их от разрушения;

Таблица 1

Содержание органического вещества в породах «лингуловой» толщи¹.

№ п/п	Место взятия образца	Порода	Содержание органич. вещества (%) на воздушно-сухую породу
1	Муслюмово, обн. 15	Глина известковая	0,17
2	То же	"	0,02
3	"	" известково-алеандритовая	0,08
4	"	" алеандрито-известковистая	0,11
5	"	" известковистая	0,19
6	"	"	0,82
7	"	Мергель алеандрито-глинистый	0,05
8	"	Глина алеандрито-известковистая	0,15
9	"	" известково-алеандритовая	0,02
Среднее			0,18
10	Ойкино, скв. 14	Глина известковистая	1,66
11	То же	"	2,50
12	"	Мергель глинистый	2,19
13	"	Глина алеандрито-известковистая	1,83
14	"	Мергель глинистый	1,59
15	"	Глина алеандрито-известковистая	1,99
16	"	" известковистая	2,76
17	"	Мергель глинистый	2,40
18	"	"	2,50
Среднее			2,15
19	Н. Казанка, скв. 4	Глина алеандрито известковистая	0,20
20	То же	" известково-алеандритовая	0,90
21	"	" алеандритовая	1,51
22	"	" известково-алеандритовая	1,17
23	"	Мергель алеандритовый	0,98
24	"	"	1,21
25	"	" алеандритовый	0,57
Среднее			0,93
26	Ижевка, обн. 9	Глина алеандритовая	0,03
27	То же	" известково-алеандритовая	0,97
28	"	" алеандритовая	0,00
Среднее			0,33
29	Абсаямово, обн. 6	Глина известково-алеандритовая	0,74
30	То же	Мергель алеандрито-глинистый	0,29
31	"	Глина известково-алеандритовая	0,97
32	"	Мергель алеандрито-глинистый	0,23
33	"	"	0,46
34	"	"	0,37
Среднее			0,51

¹ Анализы произведены в химической лаборатории Геологического института Казанского филиала АН СССР.

№ п/п	Место взятия пробы	Порода	Содержание органич. вещества (%) на воздушно-сухую породу
35	Свиногорье, обн. 10	Глина алеандритовая	0,37
36	То же	"	0,33
37	"	"	0,51
38	"	" известково-алеандритовая	0,50
39	"	"	0,29
40	Свиногорье, обн. 10	Глина известково-алеандритовая	0,29
Среднее			0,35
41	Сарманово, обн. 14	Глина известковистая	0,56
42	То же	"	0,86
43	"	"	0,44
Среднее			0,62

и наименьшее — в карбонатных и песчаных осадках, бедных коллоидами. С этой точки зрения вполне объяснимо малое содержание органического вещества в породах «лингуловой» толщи, в которых количество карбонатного материала колеблется от 2,5 до 53,9%, содержание обломочного материала — от 6,86 до 30,73%, а содержание коллоидных частиц (менее 0,001 мм) обычно не превышает 10% их нерастворимых остатков.

По разрезу «лингуловой» толщи в содержании органического материала установить какие-либо закономерности пока трудно, так как толща в литологическом отношении весьма однообразна. По простиранию «лингуловых» отложений в поведении органического вещества, заключенного в породах толщи, отмечается следующая закономерность. Наиболее высокое содержание наблюдается в южных районах (с. Ойкино — 2,15%, с. Н. Казанка — 0,93%, средние по толще), наименьшее — в восточных и северо-восточных районах (с. Муслюмово — 0,18%, с. Ижевка — 0,33%, средние по толще). Таким образом, уменьшение содержания органического вещества в породах «лингуловой» толщи идет по направлению с юго-запада на северо-восток. Это объясняется тем, что в северо-восточной части «лингулового» бассейна были окислительные условия, мало способствовавшие сохранению органического вещества. В этом же направлении, с юго-запада на северо-восток, идет увеличение содержания обломочного материала в породах «лингуловой» толщи: с. Ойкино — 4,16%, с. Н. Казанка — 16,76%, с. Ижевка — 30,37%, с. Муслюмово — 35,43% (средние по обнажениям). Такова количественная характеристика органического материала, содержащегося в лингуловых породах.

С целью выяснения качественной характеристики нами был изучен групповой состав органического вещества, заключающийся в определении количественных соотношений битумов А и С, гуминовых кислот и остаточного нерастворимого органического вещества. Групповой состав органического материала определялся в образцах с наиболее высоким его содержанием. Результаты этих анализов приведены в табл. 2. Рассмотрение данных этой таблицы позволяет сделать следующие выводы.

1. Состав органического материала, определенный в пяти образцах из пород «лингуловой» толщи, взятых из различных мест, довольно

Таблица 2

Групповой состав органического вещества в породах «лингуловой» толщи¹

Место взятия образца	Содержание не- растворимого остатка в (%)	Общее содержа- ние органич. ве- щества (%)	Содержание на породе (%)				Содержание на органическое вещество (%)			
			битум А	битум С	гуминовые кислоты	нераствори- мые компо- ненты	битум А	битум С	гуминовые кислоты	нераствори- мые компо- ненты
с. Ойкино . . .	89,70	4,54	0,08	0,10	0,01	4,35	1,76	2,20	0,22	95,82
с. Н. Казанка . .	92,83	3,88	0,03	0,13	3,22	0,50	0,77	3,35	82,99	12,89
с. Муслюмово . .	81,62	2,28	0,04	0,08	0,77	1,39	1,75	3,51	33,77	60,97
с. Абсаямово . .	76,54	1,50	0,04	0,06	0,80	0,60	2,67	4,00	53,33	40,00
с. Свиногорье . .	92,26	1,21	0,08	0,08	0,45	0,60	6,61	6,61	37,19	49,59

¹Анализ произведен в химической лаборатории Геологического института Казанского филиала АН СССР.

близок между собой. Этот факт свидетельствует о сходных условиях преобразования органического вещества во всей «лингуловой» толще.

2. Содержание битума А в породах «лингуловой» толщи составляет сотые доли процента (0,04—0,08%). Содержание битума С редко достигает десятой доли процента (0,06—0,13%). Основная же масса органического вещества состоит из гуминовых кислот и нерастворимых компонентов. В сумме они составляют в среднем 93,35% всего органического вещества и почти в 14 раз превышают содержание битума в нем. Содержание нерастворимых компонентов чаще преобладает над содержанием гуминовых кислот, но иногда наблюдаются и обратные соотношения. Нерастворимые компоненты, по всей вероятности, образованы также гумусовыми веществами, потерявшими способность растворяться в водной щелочи в результате процессов «старения» коллоидов.

3. Выявленные соотношения между содержаниями битума, гуминовых кислот и нерастворимых компонентов указывают на процесс изменения органического вещества в породах «лингуловой» толщи путем его углефикации, а не битумизации. В подтверждение этого следует отметить и тот факт, что под микроскопом породы «лингуловой» толщи обнаруживают большое количество углефицированных растительных остатков, которые чаще всего имеют вид мельчайшего обугленного детрита и реже — довольно крупных углефицированных обрывков стеблей растений с различной внутренней структурой. Кроме того, в основании лингуловой толщи иногда отмечается небольшой прослой угля толщиной до 2 см (с. Н. Казанка).

Для определения исходного материала органического вещества, заключенного в породах «лингуловой» толщи, был произведен споропыльцевой анализ «лингуловых» осадков (анализ произведен сотрудником КФАН Л. С. Тузовой), который показал следующий комплекс пыльцы и спор: *Azonotriteles obtusoseosus* Lub., *Azonotriteles retroflexus* Lub., *Azonotriteles rectispinus* Lub., *Azonotriteles* sp., *Zonotriteles* sp., *Protopicea*, *Gnetales*, *Walchia*? пыльцевые зерна хвойных, обрывки эпидермиса, фюзенизированные остатки древесины. Анализ пыльцы и спор показывает, что исходным материалом для органического детрита послужили наземные растения: кордаиты, каламиты, папоротники и голосеменные (хвойные и хвойниковые). В процессе своего изменения они давали образования углистого типа.

Весьма редкие, единичные находки капельно-жидкой нефти, встречающиеся в глинистых породах «лингуловой» толщи, свидетельствуют

о нерегиональности явления битумизации, и едва ли могут служить доказательством процессов, способных дать месторождения, а поэтому и не являются доводом для рассмотрения толщи как нефтепроизводящей.

ЛИТЕРАТУРА

Губкин И. М. Учение о нефти, М., 1937.

Страхов Н. М. Доманиковые фации Южного Урала. Тр. Инст. геол. наук, вып. 16. М., 1939.

В. Н. ЛОГИНОВА

ГЛИНЫ ГОТЕРИВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ТАТАРСКОЙ АССР И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАЙОНАХ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Готеривские отложения пользуются широким распространением в пределах юго-западной части Татарской АССР и на прилегающей к ней территории Ульяновской области. Залегают готеривские образования здесь на размытой поверхности аквилона и перекрываются барремскими отложениями. Наиболее полные их обнажения наблюдаются у сс. Городище, Васильевка, Зеленовка, Старое Шаймурзино, Ентуганы и в ряде других мест. Кроме того, они вскрыты несколькими скважинами, в частности, у сс. Бессоново и Васильевка. Изучение литологии готеривских отложений на указанной территории до сих пор не производилось.

Готеривские отложения в литологическом отношении не однородны. В основании их, на размытой поверхности аквилона, залегает слой фосфоритового конгломерата мощностью до 0,5 м. Местами он отсутствует, например у с. Н. Тинчели. По данным Н. Т. Зонова (1939), фосфоритовый конгломерат представляет собой «основной конгломерат отложений готерива». На него налегает не выдержанный по мощности и не всегда имеющий развитие слой глинистого глауконитового песчаника мощностью до 0,2 м. Выше его залегают тонкодисперсные глины мощностью до 30 м, переходящие, без видимого перерыва, в песчано-глинистую толщу баррема. Толщу глин, на основе фаунистической характеристики, Н. Т. Зонов (1939) относит условно к верхнему готериву.

Глины готерива обладают темной, почти черной окраской, которая вблизи дневной поверхности становится желтовато-бурой вследствие обожжения гидроокислами железа. Они плотные, местами сланцеватые и жирные на ощупь. В зоне выветривания глины распадаются на тонкие плитки и мелкие остроугольные обломки. Местами в толще глин наблюдаются небольшие линзовидные участки, представленные глауконитовым песчаником, а на высоте 3—4 м от подошвы прослой мощностью до 1,4 м глины алевроитовой, сильно слюистой, также с линзами буровато-зеленого глауконитового песчаника (у сс. Васильевки, Старое Шаймурзино, Ентуганы).

В глинах готеривских отложений содержатся включения гипса, преимущественно в верхних прослоях, и пирита.

По данным Л. М. Миропольского и Н. М. Ковязина (1950), гипс в глинах готерива встречается в виде: а) ясно ограненных кристаллов, б) параллельных сростков их, в) двойников, г) групп, д) сферолитов и корочек. Размер отдельных кристаллов гипса достигает 10 см.

Пирит образует в толще глин конкреции, размером до 8 см, и рассеянные мелкие стяжения различных форм и величины. К скоплениям пирита нередко приурочены выделения гипса. Наименьшее содержание гипса и

пирита в глинах отмечается в обнажении у с. Городище. Это имеет значение с точки зрения положительной оценки их как минерального сырья. В верхней части толщ глин встречаются эллипсоидные, иногда шарообразные глинисто-известковые конкреции, размером от 15 до 60 см типа септарий, разбитые внутри сетью трещин, выполненных желтоватым кальцитом, изредка пиритом. Вокруг этих конкреций наблюдаются выделения гипса, а внутри их (или вблизи) остатки *Simbirskites versicolor* Tr. и иногда скопления ядер пластинчатожаберных. По остаткам фауны нередко можно наблюдать выделения пирита и гипса. В глинах также констатируется углистый детрит.

Под микроскопом глины характеризуются чешуйчатой структурой. Основная масса в них слагается тонкочешуйчатым агрегатом глинистых минералов, имеющим спутанночешуйчатое, местами параллельно чешуйчатое строение с реликтами гелевидной, нераскристаллизованной глинистой массы. Содержание последней иногда достигает 30—35%. Местами же глины почти нацело раскристаллизованы (у с. Городище).

Для выяснения минералогического состава основной глинистой массы глины подвергались комплексному исследованию. Кроме микроскопического их изучения в прозрачных шлифах, применялись рентгеноструктурный, термический и фракционный химический анализы.

Рентгеноструктурному анализу, по методу Дебая¹, были подвергнуты фракции с размером частиц < 0,001 мм, выделенные из двух образцов глин из обнажения у с. Городище (табл. 1). Выполнялись они в камерах диаметром ~ 57,3 мм при максимальном напряжении в 35 кв., подаваемых на трубку с железным анодом.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что глинистые минералы фракции < 0,001 мм в глинах готерива представлены монтмориллонитом.

Таблица 1

№ п/п	Место и глубина взятия образца	Минералы			
		кварц	мусковит	каолинит	монтмориллонит
1	У с. Городище, слой 2, глуб. 7,5 м	Много	—	Есть	Есть
2	Там же, глуб. 15,0 м . . .	Есть	—	—	Много

Условные обозначения: есть—0,1%, много—1% и выше

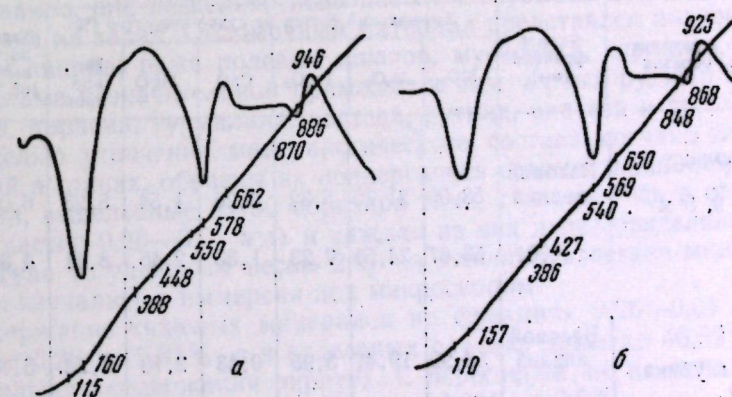


Рис. 1. Кривые термоанализа (термограммы).

¹ Анализы производились в лаборатории ВИМС старшим научным сотрудником Соколкиным.

том и в меньшем количестве каолинитом. Одновременно в означенной фракции присутствует всегда кварц.

Термические исследования двух образцов глин производились Ю. В. Сементовским. Нагрев исследуемых глин происходил равномерно, со скоростью 20° в минуту, до 1050° С. Запись кривых нагревания проводилась дифференциальным методом при помощи фоторегистрирующего пирометра системы Н. С. Курнакова. В качестве нейтрального эталона применялась обожженная каолиновая глина. Полученные термограммы для исследуемых глин изображены на рис. 1, а расшифровка их, произведенная Ю. В. Сементовским, приведена в табл. 2.

Данные, приведенные в табл. 2, подтверждают результаты рентгеноструктурных анализов и позволяют считать, что основным компонентом глинистого материала в исследуемых глинах является монтмориллонит. Монтмориллонитовый состав глин доказывается тремя эндотермическими

Таблица 2

№ п/п	Место и глубина взятия образца	Эндотермические эффекты (°С)			Экзотермические эффекты (°С)		
		I	II	III	I	II	III
1	У с. Городище слой 2, глуб. 9,5 м	115—160	550—580	870—885	390—450	—660	—945
2	Там же, глуб. 15,0 м	110—155	540—570	850—870	385—425	—650	—925

эффектами — I, II, III и экзотермическим эффектом — III. Следует указать при этом, что вторая эндотермическая реакция монтмориллонита несколько занижена по температуре. Это объясняется, по всей вероятности, содержанием в глинах, в подчиненном количестве, каолинита. Общий экзотермический максимум в интервале 350—450° С обязан наличию органики. На его фоне довольно отчетливо обособляется эффект с максимумом при 430—450° С, соответствующий, повидимому, присутствию пирита.

Экзотермический эффект при 650° С обусловлен наличием органики.

С целью выяснения минералогического состава глинистого компонента глин был произведен также химический анализ фракции < 0,001 мм, дающий представление о роли и поведении главных компонентов (окислов)¹ (табл. 3).

Таблица 3

№ п/п	Место и глубина взятия образца	Размер фракции (мм)	Химический состав на сухое вещество (%)						Влажность выше 105° С	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Пот. при прок.		
1	У с. Городище слой 2, глуб. 9,5 м	Валовой анализ	58,00	21,75	5,32	0,26	1,54	8,25	6,08	4,8
		< 0,001	53,67	24,51	7,23	1,33	2,46	8,41	4,87	3,71
2	Там же, глубина 15,0 м	Валовой анализ	58,99	19,47	5,95	0,43	2,18	7,22	6,40	5,15
		< 0,001	54,26	22,81	6,42	0,93	2,41	8,88	4,88	4,1

¹ Анализы производились в химической лаборатории Геологического института Казанского филиала АН СССР.

Из приведенных в табл. 3 данных выявляется ряд положений.

1. С увеличением дисперсности частиц процентное содержание SiO₂, как правило, уменьшается, тогда как Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO и количество органических веществ заметно возрастает.

2. Молекулярное отношение SiO₂ к Al₂O₃ с увеличением дисперсности частиц понижается от 4,8—5,15 в валовом анализе до 3,71—4,1 в коллоидных фракциях. Последние составляют в означенных образцах, в среднем от веса породы, 54,58%.

3. Соотношения SiO₂ и Al₂O₃, как 3,71 : 1 и 4,1 : 1, в комплексе с данными рентгеноструктурного и термического анализов, дают возможность считать, что основным минералом в глинах является монтмориллонит (отношение SiO₂ : Al₂O₃, как 4—5 : 1) и подчиненным — каолинит (соотношение SiO₂ : Al₂O₃, как 2 : 1). Содержанием последнего, повидимому, объясняется пониженное соотношение SiO₂ : Al₂O₃ для фракции < 0,001 мм в образце с глубины 9,5 м.

Почти всегда глины содержат зерна кластического материала. Содержание их колеблется, как видно из табл. 4, от 0,18 до 31%. Зерна обычно рассеяны в породе, а в некоторых случаях образуют послойные скопления. Размер у зерен кластического материала преобладает 0,01—0,04 мм, реже больше. Из табл. 4 также видно, что гранулометрический состав глин¹ в различных обнажениях является неоднородным. Особенно сильно колеблется содержание фракций с размером частиц < 0,001 мм. Повышенной дисперсностью обладают глины у с. Городище. В них фракция < 0,001 мм в среднем составляет 46%, а в отдельных образцах достигает 60%. В разрезах, расположенных к северо-западу от с. Городище отмечается снижение роли этих фракций по средним данным от 46 до 24%. Что же касается общего содержания фракций < 0,01 мм, то резкого изменения не наблюдается (колебание их не превышает 10%). Они составляют в среднем по всем анализам 92,18%, а у с. Городище — даже 97,73%. Выход алевроитовой фракции (0,1—0,01 мм) из глин гортерива колеблется от 0,18 до 29,69% (в среднем 7,48%). Песчаные фракции (> 0,1 мм) в них в среднем составляют 0,34% и в отдельных образцах не превышают 1,34%. На приведенной ниже табл. 4, по Г. И. Теодоровичу (1938), из проанализированных 35 образцов глин большинство относится к группе собственно глин (68,57%) с содержанием глинистых частиц больше 90%, реже — к группе слабоалевритовых (25,7%) и алевроитовых (5,7%). Следовательно, в основном глины являются тонкодисперсными. Дисперсность глин изменяется во времени и в пространстве. Как правило, она несколько повышается с глубиной и снижается с северо-востока на запад. Обломочный материал представлен полуокатанными зернами кварца, реже полевых шпатов, мусковита, серицита, глауконита, с весьма незначительной примесью к ним черных рудных минералов, цоизита, циркона, турмалина, дистена, рутила, анатаза и др.

С целью уточнения минералогического состава песчано-алевритовых фракций в глинах, образцы их подвергались седиментационному анализу. Фракции, выделенные из 30 образцов глин, смешивались в одну (с размером частиц 0,25—0,01 мм) и каждая из них далее разделялась в жидкости Туле (с удельным весом 2,9) на тяжелые и легкие минералы, которые и изучались в иммерсии под микроскопом.

Содержание тяжелых минералов во фракциях 0,25—0,01 мм колеблется от 0,28 до 7,91%, а в отдельных случаях даже до 46,62% (за счет значительного содержания пирита). С пересчетом же на породу в целом содержание их в глинах изменяется от 0,001 до 0,2%.

¹ Анализы производились в химической лаборатории Геологического института Казанского филиала АН СССР.

Таблица 4

№ п/п	Место взятия образца	Глубина взятия образца (м)	0,25—0,1 мм
1	У с. Городище, слой 2	1,5	0,00
2	То же	2,5	0,00
3	"	3,5	0,00
4	"	4,5	0,00
5	"	5,5	0,00
6	"	7,5	0,00
7	"	9,5	0,00
8	"	11,5	0,43
9	"	13,5	0,00
10	"	15,0	0,19
11	"	16,0	0,00
	Среднее из 11 анализов	—	0,05
12	У с. Васильевка, слой 2	1,0	0,88
13	То же	2,0	0,21
14	"	3,0	0,19
15	"	4,0	0,31
16	"	5,0	1,22
17	"	6,0	0,64
18	"	7,0	0,38
19	"	7,9	0,64
20	"	8,0	0,83
	Среднее из 9 анализов	—	0,59
21	У с. Ст. Шаймурзино, слой 3	1,2	0,22
22	То же	2,0	0,12
23	"	3,0	1,34
24	"	4,0	0,47
25	"	5,0	0,49
26	"	6,0	0,30
	Среднее из 6 анализов	—	0,49
27	У с. Малая Цильна, слой 2	1,0	0,58
28	То же	2,0	0,07
29	"	3,0	0,25
30	"	4,0	0,42
	Среднее из 4 анализов	—	0,33
31	У с. Ентуганы, слой 2	1,3	0,26
32	То же	3,3	0,20
33	"	4,3	0,27
34	"	5,3	0,52
35	"	6,3	0,60
	Среднее из 5 анализов	—	0,37
	Среднее из 35 анализов	—	0,34

Содержание фракций (%)

0,1—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	0,005—0,001 мм	< 0,001 мм	< 0,01 мм
0,12	1,73	46,23	15,74	36,18	98,15
0,15	1,10	40,36	25,92	32,47	98,75
0,07	0,67	44,60	22,83	31,83	99,26
0,07	0,47	33,07	18,03	48,36	99,46
0,03	0,17	34,23	15,54	50,03	99,80
0,07	0,11	24,28	22,60	47,10	99,82
0,10	0,76	22,62	24,52	52,00	99,14
0,92	5,68	19,69	12,97	60,31	92,97
0,25	4,43	34,99	10,06	50,27	95,32
0,20	5,83	27,07	9,55	57,16	93,78
0,28	1,08	39,03	19,51	40,10	98,64
0,20	2,02	33,77	17,96	46,00	97,73
5,44	7,53	30,06	16,75	39,04	85,85
3,89	9,14	43,25	10,82	32,69	86,76
2,09	10,00	33,74	21,77	32,21	87,72
0,60	10,07	36,91	20,08	32,03	89,02
1,36	13,61	50,14	9,33	24,34	83,81
0,23	15,29	37,63	7,80	38,41	83,84
0,45	9,32	35,10	13,99	40,76	89,85
0,81	5,54	40,45	16,48	36,10	93,03
1,05	7,49	28,31	22,73	39,59	90,63
1,73	9,78	37,30	15,53	35,02	87,85
0,24	5,85	49,14	14,65	29,90	93,69
0,23	4,06	44,36	13,68	37,68	95,59
7,61	22,08	29,60	7,64	31,53	68,97
0,60	6,01	31,94	18,68	42,30	92,92
0,70	7,00	30,67	23,34	37,80	91,81
1,57	10,26	32,59	9,67	45,61	87,87
1,83	9,21	36,42	14,61	37,45	88,48
0,97	6,34	76,52	8,37	7,22	92,11
0,10	0,89	56,34	28,73	13,87	98,94
0,29	3,78	33,63	20,32	41,73	95,68
1,13	4,13	26,94	17,58	49,80	94,32
0,62	3,79	48,36	18,75	28,15	95,26
0,62	7,97	43,45	17,10	30,60	91,15
1,31	19,85	72,06	1,10	5,48	78,64
0,37	10,31	50,39	9,78	28,88	89,05
0,26	4,05	39,34	18,27	37,56	95,17
0,17	4,21	44,99	31,58	18,45	95,02
0,54	9,30	50,04	15,56	24,19	89,79
0,98	6,50	39,12	16,50	36,56	92,18

Таблица 5

№ п/п	Место взятия образца	Глубина взятия об- разца (м)	°/о влажности при 105°	Содержание на	
				Потеря при прок.	SiO ₂
1	У с. Городище, слой 2	1,5	5,81	7,31	57,09
2	То же	2,5	5,88	8,75	54,11
3	То же	3,5	5,71	8,44	54,47
4	То же	4,5	7,15	6,85	60,29
5	То же	5,5	6,63	7,35	60,02
6	То же	7,5	5,75	8,95	54,72
7	То же	9,5	6,08	8,25	58,00
8	То же	11,5	5,54	7,91	59,14
9	То же	13,5	5,84	7,25	60,00
10	То же	15,0	6,40	7,22	58,99
11	То же	16,0	5,68	8,44	57,93
	Среднее из 11 анализов		6,04	7,88	57,70
12	У с. Васильевка, слой 2	1,0	7,11	6,33	61,47
13	То же	2,0	7,63	6,26	60,73
14	То же	3,0	7,63	7,44	59,76
15	То же	4,0	7,28	7,73	55,71
16	То же	6,0	7,29	6,40	59,46
17	То же	7,9	7,97	7,17	55,55
	Среднее из 6 анализов		7,48	6,89	58,78
18	У с. Шаймурзино, слой 3	1,2	6,61	6,51	57,89
19	То же	3,0	5,45	5,31	65,98
20	То же	5,0	6,75	6,81	55,60
	Среднее из 3 анализов		6,27	6,21	59,82
21	У с. Малая Цильна, слой 2	2,0	7,22	6,40	59,78
22	То же	3,0	7,21	6,08	61,79
	Среднее из 2 анализов		7,22	6,24	60,78
23	У с. Ентуганы, слой 2	1,3	7,28	6,73	57,93
24	То же	2,3	7,08	6,98	59,14
25	То же	3,3	7,52	8,96	54,24
26	То же	4,3	7,07	6,37	58,59
27	То же	5,3	7,50	7,31	56,44
28	То же	6,3	7,46	6,90	56,32
	Среднее из 6 анализов		7,32	7,20	57,01
29	У с. Вожи, слой 2	0,7	6,0	6,83	60,31
30	То же	1,0	5,99	6,96	58,41
31	То же	2,0	5,98	8,09	56,32
	Среднее из 3 анализов		5,98	7,52	57,36
	Среднее из 31 анализа		6,62	7,23	58,24

абсолютно-сухое вещество (°/о)										Нерастворимый остаток °/о
Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O + Na ₂ O	
20,05	5,63	0,89	0,79	0,00	0,013	0,23	2,06	0,09	—	86,32
20,02	6,96	0,62	0,85	0,00	0,024	0,44	2,00	0,66	—	81,42
19,32	7,25	0,70	0,88	0,00	0,023	0,80	2,14	0,34	—	81,44
23,28	2,74	1,47	—	—	—	0,25	2,19	—	—	87,15
23,63	3,13	0,87	0,96	0,00	—	0,35	1,89	0,19	—	80,54
20,87	4,93	0,88	0,95	0,00	0,028	0,42	2,10	0,12	2,90	80,62
21,75	4,53	0,79	0,76	0,00	0,031	0,26	1,54	0,09	—	—
20,58	4,45	0,65	0,95	0,00	0,042	0,50	1,88	0,03	—	87,99
19,63	3,64	0,78	0,84	0,25	0,034	0,45	1,42	0,02	—	87,23
19,47	5,35	0,60	0,69	0,00	0,040	0,43	2,18	0,03	3,99	80,13
19,80	4,20	0,63	0,84	0,00	0,053	0,49	2,29	0,24	—	88,73
20,76	4,81	0,80	0,77	0,025	0,032	0,37	1,97	0,18	3,44	84,16
23,04	4,70	—	—	0,09	—	0,70	1,84	0,08	—	—
23,30	4,60	—	—	0,11	—	0,63	1,93	0,14	—	—
24,13	4,87	—	—	0,16	—	0,27	1,70	0,56	—	—
21,31	6,64	—	—	0,18	—	0,58	2,90	3,14	—	—
22,24	4,37	—	—	0,18	—	0,89	2,46	1,42	—	—
21,13	5,77	—	—	0,18	—	0,73	2,92	2,83	—	—
22,53	5,16	—	—	0,15	—	0,63	2,29	1,36	—	—
22,42	5,89	—	—	0,17	—	0,19	2,34	0,42	—	—
18,00	5,21	—	—	0,15	—	0,56	1,77	0,06	—	—
22,10	5,30	—	—	0,18	—	0,68	2,73	2,29	—	—
20,84	5,46	—	—	0,16	—	0,81	2,28	0,92	—	—
24,19	4,62	—	—	0,10	—	0,55	1,70	0,05	—	—
23,66	3,53	—	—	0,12	—	0,76	1,57	0,00	—	—
23,93	4,07	—	—	0,11	—	0,65	1,63	0,025	—	—
22,24	6,40	—	—	0,12	—	0,99	2,13	1,53	—	79,79
23,35	4,87	—	—	0,31	—	0,24	1,99	0,38	—	87,18
20,53	6,17	—	—	0,08	—	0,47	2,18	3,20	—	80,76
22,43	6,10	—	—	0,15	—	0,63	2,71	1,59	—	82,51
22,50	6,22	—	—	0,08	—	0,65	2,71	1,53	—	80,15
22,52	6,49	—	—	0,35	—	1,11	2,69	2,00	—	76,54
22,26	6,04	—	—	0,18	—	0,68	2,40	1,71	—	81,16
19,68	3,99	0,50	0,95	0,02	—	0,98	1,50	0,22	—	—
21,40	3,74	1,68	0,91	0,04	—	0,60	1,76	0,81	—	—
20,50	2,76	2,72	0,90	0,03	—	0,36	1,95	1,89	—	—
20,95	3,25	2,20	0,90	0,035	—	0,48	1,85	1,35	—	—
21,58	5,0	0,97 (из 14 анал.)	0,86 (из 13 анал.)	0,10	0,032 (из 9 анал.)	0,56	2,10	0,87 (из 30 анал.)	3,44 (из 2 анал.)	82,66 (из 16 анал.)

В составе тяжелой фракции по степени распространенности нами установлены следующие минералы: а) ведущие с содержанием > 10%, как, например, черные рудные минералы (в основном магнетит), содержание которых колеблется от 2,4 до 63,16% (в среднем 17,73%), цонзит — от 1,3 до 56,6% (в среднем 19,4%), мусковит — от 1,45 до 37% (в среднем 14,5%), глауконит — от 0,13 до 66,4% (в среднем 17,25%), пирит¹ — от 0,16 до 99,97% (в среднем 24,32%); б) второстепенные минералы с содержанием от 1 до 10%, к ним относятся: циркон, содержание которого колеблется от 0,84 до 8,0% (в среднем 3,5%), гранат — от 0,3 до 5,8% (в среднем 2,5%), рутил — от 0,57 до 7,7% (в среднем 4,7%), турмалин — от 0,3 до 6,7% (в среднем 2,3%), дистен — от 0,8 до 7,44% (в среднем 2,76%), анатаз — от 0,10 до 4,9% (в среднем 1,4%), гидрогетит — от 0,2 до 44,35% (в среднем 9,67%); в) акцессорные минералы, содержание которых в тяжелых фракциях не превышает 1%. К ним принадлежат: зеленая слюдка, биотит, хлорит, хлоритоид, пикотит, корунд, флюорит, апатит, силлиманит, зеленая роговая обманка, глаукофан, энстатит, диопсид, эпидот, ставролит, титанит.

В легких фракциях песчано-алевритовый материал представлен преимущественно полуокатанными и угловатыми зернами кварца (до 70%), полевых шпатов (до 25%), кремня (до 1,5%), листочками мусковита (до 5%) и зернами глауконита (до 6,0%, а в единичных образцах до 60%).

Из приведенных данных можно сделать следующие выводы:

1) в составе песчано-алевритовых фракций обнаружено 35 минералов, количественная роль которых неодинакова;

2) тяжелые фракции представлены преимущественно цонзитом, черными рудными минералами, мусковитом. Легкие же фракции — кварцем и полевыми шпатами;

3) среди минералов в генетическом отношении выделяются три группы:

- а) терригенные минералы (в количестве 32),
- б) син-диагенетические минералы (пирит, глауконит),
- в) гипергенные (гидроокислы железа).

Для выяснения валового химического состава глин были произведены анализы из 31 образца (см. табл. 5) под руководством К. В. Троицкой. Результаты анализов показали, что исследуемые глины имеют близкий химический состав. Содержание отдельных компонентов в них колеблется в довольно узких пределах. Наибольшая разница в их содержании по отдельным образцам характеризуется следующими показателями: SiO_2 54,11—65,98%; Al_2O_3 18,00—24,19%; Fe_2O_3 2,74—7,25%. При этом характерными для химического состава глин являются следующие особенности:

1) повышенное содержание глинозема, в среднем составляющее по всем анализам 21,58%;

2) заметные изменения в содержании SO_3 , которые (в пределах 0,025—1,71%) объясняются, по видимому, разным содержанием в глинах пирита и гипса;

3) преобладание MgO над CaO , что, вероятно, связано с монтмориллонитовым составом глинистых минералов;

4) содержание K_2O и Na_2O (в сумме) по двум образцам составляющее 3,44%;

5) содержание нерастворимых остатков колеблется от 76,54 до 88,73%. На основании последнего факта можно считать, что в растворенную часть, при обработке 10% HCl , переходит, очевидно, некоторое количество коллоидального глинистого минерала и гидроокиси железа.

¹ Содержание минералов в тяжелых фракциях дано без учета пирита.

Изучения физико-технических свойств глин готерива Татарской республики и прилегающих к ней районов Ульяновской области ранее не производилось. Данные, характеризующие их с этой стороны, в литературе отсутствуют. Между тем полученные результаты литологических исследований дают основание предполагать возможность применения глин готерива в качестве минерального сырья в различных отраслях промышленности. Из этих соображений, с целью выявления физико-технических особенностей глин, был произведен ряд технических испытаний¹. Они сводились к определению: пластичности, водозатворяемости, усушки (воздушной усадки), связующей способности, механической прочности необожженных образцов путем определения временного сопротивления на раздавливание и водостойчивости (табл. 7).

Таблица 6

№ п/п	Место и глубина взятия образца	Водосодержание при вернем пределе пластичности (%)	Водосодержание при нижнем пределе пластичности (%)	Число пластичности (%)	Класс пластичности по Аттербергу	Водозатворяемость (средняя из 3 определений) %	Усушка (воздушная усадка) из 3 определений %	Механическая прочность необожженных образцов на раздавливание (среднее из 3 определений) (кг/см²)	Водостойчивость (мин.)
1	с. Городище, проба 1, глуб. 7,0—8,0 м	64,92	41,96	22,96	1	14,2	14,2	94,8	12
2	с. Городище, проба 7, глуб. 14,0—15,0 м	63,33	40,57	21,76	1	14,9	14,9	102,9	10

Из данных табл. 6 видно, что глины обладают высокой пластичностью и относятся по числу пластичности к I классу. Они показывают довольно значительную механическую прочность — на раздавливание в необожженном состоянии, которая достигает 102,9 кг/см². Одновременно с этим глины имеют сравнительно высокую воздушную усадку (что, очевидно, объясняется значительной коллоидальностью их) и обладают пониженной водостойчивостью. Эти положительные показатели глин готерива позволяют рассматривать их как ценное сырье для некоторых отраслей промышленности.

Качественный состав глин и физико-технические свойства их отвечают требованиям, предъявляемым к некоторым видам сырья цементной промышленности.

Основными качественными показателями глин, применяемых в цементной промышленности, являются их модули, определяемые по химическому составу. Такими модулями служат: а) силикатный, определяемый отношением $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$, и б) глиноземистый, определяемый отношением $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$.

Для них установлены стандартные качественные показатели (Справочник, 1944), приведенные в табл. 7.

Вредными примесями в глинах являются SO_3 и MgO , содержание которых, согласно ГОСТ (№ 940-41 и 965-41), не должно превышать: а) для SO_3 — в портланд-цементе, пуццолановом портланд-цементе и белом портланд-цементе — 2,5% и в шлако-портланд-цементе — 3%; б) для MgO — в портланд-цементе, пуццолановом портланд-цементе, клинкере шлако-портланд-цементе и белом портланд-цементе — 4,5%.

¹ В лаборатории Казгражданстроя Н. А. Коноваловой.

Таблица 7

Группа	Силикатный модуль	Глиноземистый модуль
	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$
А	2 — 3	1,5 — 3
А ₁	От 1,7 до 2,0 или от 3,0 до 4,0	От 1,0 до 1,5 или от 3,0 до 4,5
Б	Ниже 1,7 или выше 5,0	Ниже 1,0 или выше 4,5

Глины готерива (мощностью 4,5 м) из верхней части обнажения у с. Городище, как видно из данных химических анализов (см. табл. 5), имеют следующие модули:

$$\text{силикатный } \frac{55,22}{19,79 + 6,61} = 2,09$$

$$\text{глиноземистый } \frac{19,79}{6,61} = 2,99$$

Содержание SO_3 и MgO в них, как вредных примесей, значительно меньше установленной нормы. Следовательно, глины здесь вполне соответствуют цементному сырью высокого качества — группы А. Глины же более глубоких горизонтов этого же обнажения в установленные стандарты не укладываются.

С целью выявления возможностей применения глины готерива для керамических изделий было произведено испытание их на огнеупорность и определение интервала спекания.

По нашему заданию огнеупорность глины определялась в ВИМС по ГОСТ 4069-48, а интервал спекания — в Общесоюзном научно-исследовательском институте строительной керамики. Полученные результаты приводятся в табл. 8.

Таблица 8

№ п/п	Место и глубина взятия проб	Температура плавления (огнеупорность) (°C)	Интервал спекания	Примечание
1	с. Городище, обн. 17а, проба 1, глуб. 7,0—8,0 м	1420	До 100°C	Ввиду склонности глины к вспучиванию, пробы предварительно прокалены при 900°C
2	с. Городище, обн. 17а, проба 7, глуб. 14,0—15 м	1420	—	
3	с. М. Цильна, обн. 1, слой 2, глуб. 3—4 м	1230*	—	

* Определение огнеупорности производилось в Москве «НИИСтройкерамика».

Эти данные по огнеупорности глины готерива дают основание отнести их к категории тугоплавких, а местами — легкоплавких глины с интервалом спекания до 100°C.

Таким образом, полученные результаты позволяют считать возможным использование их для производства грубокаменных изделий: тугоплавкого кирпича, дренажных (гончарных) труб, а при добавке шамота, вероятно, и для изготовления канализационных труб и др. Для окончательного суждения о пригодности глины в этой области необходимо производство полужавовских испытаний.

Глины готерива могут применяться также в качестве формовочного материала. Формовочные глины вводятся в состав формовочных и стержневых смесей для придания им необходимой прочности. Требования, установленные Трестом «Союзформлитъ» в 1939 г. к формовочным глинам, следующие: а) прочность на сжатие в смеси с песком, в сыром состоянии, не менее 0,50 кг/см², б) коллоидальность не менее 50,0%, в) дисперсность (частиц размером менее 1 микрона), не менее 40%, г) содержание серы (в %) в виде пирита — не более 0,25, в виде гипса — не более 1,0.

В результате произведенных исследований удалось установить, что глины имеют температуру плавления до 1420°C. Они обладают высокой механической прочностью в необожженном состоянии, высокой пластичностью (I класс), значительной степенью дисперсности. Местами глины, в частности глины месторождения у с. Городище, содержат частицы меньше 1 микрона в среднем до 46%. Вредная примесь серы в виде пирита и гипса в глинах из указанного месторождения составляет в среднем до 0,18%, что значительно ниже установленной нормы. Минералогический и химический состав глины и все вышеприведенные факты позволяют предполагать, что они могут найти себе применение в качестве формовочных земель в литейном производстве. Для подтверждения этих предположений, по инициативе автора, на одном из заводов республики были произведены заводские испытания изучаемых глины (из месторождения у с. Городище) в качестве формовочного сырья. Испытания производились под руководством главного металлурга Е. Л. Штельмана и зав. земельной лабораторией С. К. Смирениной в следующем разрезе: 1) определение физико-механических свойств глины, 2) определение связующей способности глины при разных ее соотношениях с песком и влажностью, 3) определение прочности сухих образцов смеси, изготовленной с применением глины, 4) определение коллоидальности глины, 5) изготовление опытных смесей с применением глины на лабораторных бегунах, 6) изготовление смесей с применением глины на производственных бегунах, для изготовления форм и стержней стального и чугуна литья.

Для установления физико-механических свойств глины готерива был произведен ряд испытаний, которым в целях сопоставления подвергались не только интересующие нас глины, но и глины, применяющиеся в литейном производстве завода. К ним относились четвертичная и огнеупорная уральская глины. Испытания сводились к ряду определений.

Для изучения связующей способности глины была изготовлена на лабораторных бегунах смесь следующего состава: песок К 50/100 — 1800 г, глина (готерива, четвертичная, огнеупорная уральская) — 200 г, вода 70 г. Состав смеси для технических проб¹ соответствовал ГОСТ 3594-47. Полученные пробы в сыром состоянии испытывались на сжатие в кг/см² на приборе ФА-1 (в соответствии с ГОСТ 2189-43) и на газопроницаемость (в соответствии с ГОСТ 2189-43). Данные результатов испытаний на сжатие в кг/см² проб смеси приведены в табл. 9.

Из данных табл. 9 видно, что глины готерива обладают повышенной связующей способностью, значительно превышающей связующую

¹ Пробы изготовлялись на приборе ФК-1 в соответствии с ГОСТ 2189-43.

Таблица 9

№ за- меса	Четвертичная глина		Огнеупорная глина		Готеривская глина	
	Среднее (кг/см²)		Среднее (кг/см²)		Среднее (кг/см²)	
	из 3 проб	из 15 проб	из 3 проб	из 15 проб	из 3 проб	из 15 проб
1	0,29		0,51		0,72	
2	0,26		0,53		0,75	
3	0,28	0,32	0,51	0,51	0,73	0,74
4	0,37		0,50		0,74	
5	0,39		0,48		0,73	

способность применяемых в производстве четвертичной и уральской огнеупорной глины. Прочность проб смеси с применением глины готерива на сжатие в среднем из 15 проб составляет 0,74 кг/см². Это свойство у глины является весьма важным для литейного производства. Оно дает возможность применять исследуемые глины в смесях, как крепитель, в значительно меньших количествах. Уменьшение процента содержания глины в формовочных смесях улучшит их физико-механические свойства и повысит газопроницаемость. Данные по газопроницаемости проб смеси приводятся в табл. 10.

Таблица 10

№ за- меса	Газопроницаемость (см/мин.)					
	Четвертичная глина		Огнеупорная глина		Готеривская глина	
	Среднее (см/мин.)		Среднее (см/мин.)		Среднее (см/мин.)	
	из 3 проб	из 15 проб	из 3 проб	из 15 проб	из 3 проб	из 15 проб
1	191		109		210	
2	177		122		210	
3	181	181	109	111	221	218
4	165		108		224	
5	189		105		224	

Из табл. 10 видно, что газопроницаемость проб формовочной смеси, изготовленной с применением глины готерива, является высокой. Она достигает в среднем (из 15 проб) 218 см/мин., что значительно превышает газопроницаемость формовочных смесей, изготовленных с применением сравниваемых четвертичной и огнеупорной уральской глины.

Для определения связующей способности глины готерива при разных ее соотношениях с песком и влажностью были изготовлены пробы с содержанием глины готерива от 2 до 10% и влаги 4, 5 и 6%. Результаты испытаний приведены в табл. 11.

Из анализа табл. 11 можно видеть, что при содержании в смеси 6—8% глины готерива и нормальной влажности (4—5%) получаются результаты, вполне соответствующие требованиям, предъявляемым к смеси для литейного производства.

Для определения прочности на разрыв в сухом состоянии были изготовлены технологические пробы в виде «восьмерок», из песчано-глинистых смесей с содержанием глины 5 и 10%. Сушка проб («восьмерок») производилась при температуре 210—220°С. Результаты испытаний сухих проб («восьмерок») на разрыв приводятся в табл. 12.

Таблица 11

№ техно- логич. пробы	Состав технологической пробы		Прочность на сжатие глины (кг/см²) при влажности		
	содержание песка (%)	содержание глины (%)	4%	5%	6%
			среднее из 3 определений		
1	98	2	0,11	0,09	0,085
2	97	3	0,14	0,10	0,11
3	96	4	0,18	0,15	0,12
4	95	5	0,24	0,18	0,14
5	94	6	0,36	0,24	0,21
6	93	7	0,42	0,34	0,26
7	92	8	0,47	0,43	0,37
8	91	9	0,59	0,45	0,44
9	90	10	0,69	0,51	0,49

Таблица 12

№ п/п	Глины	Содержание глины в смеси (%)	Прочность на разрыв «восьмерок» (кг/см²) (среднее из 4 опреде- лений)
1	Готеривская	5	1,10
		10	1,28
2	Четвертичная	5	0,80
		10	1,08
3	Огнеупорная	5	0,60
		10	0,66

Из данных табл. 12 видно, что глина готерива обуславливает наибольшую прочность проб смеси в сухом состоянии. Они также показывают, что прочность сухих проб, изготовленных с 5%-ным содержанием в смеси глины готерива, выше, чем прочность сухих проб, изготовленных с 10%-ным содержанием в смеси четвертичной и огнеупорной уральской глины.

Определение степени коллоидальности глины велось по ГОСТ 3594-47. Результаты определения показали, что коллоидальность глины готерива выше (36%), чем огнеупорной уральской (32%) и четвертичной (25%).

С применением глины готерива была изготовлена облицовочная опытная смесь в лабораторных условиях для производства отливок из стали и чугуна в сырых формах. Состав смеси брался (в %) по весу следующий: песок К 50/100 — 92%, глина готерива — 5%, сульфидный шлох — 1%, вода — 2%. Полученная смесь испытывалась на газопроницаемость и прочность на сжатие в кг/см². Результаты испытаний приводятся в табл. 13.

Таблица 13

Вид определения	Замес 1	Замес 2	Замес 3
	Среднее из 3 определений		
Газопроницаемость (см/мин.)	205	240	253
Прочность на сжатие (кг/см²)	0,40	0,45	0,43

Данные, приведенные в табл. 13, свидетельствуют, что изготовленная смесь, в указанном соотношении ее компонентов, при испытании дала результаты, которые отвечают технологическим требованиям, предъявляемым к облицовочной смеси для литья стали в сырых формах. При формовке стальной детали (ограничителя) прилипания модели, выкрашивания смеси с поверхности формы не отмечалось. Поверхность отливки получалась гладкая, чистая. Пригара не наблюдалось.

С применением глины готерива была также изготовлена в лабораторных условиях стержневая торфяная опытная смесь. Состав ее по объему был взят следующий: песок К 50/100 — 48%, торф — 32%, опилки — 15%, глина готерива — 5%.

Испытания смеси на механическую прочность дали следующие результаты: прочность на сжатие (из 9 определений) 0,42 кг/см², прочность на разрыв (из 2 определений) 0,76 кг/см². При этом влажность смеси составляла 12,6% (из одного определения). Изготовленная смесь по прочности удовлетворяет технологическим требованиям (0,42 кг/см²), предъявляемым к стержневой торфяной смеси в литейном производстве. Из данной смеси были заформованы стержни сальников (4 штуки), которые ничем не отличались от обычных стержней. Сушка стержней производилась при температуре 210° С. Таким образом, изготовленные в лабораторных условиях облицовочная для стали и стержневая смеси с применением глины готерива оказались пригодными для использования в производстве.

Для проверки смеси с применением глины готерива в производственных условиях была изготовлена стержневая торфяная смесь на бегунах ЗМ-2. Состав смеси брался (в %) по объему следующий: песок К 50/100 — 48%, торф — 32%, опилки — 14%, глина готерива — 6%.

Результаты проверки смеси на механическую прочность и влажность приведены в табл. 14.

Таблица 14

Число определений	Замес	Прочность на сжатие (кг/см ²)	Прочность на разрыв (кг/см ²)	Влажность* (%)
Среднее из 3 определений	1	0,40	0,41	10,2
	2	0,42	0,61	11,2

* Влажность приводится из одного определения.

Из данных, приведенных в табл. 14, видно, что изготовленная смесь при проверке дала результаты, которые отвечают технологическим требованиям, предъявляемым к стержневой смеси в литейном производстве. Данной смесью были заформованы следующие стержни: буксы (3 штуки), палубные втулки (3 штуки), стержни центровых изложниц (3 штуки). Изготовленные стержни сушились при температуре 210°С.

Таким образом, изготовленная стержневая торфяная смесь с применением глины готерива оказалась удовлетворительной и непосредственно в производстве при изготовлении стержней. Глина готерива обеспечивает необходимую связь смеси в сыром, а также в сухом состоянии, отвечающую технологическим требованиям.

С целью испытания в производстве облицовочной смеси, изготовленной (на бегунах ЗМ-2) для литья стали в сырых формах, был взят (в %)

по объему следующий состав смеси: песок К 50/100 — 94%, глина готерива — 6%, сульфидный щелок — 2,5 л (сверх 100%). Полученная смесь испытывалась на газопроницаемость. Результаты испытаний приводятся в табл. 15.

Таблица 15

Число определений	Замес	Газопроницаемость (см/мин.)	Прочность на сжатие (кг/см ²)	Влажность* (%)
Среднее из 3 определений	1	168	0,40	2,8
	2	205	0,41	2,8
	3	142	0,36	4,0
	4	133	0,35	4,8

* % влажности приводится из одного определения.

Изготовленная облицовочная смесь во время формовки не отличалась от обычной облицовочной смеси в производстве. Однако следует отметить, что смесь с влажностью 2,8% при покрытии форм противопригарной краской (при литье стали в сухих формах) имела выкрашивание зернышек песка с поверхности формы (по ходу кисти). Облицовочная же смесь с влажностью 4 и 4,8% при покрытии форм противопригарной краской дала удовлетворительные результаты. Сушка форм производилась при температуре 300°С.

В производственных условиях на смесях, изготовленных с применением глины готерива, были произведены следующие стальные отливки: ограничитель (1)¹, кронштейны садо-огородного трактора (8), якоря Холля на 450 кг (2), якоря Донфорта (2), якорь Холля на 300 кг (1), якоря Холля на 250 кг (2), буксы (5), палубные втулки (3), крышки — передняя и задняя (2), дейдвудная труба (1), нижняя часть подшипника (1), изложницы колесных центров (3)².

С целью проверки качества облицовочной смеси и улучшения чистоты поверхности отливок при литье в сухих формах были дополнительно проведены испытания в следующих условиях: 1) состав облицовочной смеси оставался с 6%-ным содержанием глины готерива, но производилось 2-кратное покрытие формы маршалитовой краской, 2) увеличивалось содержание глины готерива в облицовочной смеси до 9%. В первом случае были заформованы опока якоря Холля на 300 кг и опока нижней части подшипника. Во втором случае заформованы две опоки якорей Холля на 250 кг. Отливки в первом и во втором случае с использованием глины готерива получались удовлетворительные, но в последнем случае имели поверхность более ровную.

Таким образом, лабораторные и производственные испытания для выявления пригодности глины готерива в качестве формовочных земель в литейном производстве дают возможность высказать ряд положений.

1. Глины готерива у с. Городище вполне пригодны как крепитель для формовочных смесей чугунного литья, а также форм и стержней стального литья.

2. Прочность на сжатие смесей достигается при значительно меньшем введении в состав формовочной смеси глины готерива (5—6%).

¹ В скобках указано количество отливок.

² Чугунные отливки.

чем уральской огнеупорной. Этим в то же время достигается повышение газопроницаемости смесей.

3. Приведенные данные позволяют поставить вопрос перед плановыми и промышленными организациями о целесообразности использования глин готерива у с. Городище в качестве формовочного сырья в литейном производстве на предприятиях с целью замены привозных формовочных материалов.

В 1950 г. глины готерива из месторождения у с. Городище испытывались так же, как водосмягчители. Испытания глин производились Л. Т. Водяковым и Е. С. Кошкиной (1950). По их заключению искусственные катиониты, изготовленные ими путем сплавления глины готерива с кальцинированной содой, пригодны в качестве водосмягчителей в производственных условиях. Полученные искусственные катиониты обладают высокой динамической активностью (близкой к глауконитам), высокой емкостью поглощения и способностью к регенерации.

Наконец, были произведены испытания готеривских глин как сырья для получения глинистых растворов. В бурении к ним предъявляются следующие основные требования: 1) условная вязкость, определяемая вискозиметром АЗНИИ по времени прохождения 500 см³ раствора через 5 мм трубку вискозиметра, должна иметь пределы 18—24 сек., 2) удельный вес раствора 1,12—1,24, 3) загрязненность в пределах 1—4% на 1000 см³. Указанным условиям могут отвечать только высокодисперсные и тонкодисперсные глины. Глины готерива из месторождения у с. Городища были испытаны в ЦНИЛ «Татнефтегазразведка» в естественном состоянии и при добавке реагентов (см. табл. 16).

В качестве последних были использованы NaOH, Na₂CO₃ (в весовых % к объему раствора) и торфяной реагент (в объемных % к объему раствора).

Торфяной реагент был взят следующего состава: торф — 10% по весу, NaOH — 1% по весу, воды — 100 объемных единиц.

Как видно из табл. 16, глины готерива в естественном состоянии не могут быть использованы для изготовления глинистых буровых растворов, так как глинистый раствор из исследуемых глин имеет высокую фильтрацию, большой отстой и значительную толщину корочки. Однако при добавке химических реагентов, в особенности торфяного, глины готерива вполне могут применяться и для этих целей.

Отмеченные выше свойства тугоплавкости глин готерива, высокая дисперсность их и другие особенности позволяют рассматривать изученные глины как весьма ценное минеральное промышленное сырье. Они могут быть использованы, как нами показано, в ряде отраслей промышленности, а именно: в цементной, как составной компонент портландцемента, керамической — для производства тугоплавкого кирпича, дренажных (гончарных) труб, с добавкой же шамота, возможно и для канализационных труб и др., в металлургической — в качестве формовочного материала при чугунном и стальном литье, в качестве смягчителей вод и для изготовления глинистых буровых растворов с применением химических реагентов, в частности торфяного реагента.

Для окончательного суждения о возможности применения глин в указанных направлениях, необходимо произвести специальные технологические полузаводские испытания (за исключением испытания глин на формовочные земли).

Полученные же нами данные уже сейчас позволяют поставить вопрос о целесообразности использования готеривских глин в промышленности и разведки их, в первую очередь у с. Городище.

Таблица 16

№ п/п	Место и глубина взятия образца	Характеристика	Добавки реагентов												
			Торфяной (объемн. %)					NaOH (вес. %)			Na ₂ CO ₃ (вес. %)				
			0	5	15	25	50	0,2	0,4	0,6	0,2	0,5	1	1,5	
1	с. Городище, обнаж. 17 а, проба № 2, глыб. 9—10 м.	Вязкость (сек.)	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Удельный вес (г/см³)	1,215	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Нераспутившиеся комочки глины (%)	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Песок	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Статическое сопротивление сдвигу в машинном пригвождении (г/см²)	74	84	81	82	82	56	55	127	58	54	52	56	
		Статическое сопротивление через 24 часа до перемешивания	—	—	—	—	92	43	62	59	—	—	—	—	
		То же после перемешивания	—	131	115	90	88	45	74	62	49	53	52	52	
		Суточная фильтрация	804	769	569	230	146	360	202	185	474	413	320	376	
		Фильтрация за 30 мин. (см³)	21,2	22,6	17	9,4	5	9,4	7,1	7,9	14	14,5	8,6	8	
		Толщина корки (мм)	9	9	7	4	3	5	5	5	6	6	5	5	
		Отстой (%)	12	2	2	2	0	0	0	0	5	5	5	5	
2	с. Городище, обнаж. 17 а, проба № 9, глыб. 15—16 м.	Вязкость (сек.)	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Удельный вес (г/см³)	1,220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Нераспутившиеся комочки (%)	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Песок	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Статическое сопротивление сдвигу в машинном пригвождении (г/см²)	71	78	105	88	98	70	74	88	67	67	67	62	
		Статическое сопротивление через 24 часа до перемешивания	—	—	—	—	98	—	—	—	66	—	—	—	
		То же после перемешивания	—	90	102	118	69	62	63	74	60	53	43	52	
		Суточная фильтрация	883	903	684	432	137	320	279	202	442	485	351	292	
		Фильтрация за 30 мин. (см³)	27	28	22	13,5	6,3	11,8	8,7	7,1	17,9	15,8	12	10,6	
		Толщина корки (мм)	9	9	9	7	3	5	5	5	5	6	6	5	
		Отстой (%)	15	2	2	2	0	7	2	0	7	7	7	7	

ЛИТЕРАТУРА

- Водяков Л. Т. и Кошкина Е. С. Умягчение воды катионитами на основе плиоценовых и готеривских глин. Тр. Каз. хим.-технол. инст. им. С. М. Кирова, Казань, 1950.
- Зонов Н. Т. Юрские и меловые отложения Татарской республики. Геология Татарско АССР и прилегающей территории в пределах 109-го листа. ч. 1, Гостоптехиздат, 1939.
- Мирополюский Л. М. и Ковязин Н. М. О гипсе из отложений готерива в Татарской АССР. ДАН СССР, т. 70, № 3, 1950.
- Теодорович Г. И. К вопросу о классификации глинисто-алевритовых пород. Сов. геология, т. VIII, № 8—9, 1938.
- Технические условия на минеральное сырье. Справочник, 1944.

Н. В. КИРСАНОВ

О БАЛАХАНСКОМ ЯРУСЕ В СОСТАВЕ ПЛИОЦЕНА ТАТАРИИ

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

До Октябрьской революции на территории Волжско-Камского края существование плиоценовых отложений, более древних, чем отложения акчагыльского яруса, не было известно. Первое упоминание о них мы встречаем в 1925 г. в работе А. П. Павлова «Неогеновые и послетретичные отложения Южной и Восточной Европы» (1925). А. П. Павлов отнес пресноводные плиоценовые осадки на р. Сызрань, богатые палиодиновой фауной, к киммерийскому ярусу. Подобное же суждение высказал в 1927 г. в одной из своих работ А. Н. Мазарович (1927). Позднее А. Н. Мазарович (1936), проследив довольно широкое распространение плиоценовых подакчагыльских песчано-глинистых образований с *Unio* и *Paludina* в районах Куйбышевского Заволжья, высказал иное суждение об их возрасте. Он выделил эти отложения под названием «кинельского горизонта», который, по его мнению, соответствует либо низам акчагыла, либо понту.

Аналоги кинельских осадков были прослежены в Сызранском районе и в области сыртовой части Заволжья Е. В. Милановским (1935) и Н. И. Николаевым (1935). По данным этих авторов, мощность кинельских образований редко достигает 20,0 м. Представлены они преимущественно песками, обычно косвеннослонстыми, и глинами озерно-речного происхождения. Обнаруженная в них фауна принадлежит исключительно к пресноводным формам из родов *Unio*, *Viviparus*, *Valvata*, *Anodonta*, *Planorbis*, *Bulimus*, *Limnaea* и др. Несколько позднее, в 1940 г., суждение о возрасте интересующих нас отложений опубликовал В. П. Колесников (1940), который пришел к мнению, что так называемые кинельские слои Поволжья, повидимому, имеют более юный возраст, соответствующий концу балаханского и началу акчагыльского века.

В 1938—1940 гг., в связи с глубоким бурением на нефть и для нужд гидрогеологических исследований, в районах Башкирии, Татарии и Куйбышевской области по долинам крупных рек Волги, Камы, Белой и др. были обнаружены мощные толщи темноокрашенных глин с прослоями песчано-алевритовых пород, залегающих ниже фаунистически охарактеризованных акчагыльских образований. Мощность подобных отложений, содержащих пресноводную фауну из родов *Bythinia tentaculata* L., *Dreissensia polymorpha* Pall., *Unio* sp., рачков из рода *Cytheridea* и др., в ряде пунктов достигала 100,0 и даже 150,0 м. Первые суждения о возрасте этих отложений мы встречаем в 1940—1941 гг. в работах Г. В. Вахрушева (1940) и

поверхности казанских, уфимских и артинских образований. В районе сс. Камские Поляны и Красный Исток подстилающие плиоцен артинские отложения сильно закарстованы и представлены значительной толщей (мощностью до 20,0 м) известково-доломитовой муки и щебнем карбонатных пород.

Глубина плиоценового русла Камы от уровня современной пойменной поверхности в ряде мест достигала свыше 160,0 м. Ширина русла на отдельных участках достигала 2,5 км (Камские Поляны). При нанесении контура плиоценового русла р. Камы на участке г. Набережные Челны — с. Смыловка нами использован материал Б. В. Сахарова.

Плиоценовое русло р. Волги не прослежено. Можно, однако, полагать, что оно проходило значительно восточнее современного, где-то вблизи линии сс. Алексеевское — Левашево — Каргополь — Юхмачи — Кондурча.

Абсолютная высота кровли балаханских отложений обычно колеблется в пределах 70,0—80,0 м и редко достигает 120,0 м (сс. Кзыл Болгар, Муслюмкино). Абсолютная высота подошвы этих образований, обычно отрицательного значения, местами достигает — 101,0 м (сс. Булдырь, Соколки), — 113,8 м (с. М. Толкиш) и — 137,23 м (с. Сосновка Куйбышевской области у южной границы Татарской АССР). Максимальная мощность их, зафиксированная скважинами, равна 170,0—200,0 м (сс. М. Толкиш, Сосновка, пос. Свердловский).

Описываемые отложения в преобладающей массе имеют аллювиальное происхождение. В составе их принимают участие алевроито-глинистые породы серой, коричневой и розовато-бурой окраски, в подчиненном количестве пески и песчаники серые и желтовато-серые, редко галечники и конгломераты.

На контакте с подстилающими породами обычно залегают пески, рыхлые песчаники или песчанистые глины с рассеянной галькой и щебенкой карбонатных пород. Иногда в восточном Закамье в основании залегают сплошные галечники и гравий из карбонатных пород и плотного сливного песчаника, имеющие мощность не более 3,0 м. В районе с. Сарабикулово на р. Шешме галечники в основании описываемой толщи переходят в слабо сцементированный известковистый конгломерат. В районе с. В. Нурлат на юге республики в основании залегает 6-метровый слой перемежающихся между собой разрушенных мергелей, песчаников, крупных обломков известняка с плоскостями скольжения и желтовато-серой глины с плиоценовой пресноводной фауной.

Некоторые представления о характере описываемых образований дает разрез одной из скважин, пробуренной в районе г. Набережные Челны, керн из которой нами исследован.

Q ₂	1. Почвенный слой	0,0—0,5 м
	2. Переслаивание сильно песчаных глин с песками, в основании гравелистыми	0,50—33,0 м
	3. Галечники из окрашенных песчаников и известняков	33,0—34,0 м
	4. Песчаник крупнозернистый, известковистый, с гравием и галькой из карбонатных пермских пород	34,0—34,5 м
N ₂ ^{bal}	5. Глина алевроитовая от светлосерого до темносерого цвета, плотная, слюдистая, с редкими включениями обугленного детрита. На глубине 50,0 м с включениями кремнистых, гравелистых частиц, а на глубине 55,0 м с тонкими прослоями глины жирной темносерой. С глубины 58,0 м и до контакта с подстилающим слоем содержит многочисленные остатки пресноводной Фауны <i>Dreissensia</i> типа <i>Polymorpha</i> Pall	34,5—61,0 м

N ₂ ^{bal}	6. Глина алевроитовая, прослоями песчано-алевроитовая, известковистая, темнокоричневая с многочисленными, хорошо сохранившимися раковинами из родов: <i>Vivipara fasciata</i> Müll., <i>Dreissensia polymorpha</i> Pall., <i>Unio</i> sp.	61,0—72,0 м
.	7. Песчаник мелкозернистый, слабо сцементированный, коричневатого-серого цвета	72,0—75,0 м
.	8. Глина песчано-алевроитовая, известковистая, желтовато-коричневая с тонкими прослоями мелкозернистого песка с обломками неопределимой фауны	75,0—83,0 м
.	9. Песчаник мелкозернистый, известковистый, коричнево-серый	83,0—85,0 м
.	10. Глина песчано-алевроитовая, известковистая, желтовато-коричневая с тонкими прослоями песка мелкозернистого, коричнево-серого, с редкими остатками обугленного детрита	85,0—99,0 м
.	11. Глина алевроитовая, плотная, серая, с тонкими прослоями песка мелкозернистого, слюдистого, с глубины 135,0 м жирная, сланцеватая, темносерого цвета	99,0—144,0 м
.	12. Глина песчано-алевроитовая, известковистая, желтовато-коричневая с тонкими прослоями мелкозернистого, известковистого желто-серого песка	144,0—152,5 м
.	13. Песчаник известковистый, желтовато-серый, с прослоями глины песчано-алевроитовой, известковистой, желтовато-коричневого цвета, с обломками неопределимых пресноводных форм	152,5—153,0 м

Другим примером характеристики описываемых образований является геологический разрез скважины в районе с. Соколки по правому берегу р. Камы, где вскрыт контакт их с подстилающими породами нижней перми.

Q ₁	1. Почвенный слой	0,0—0,40 м
	2. Суглинок известковистый, желтовато-коричневый	0,40—3,20 м
	3. Переслаивание глин песчано-алевроитовых, желтовато-коричневых с песками глинистыми, в основании гравелистыми, с включениями гальки из карбонатных и кремнистых пород	3,2—19,75 м
N ₂ ^{bal}	4. Глина алевроитовая, слабобезвестковистая, светлосерая, с прослоями глины желтовато-коричневой	19,75—31,0 м
.	5. Глина песчано-алевроитовая, известковистая, желтовато-коричневая, с многочисленными обломками пресноводной фауны	31,0—45,0 м
.	6. Алевроит песчано-глинистый, известковистый, желтовато-коричневый, с включением известковистой щебенки в основании слоя	45,0—53,0 м
.	7. Песчаник мелкозернистый, слабобезвестковистый, слабосцементированный, желтовато-серого цвета	53,0—60,0 м
.	8. Глина алевроитовая, темносерая, слюдистая, прослоями песчано-алевроитовая	60,0—71,0 м
.	9. Песчаник мелкозернистый, слабобезвестковистый, слабосцементированный, темноватосерого цвета	71,0—80,0 м
.	10. Глина алевроитовая, темносерая, прослоями песчано-алевроитовая, на глубине 94,0 м с прослоем глины известковистой желтовато-коричневой	80,0—112,0 м
.	11. Глина песчано-алевроитовая, сильно известковистая, желтовато-коричневого цвета	112,0—125,0 м

Na ₂ bal	12. Песчаник мелкозернистый, известковистый, желтовато-серый, с включениями известковистых и кремневых гравелистых частиц и гальки	125,0—144,0 м
	13. Глина песчано-алевритовая, известковистая, желтовато-коричневого цвета	144,0—149,0 м
	14. Песчаник среднезернистый, известковистый, желтовато-серый, с включением щебенки из карбонатных и кремневых пород	149,0—153,0 м
	15. Щебенка и гальки из карбонатных и кремневых пород	153,0—154,0 м
	16. Песчаник среднезернистый, известковистый, желтовато-серый, с многочисленными включениями щебенки из карбонатных пород	154,0—156,74 м
P ₁ art	17. Известняк светлосерый, сильно разрушенный	156,74—157,0 м

Различными исследователями в отложениях описываемой толщи пород установлены следующие представители пресноводной фауны, в основном, из классов пластинчато-жаберных, моллюсков и гастропод.

1. *Dreissensia polymorpha* Pall. (сс. Змиево, Кзыл Болгар, Бетьки).
2. *Valvata piscinalis* Müll. (с. Кзыл Болгар).
3. *Bythinia tentaculata* Linne (сс. Такталачук, Сухарево, Кзыл Болгар).
4. *Viviparus viviparus* Linne (с. М. Толкиш, станция Октябрьск).
5. *Unio* sp. (г. Набережные Челны, с. Такталачук).
6. *Planorbis* sp. (с. Кзыл Болгар).
7. *Pisidium amnicum* Müll. (с. Кзыл Болгар).
8. *Cytheridea torosso littoralis* Brady (сс. Соколки, Кзыл Болгар).

Флора встречается редко и плохой сохранности. Удалось зарегистрировать лишь растительные остатки типа осоки (с. Сарабикулово), оогонии харовых водорослей (сс. Соколки, Кзыл Болгар). Обнаружена там же пыльца *Abies* (пихта), *Picea* (ель) и травянистых растений (с. Соколки, г. Н. Челны).

Важно отметить, что в вертикальном направлении описываемые отложения претерпевают некоторое закономерное изменение, как в литологическом, так и в фациальном отношении.

В основании их, как уже было указано выше, залегают алевриты, пески, песчаники, а в восточном Закамье нередко и галечники. Эти отложения обязаны своим происхождением деятельности рек при пониженном базисе эрозии. Выше, до абсолютных высот, близких к нулевому значению, залегают чередующиеся между собой глины, алевриты и пески преимущественно желтовато-серой, желтовато-бурой и коричневой окраски. Глинистость пород снизу вверх увеличивается. Переходными породами от нижней, преимущественно песчано-алевритовой, части пород к верхней, преимущественно глинисто-илистой, являются желто-бурые, песчаные, известковистые глины, мощностью от 5,0 до 40,0 м. Эти глины прослежены в плiocеновой долине р. Камы рядом скважин (г. Набережные Челны, сс. Соколки, Смыловка и др.). Происхождение их, как и подстилающих пород, является аллювиальным. Верхняя часть описываемых отложений характеризуется переслаивающимся комплексом жирных глин, алевритов, редко песков. Породы этой верхней части толщи имеют окраску серых, темносерых и коричнево-серых тонов и, в отличие от нижней части толщи, содержат довольно многочисленные остатки перечисленной выше пресноводной фауны и болотной флоры.

В долинах крупных рек верхняя часть балаханских отложений и перекрывающие их солоноватоводные акчагыльские образования обычно ока-

зываются смытыми послеакчагыльской эрозионной деятельностью. В тех же случаях, где они уцелели, керновый материал с контакта интересующих нас отложений, к сожалению, либо совершенно не отбирался, либо был отобран, но в свое время не исследован и утрачен (скважины треста «Татнефтегазразведка», сс. М. Толкиш, Аксубаево, п. Нурлаты, с. Сурончак и др.).

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ БАЛАХАНСКОГО ЯРУСА

В составе отложений балаханского яруса принимают участие глины, алевриты, пески, песчаники, галечники и конгломераты. Степень распространенности этих пород и их роль в составе описываемых образований иллюстрируются данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Породы	Распространенность в составе отложений (%)
Глины	80,0
Алевриты	0,6
Пески	8,3
Песчаники	10,6
Галечники и конгломераты	0,5

Ниже приводится краткая литологическая характеристика перечисленных типов пород.

Г л и н ы. Глины, как видно из табл. 1, в составе описываемых отложений играют руководящую роль. На долю их падает 80% всей толщи пород. В структурном отношении 22% глин относится к тонкодисперсным разновидностям, 34% — к алевритовым и 44% — к песчаным и песчано-алевритовым. Гранулометрический состав глин приведен в табл. 2.

Глины тонкодисперсные и алевритовые в преобладающем числе случаев встречаются в верхней и средней частях разреза. Мощность их колеблется от незначительных прослоев в нижней части разреза до нескольких десятков метров в средней и верхней. Макроскопически глины эти плотные, жирные на ощупь, часто сланцеватые, зеленовато-серого, серого, темносерого, реже темнокоричневого цвета. Текстура глин тонко- и микрослоистая. Структура чешуйчатая и гелевидная. Происхождением своим глины, вероятно, обязаны водоемам озерно-болотного типа, возникшим в условиях подпруженных рек.

Глины песчаные и песчано-алевритовые имеют преимущественное распространение в нижней и средней частях разреза. Мощность их обычно колеблется от 0,5 до 10,0 м, но в ряде случаев достигает 40,0 м (сс. Аксубаево и М. Толкиш). Макроскопически глины эти плотные, толстослоистые, обычно желтовато-коричневого, желто-серого, реже зеленовато-серого и темносерого цвета. В преобладающем большинстве случаев они известковистые, причем известковистость их с глубиной увеличивается. Глины весьма часто содержат прослойки мелкозернистых песков и известковистых рыхлых песчаников желтовато-серого цвета, а в нижней части разреза также включения гравелистых частиц, гальки, щебенки, а иногда и валунов из карбонатных и кремневых пермских пород. Происхождение песчаных и песчано-алевритовых глин аллювиальное.

Таблица 2:

Породы	Место и глубина взятия образца (м)	Фракции (%)						Нерастворим. остаток (%)
		>0,25 мм	0,25—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	0,005—0,001 мм	<0,001 мм	
Глина слабоалевритовая, известковистая, темносерая	г. Набережные Челны, глуб. 57,0	0,01	8,91	5,60	11,03	32,13	42,32	—
Глина песчано-алевритовая, известковистая, желтовато-коричневая	То же 89,0	0,02	5,51	23,26	8,12	22,06	41,03	78,03
Глина слабоалевритовая темносерая	" " 126,0	0,01	5,86	7,46	8,65	31,97	46,05	—
Глина высокодисперсная темносерая	" " 140,0	—	0,36	2,23	11,21	15,32	70,88	—
Глина песчано-алевритовая, известковистая, желтовато-коричневая	" " 146,0	0,01	3,10	21,60	14,32	21,87	39,10	74,84
Глина песчано-алевритовая, темносерая	с. Соколки, глуб. 44,0	—	8,00	22,74	11,56	23,29	33,81	82,24
Глина слабоалевритовая, темносерая	То же 110,0	0,09	9,34	0,71	3,75	22,35	63,76	—
Глина песчано-алевритовая, известковистая, желтовато-коричневая	" " 120,0	0,08	1,88	13,98	13,02	27,26	43,78	81,40
Глина высокодисперсная, темносерая	проект. Бетьки, глуб. 7,2	0,12	7,69	1,57	0,36	24,77	65,49	—
Глина алевритовая, темносерая	с. Камские Поляны, глуб. 79,0	—	1,10	26,13	16,0	30,1	26,67	86,1
Глина высокодисперсная, темносерая	То же 112,0	0,27	0,69	3,80	8,12	21,12	63,0	90,99
Глина высокодисперсная, зеленовато-серая	с. Булдырь, глуб. 48,0	0,26	8,44	—	4,10	23,28	63,42	—
Глинистый алевролит, известковистый, темно-коричневый	То же 65,0	0,01	34,10	30,86	6,00	13,06	15,97	—
Глина алевритовая, темносерая	" " 85,0	0,03	2,68	31,75	11,21	20,49	33,84	85,84
Глина песчано-алевритовая, известковистая, коричневая	с. Смыловка, глуб. 49,0	0,09	14,40	32,25	9,92	22,63	20,66	—
Глина алевритовая, известковистая, желтовато-коричневая	То же 76,0	—	1,66	15,01	10,36	28,97	44,0	78,48
Глина слабоалевритовая, буровато-серая	" " 109,0	0,09	9,00	2,57	3,77	26,70	57,87	—
Глина песчано-алевритовая, известковистая, желтовато-коричневая	" " 123,0	1,11	33,71	24,34	5,84	14,72	20,28	79,20

Примечание. Анализы произведены в лаборатории Геологического института Казанского филиала АН СССР.

Таблица 3

Породы	Место и глубина взятия образца (м)	Влаж. при 105°C	Содержание на абсолютно-сухом веществе (%)					
			Пот. при прок. выше 105°C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Глины тонкодисперсные	г. Н. Челны, глуб. 140,0	8,26	10,46	52,0	21,92	6,92	2,44	3,27
	с. Соколки, глуб. 110,0	7,94	9,24	54,3	20,41	9,62	2,11	3,07
	с. Камские Поляны, глуб. 112,0	8,28	9,06	52,90	23,11	7,70	1,88	3,52
Глины алевритовые	г. Н. Челны, среднее по 3-анал.	6,70	7,30	57,21	21,24	7,23	1,86	2,49
	с. Соколки, среднее по 4-анал.	5,27	5,88	60,95	20,16	5,98	1,85	2,82
	с. Камские Поляны, глуб. 79,0	5,40	8,70	58,19	17,63	7,03	2,41	3,04
	с. Смыловка, " 109,0	9,07	8,03	54,75	17,82	12,18	1,81	4,19
Глины песчано-алевритовые, известковистые	г. Н. Челны, " 67,0	5,46	8,99	54,02	16,97	6,60	6,12	3,79
	" " 79,0	4,28	9,71	56,22	15,25	5,22	7,34	2,85
	" " 89,0	5,47	12,34	51,51	17,11	5,65	7,62	3,68
	" " 99,0	5,73	12,71	48,06	15,41	6,66	9,65	3,71
	" " 146,0	6,36	8,18	50,38	16,75	9,36	9,80	4,02
	" " 150,0	4,66	10,44	53,74	14,60	6,46	8,48	3,20
	" " 152,0	5,33	10,39	52,32	15,98	6,66	8,17	3,64

Примечание. Анализы произведены в лаборатории Геологического института Казанского филиала АН СССР.

Химический состав описываемых разновидностей глины приведен в табл. 3.

Анализ данных табл. 3 позволяет сделать два вывода.

1. Глины тонкодисперсные и алевритовые по своему химическому составу чрезвычайно близки между собой. Содержание Al_2O_3 в них колеблется от 17,6 до 23,1% и в среднем превышает 20%. Для обеих разновидностей глины характерно постоянное преобладание MgO над CaO при общей невысокой их сумме.

2. Глины песчано-алевритовые, в отличие от первых двух разновидностей, являются известковистыми. Суммарное содержание CaO и MgO в них в среднем равно 12%. С увеличением глубины залегания этих глины содержание CaO в них закономерно возрастает, в то время как содержание MgO заметных изменений не претерпевает. Содержание Al_2O_3 в песчано-алевритовых глинах колеблется от 14,6 до 17,10% и в среднем не превышает 16,0%.

Алевролиты. Алевролиты имеют в описываемых отложениях ограниченное распространение (0,6% всего разреза). Встречаются они в виде прослоев, образующих постепенные переходы от песчано-алевритовых известковистых глины к глинистым пескам. Мощность прослоев алевролитов не превышает 8,0 м. Макроскопически они песчано-глинистые, известковистые, желтовато-коричневого цвета. Химический состав одного из типичных образцов алевролитов (с. Соколки, глубина 50,0 м) характеризуется следующими данными: влажность при 105°C — 2,11%; потеря при прокаливании выше 105°C — 3,95%; SiO_2 — 70,23%; Al_2O_3 — 13,5%; Fe_2O_3 — 4,56%; CaO — 3,57%; MgO — 2,20%.

Пески. Пески имеют среди описываемой толщи пород довольно значительное распространение (8,3%) и встречаются преимущественно в нижней части разреза близ контакта с подстилающими коренными образованиями. Мощность их обычно колеблется от 0,5 до 6,0 м, но иногда достигает 13,0—18,0 м (с. Камские Поляны, п. Октябрьск).

В преобладающем числе случаев пески мелко- и тонкозернистые, кремнево-кварцевые, известковистые, глинистые, желтовато-коричневого, реже серого, зеленовато-серого и светлосерого цвета. Нередко они содержат тонкие прослои известковистых песчано-алевритовых желтовато-коричневых глин, известковистых алевритов, а также включения гравелистых частиц и гальки из кремневых, кварцевых и карбонатных пород.

В северо-восточных районах Закамья, а также в верховьях долин рр. Шешмы и Кондурчи они более чистые, часто средне- и крупнозернистые. Пески здесь фиксируются не только в нижней части разреза, но также в средней и даже верхней.

Песчаники. На долю песчаников, как видно из табл. 1, падает свыше 10% разреза балаханского яруса. Песчаники, как и пески, имеют преимущественное распространение в нижней части разреза, однако, в виде небольших прослоев в глинах они встречаются как в средней, так и в верхней части его. Мощность песчаников обычно колеблется от 0,2 до 15,0 м, но в отдельных случаях достигает 25,0—35,0 м (сс. Кзыл Елань и Булдырь).

Макроскопически песчаники преимущественно мелкозернистые, кремнево-кварцевого состава, слабоизвестковистые, глинистые, желтовато-серого, желтовато-коричневого, реже зеленовато-серого и темносерого цвета. Они обычно слабо сцементированы, содержат тонкие прослои известковистых песчано-алевритовых глин, а в основании толщи — включения гравия, гальки, щебенки, иногда обломки карбонатных окремнелых пермских пород.

Подчиненное значение имеют крупнозернистые и неравномернозернистые песчаники. Они зарегистрированы лишь на контакте с коренными пермскими образованиями в районе сс. Змиево и Аксубаево, в нижней части разреза у с. Муслимкино и в ряде пунктов в восточном Закамье.

Химический состав мелкозернистых песчаников приведен в табл. 4.

Таблица 4

Место и глубина взятия образца (м)	Влажность при 105°C	Содержание на абсолютно-сухое вещество (%)					
		Пот. при прок. выше 105°C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
с. Соколки, глуб. 59,0 м	1,61	1,76	82,35	8,69	2,78	1,07	1,00
" " 79,0 м	1,97	3,27	78,64	10,75	3,44	1,43	1,38
" " 128,0 м	1,65	2,76	81,02	8,87	2,98	2,00	1,40
" " 151,0 м	1,15	2,69	75,26	9,42	3,90	3,71	1,50
г. Набережные Челны, глуб. 152,9	2,60	6,58	64,72	13,22	3,51	0,19	2,02

Как видно из данных табл. 4, с увеличением глубины залегания песчаников известковистость их постепенно повышается, однако суммарное содержание окислов Ca и Mg все же остается сравнительно невысоким (не более 8,2%).

Галечники и конгломераты. Названные породы имеют в составе описываемых отложений крайне ограниченное распространение (0,5%). Зафиксированы они лишь в самом основании балаханского яруса, на контакте с подстилающими пермскими образованиями, в виде прослоев мощностью не свыше 3,0 м.

о.
ы,
ю-
ов,
ов.
н-
по
а-

не-
из
ль-
ом
ро-
ов.
ак-
ка-
ны
тов
ых
на
рх-
ами
зо-
е от
(%),
ма-

тит,
ами
зер-
гла-

ный
ому

лы,
ахо-
ных
кон,
не в
сви-
нне-

нне-
ских
119

Галечники обычно состоят из плоскокатанных галек карбонатного, реже кремнево-кварцевого состава. Как правило, они плохо отсортированы, содержат многочисленные включения щебенки и обломков из подстилающих пермских пород (известняков, доломитов, мергелей, песчаников, окремнелых глин и т. п.). Песчано-глинистые разновидности галечников участками образуют незаметные переходы в слабосцементированные конгломераты. Подобного типа отложения вскрыты глубоким бурением по долине р. Камы у сс. Такталачук, Соколки, Булдырь, по р. Шешме у с. Сарбикулово, по р. Кондурче у п. Октябрьск и в ряде других мест.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРРИГЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

С целью получения дополнительных данных, способствующих уяснению палеогеографии описываемых образований, ряд образцов одного из типичных разрезов их (г. Набережные Челны) был подвергнут детальному иммерсионному исследованию.

Для анализа из 23 образцов были отмучены фракции размером 0,25—0,1, 0,1—0,05 и 0,05—0,01 мм, которые затем были разделены в бромформе (с удельным весом 2,9) на группы тяжелых и легких минералов. Разделение минералов и описание их по каждой из трех выделенных фракций было произведено У. Г. Дистановым.

Результаты анализов в виде суммарного средневзвешенного содержания тяжелых минералов в песчано-алевритовых фракциях приведены в табл. 5.

Анализ данных минералогического состава терригенных компонентов позволяет сделать ряд выводов.

1. Суммарное содержание тяжелых минералов в песчано-алевритовых фракциях пород весьма значительно и в среднем равно 0,2%. Из них на долю терригенных минералов падает 90%, на долю гидрогетита, а в верхних горизонтах и пирита 10%.

2. Среди тяжелых терригенных компонентов ведущими минералами (содержание >10%) являются: группа эпидот-цоизита (46,9%) и железорудные минералы (36,1%). Второстепенными минералами (содержание от 1 до 10%) являются: ставролит (3,55%), гранат (3,5%), циркон (2,9%), амфиболы (2,8%), мусковит (2,2%), рутил (2,1%), сфен (2,0%), турмалин (1,0%) и неопределенные выветрелые минералы (1,4%).

К аксессуарным минералам (содержание <1%) относятся: пикотит, дистен, анатаз, брукит, пироксены, корунд, хлорит и хлоритонд.

Группа легких минералов представлена преимущественно обломками выветрелых неопределимых горных пород (58,5%), полуокатанными зернами кварца (26%), редко полевых шпатов (9,9%), кремня (3,8%), глауконита (0,4%), чешуйками мусковита (1,1%) и хлорита (0,2%).

3. Как видно из прилагаемой табл. 5, качественный и количественный состав тяжелых терригенных минералов пород по всему исследованному разрезу (мощностью свыше 120,0 м) однотипен.

4. В составе терригенных компонентов преобладают стойкие минералы, принадлежащие различным парагенетическим рядам. Совместное нахождение таких тяжелых минералов, как магнетит (среди железорудных минералов является преобладающим), эпидот, цоизит, турмалин, циркон, дистен, рутил, ставролит, гранат и др., а также высокое содержание в легких фракциях выветрелых обломков неопределимых горных пород свидетельствуют о неоднократном переотложении осадков, давших эти минералы.

Высокое содержание среди тяжелых терригенных компонентов минералов группы эпидот-цоизита (43%), столь характерных для пермских

отложений Татарии (в особенности для пород уфимского и казанского яруса), в совокупности с изложенными выше особенностями минералогического состава, позволяет предполагать, что образование отложений балаханского яруса в основном происходило за счет разрушения и переотложения местных пермских пород.

Анализ характера распространения описываемых отложений, их фаунистический состав, литологические и фациальные особенности позволяют сделать ряд выводов.

1. На территории Татарии по древним долинам рр. Волги, Камы и их крупных притоков имеют довольно широкое распространение плиоценовые пресноводные песчано-глинистые образования с включениями фауны из родов: *Dreissensia polymorpha* Pall., *Valvata piscinalis* Müll., *Bythinia tentaculata* L., *Viviparus viviparus* L., *Planorbis* sp. и некоторых других. Мощность их весьма часто превышает 100,0 м, а иногда достигает даже 230,0 м. Залегают они на размытой поверхности различных стратиграфических горизонтов пермских образований, а сверху в ряде мест перекрываются лагунно-морскими акчагыльскими осадками с *Cardium* и *Avimactra*.

2. Приуроченность описываемых отложений почти исключительно к долинам крупных рек, фаунистический состав и закономерное фациальное изменение снизу вверх по разрезу, от грубых аллювиальных образований к тонкодисперсным озерно-болотным отложениям, позволяют предполагать, что они возникли в условиях подпруженных рек при наступлении с юга морских вод.

3. Однородный минералогический состав терригенных компонентов и тождественная фаунистическая характеристика пород по всему разрезу позволяют уверенно говорить об их đồngовозрастности. При этом близость фаунистического состава пород к пресноводным аналогам акчагыльского яруса и общая палеогеографическая обстановка на территории Волжско-Камского края в среднеплиоценовую эпоху позволяют предполагать, что описываемые отложения, известные в литературе как «кинельские» и «болгарские», по своему возрасту не древнее второй половины балаханского века и бесспорно не моложе начала акчагыльского. Более точное определение возраста этих отложений по имеющемуся фактическому, исследованному материалу пока еще не представляется возможным.

Большая мощность «кинельских» и «болгарских» отложений, их фаунистический состав, фациально-литологические и другие, указанные выше, особенности позволяют на современной стадии исследований выделить эти отложения в разряд самостоятельного яруса. Мы предложили и считаем для него целесообразным наименование балаханского яруса, заимствованное нами из стратиграфической схемы южнорусского плиоцена.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев Т. П. Верхнетретичный разрыв в Среднем Поволжье и его гидрогеологическое значение. Сов. геология, 1949, № 39.
- Вахрушев Г. В. Мезозойские и третичные отложения западного склона Башкирского Урала. Уч. зап. Саратов. гос. ун-ва, т. XV, вып. 2. Геология и почвоведение, 1940.
- Каштанов С. Г. К истории формирования долин рек Волги и Камы в дочетвертичное время. Уч. зап. Казан. гос. ун-ва, т. 112, кн. 2, 1952.
- Кирсанов Н. В. Плиоценовые глины в Татарии. — Тр. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., вып. 1, 1948.
- Колесников В. П. Средний и верхний плиоцен Каспийской области. Стратиграфия СССР, т. XII. Изд. АН СССР, Л., 1940.
- Мазарович А. Н. Опыт схематического сопоставления неогеновых и послетретичных отложений Поволжья. Изв. АН СССР, 1927, № 9—11.

- Мазарович А. Н. — Геологическое строение Заволжья между г. Куйбышевым и г. Оренбургом. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отдел геол., т. XIV (6), 1936.
- Милановский Е. В. Плиоценовые и четвертичные отложения Сызранского района. Тр. комис. по изуч. четверт. пер., т. IV, вып. 2, изд. АН СССР, Л., 1935.
- Миртова А. В. Неоген в долине Палеокамы. Сов. геология, 1941, № 1.
- Миртова А. В. Плиоценовые отложения Башкирии. Уч. зап. Казан. гос. ун-ва, т. III, кн. 6, 1951.
- Миртова А. В. Кинельские отложения в Куйбышевском Поволжье. Изв. КФАН СССР, сер. геол., вып. 2, 1953.
- Николаев Н. И. Плиоценовые и четвертичные отложения сыртовой части Заволжья. Тр. комис. по изуч. четверт. пер., т. IV, вып. 2, изд. АН СССР, Л., 1935.
- Павлов А. П. Неогеновые и послетретичные отложения Южной и Восточной Европы. Мем. Геол. отд. Общ. любит. естеств. антроп. и этногр., вып. 5, 1925.

У. Г. ДИСТАНОВ

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ МИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БАШКИРИИ

1. На территории Башкирской АССР и, в частности, ее центральной части пользуются развитием континентальные аллювиальные и озерно-болотные угленосные образования. Возраст этих отложений различными исследователями (Баранов, 1950; Вахрушев, 1940; Криштофович, 1932, 1938; Пономаренко, 1947, и др.) установлен как миоценовый. Более же детальное стратиграфическое разделение их до сих пор еще требует окончательного разрешения.

В результате спорово-пыльцевых исследований, произведенных Л. С. Тузовой, среди угленосных отложений центральной Башкирии выявлены ниже- и среднемиоценовые образования. При этом установлено, что спорово-пыльцевые спектры не всегда дают надежные коррелятивы для подразделения миоценовых отложений. Это объясняется в ряде случаев отсутствием в спорово-пыльцевых комплексах руководящих форм, а также несовместным распространением этих растительных остатков во времени и пространстве. Так, в обломочных породах (гравий, пески, алевролиты) пыльца и споры практически отсутствуют.

В целях уточнения существующих представлений по стратиграфии угленосных осадков, а также выявления фациальных особенностей и палеогеографических условий их накопления, автором было произведено изучение литолого-минералогического состава миоценовых отложений из ряда месторождений бурого угля центральной Башкирии. При этом автором было широко использован метод седиментационного анализа с изучением минералогического состава тяжелых и легких фракций размером 0,25—0,1 и 0,1—0,01 мм, выделенных из различных типов пород. Всего таким путем было изучено 164 образца.

В результате литолого-фациальных исследований было установлено, что миоценовые отложения отчетливо подразделяются на три толщи (рис. 1).

Нижняя из них представлена глинистым комплексом пород озерного и озерно-болотного происхождения. Бурых углей здесь не обнаружено, однако широким развитием пользуются углистые глины. По возрасту эта толща является нижнемиоценовой (M_1). Мощность ее в среднем составляет 10-20 м, нередко достигает 26 м.

Средняя толща — угленосная. Сложена она гравийно-песчано-глинистым комплексом пород аллювиального, озерного и озерно-болотного происхождения. Эта толща является среднемиоценовой (M_2^a). Мощность ее обычно составляет 30—40 м, редко достигает 95 м.

Верхняя толща также угленосная. Сложена она песчано-глинисто-угольным комплексом пород аллювиального, озерного и озерно-болотного происхождения. В подчиненном количестве присутствует гравий. По возрасту эта толща, как и нижележащая, является среднемиоценовой (M). Мощность ее обычно не превышает 90 м и в среднем составляет 40—50 м.

Необходимо отметить, что обе угленосные толщи среднемиоценового возраста начинаются с грубого песчаного и песчано-гравийного материала, знаменующего начало ритма в угленакоплении, и заканчиваются

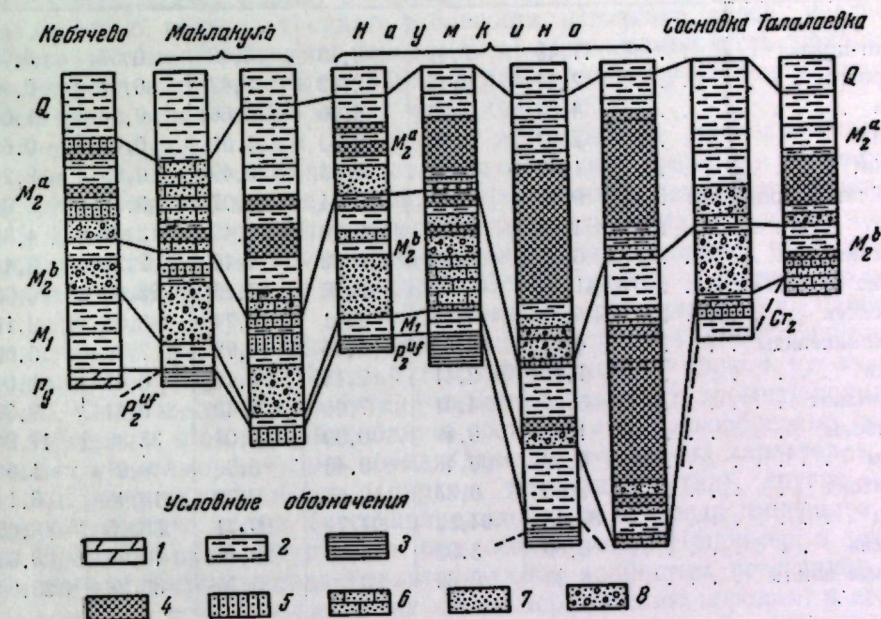


Рис. 1. Схема сопоставления разрезов скважин по ряду месторождений центральной Башкирии.

1 — мергель; 2 — глина; 3 — аргиллит; 4 — уголь; 5 — алевроит; 6 — песчаник; 7 — песок; 8 — гравий.

тонкодисперсными глинами. В пространстве колебания в литологическом составе этих толщ сводятся обычно к увеличению крупности слагающего материала по направлению к краевым частям месторождений.

2. Качественный состав минералов тяжелых и легких фракций из ниже- и среднемиоценовых отложений центральной Башкирии довольно постоянен. Однако в количественном соотношении их наблюдаются значительные различия. Так, в тяжелых фракциях пород среднемиоценового возраста ведущими терригенными минералами (с содержанием более 10%) являются черные рудные, циркон нередко рутит, турмалин и силлиманит. В отложениях же нижнемиоценового возраста ведущая роль принадлежит черным рудным минералам, лейкоксену, хлоритонду, а нередко и гранату. В легких фракциях из среднемиоценовых отложений ведущим минералом является кварц, из нижнемиоценовых же — кварц, кремний и нередко полевые шпаты.

Не менее резкие различия прослеживаются при сопоставлении минералогического состава тяжелых и легких фракций пород миоценового возраста с подстилающими их палеогеновыми и уфимскими образованиями. Эти различия сводятся в основном к повышенному содержанию в терригенных компонентах миоценовых отложений — ставролита, рутила, анатаза, циркона, дистена, силлиманита и кварца и к пониженному — амфиболов, граната, титанита, эпидота-цоизита и полевых шпатов. Резкие различия прослеживаются также при сопоставлении данных минералогических исследований с данными палеонтологических исследований.

ческих анализов миоценовых и покрывающих их четвертичных образований (см. табл. 1).

Таблица 1

Минералы	Q	M ^a ₂	M ^b ₂	M ₁	P _g	P ^{uf} ₁
	По дан- ным 4 анализов	По дан- ным 75 анализов	По дан- ным 51 анализа	По дан- ным 22 анализов	По дан- ным 5 анализов	По дан- ным 7 анализов
Эпидот-цоизит	11,45	2,42	2,15	3,43	0,57	3,63
Ставролит	2,44	2,46	2,82	2,42	0,67	0,40
Рутил	4,30	8,29	6,65	4,50	0,93	1,68
Анатаз	2,93	2,90	2,42	1,81	0,45	0,65
Титанит	1,43	0,58	0,33	0,49	0,85	2,21
Устойчивые минералы . .	9,41	11,81	8,44	8,07	3,97	5,92
Гранат	1,99	0,58	0,29	4,42	3,03	4,35
Турмалин	6,31	8,84	10,42	4,46	2,25	0,42
Черные рудные	41,48	43,35	43,72	37,25	25,76	46,28
Лейкоксен	5,58	4,18	4,41	7,74	3,88	2,11
Хромшпинелиды	4,61	6,35	6,46	13,72	7,74	5,06
Дистен	1,35	2,41	2,18	0,16	0,47	0,00
Силлиманит	3,90	4,41	7,46	0,43	0,61	0,39
Амфиболы	1,69	0,49	0,39	0,04	33,80	17,94
Слюды	0,52	0,48	0,48	0,62	0,21	1,60
Хлоритонд	2,65	0,33	0,65	9,72	10,41	6,14
Кварц	88,13	94,52	94,71	68,71	50,16	43,05
Кремень	6,60	3,95	4,06	22,16	10,29	23,63
Полевые шпаты	4,30	0,69	0,20	5,75	36,28	25,09

Распределение ведущих и второстепенных минералов миоценовых отложений во фракциях различной размерности дает дополнительный мате-

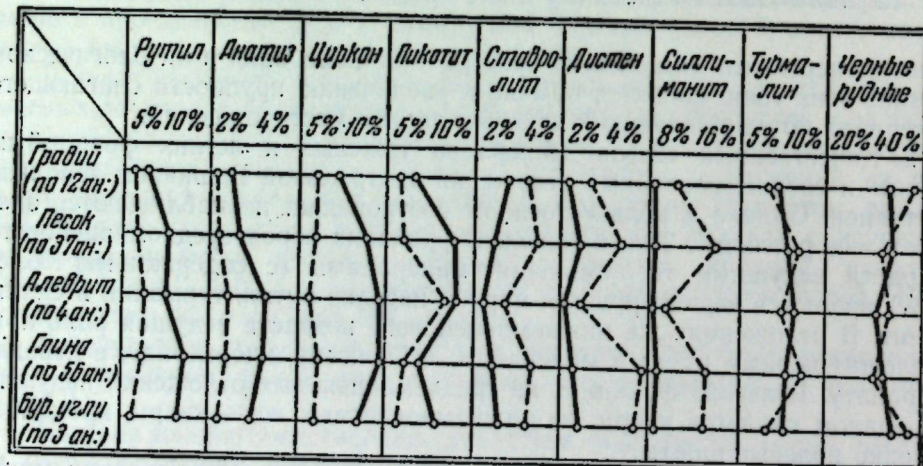


Рис. 2. Процентное содержание тяжелых минералов во фракциях различной размерности из миоценовых отложений центральной Башкирии.

1 — фракция размером 0,25 — 0,1 мм; 2 — фракция размером 0,1 — 0,01 мм.

риал для палеогеографических и корреляционных построений. Как показали наши исследования (рис. 2), определенная группа минералов, а именно: рутил, анатаз, циркон и хромшпинелиды, концентрируется в основном в алевритовой фракции. Содержание их здесь в среднем в 2—3

раза выше, чем в песчаной фракции. Более резкие расхождения количественного состава минералов с изменением размерности фракций наблюдаются у дистена, силлиманита и ставролита. Эти минералы концентрируются в песчаной фракции. Содержание их здесь во много раз больше, нежели во фракции алевритовой (для силлиманита более чем в 10 раз).

Высокая концентрация в песчаной фракции миоценовых отложений центральной Башкирии так называемых стресс-минералов (силлиманит, дистен, ставролит), наряду с хорошей сохранностью зерен и их слабой окатанностью, позволяет судить о близости источника сноса, представленного метаморфическими породами, и дает возможность правильно коррелировать терригенные толщи с неравномерным участием различных типов пород в различных частях месторождений.

В связи со сказанным, результаты исследований минералогического состава терригенных компонентов играют важную роль при корреляции фаунистически неохарактеризованных третичных угленосных отложений.

3. В составе терригенных компонентов миоценовых отложений отчетливо выделяются две группы минералов, связанных своим происхождением с определенными типами пород. Первая группа — дистен, силлиманит, ставролит — группа так называемых стресс-минералов, наиболее характерных для различных кристаллических сланцев, высокоглиноземистых метаморфических пород и т. п. Вторая группа — циркон, рутил, турмалин. Сюда же относятся титано-магнетит, ильменит, хромшпинелиды и др. Минералы этой группы входят в состав самых разнообразных изверженных и метаморфических пород. Одни из них весьма характерны для кислых изверженных пород (циркон, турмалин, рутил), другие — для ультраосновных пород (хромшпинелиды) и т. д. Среди минералов легких фракций также намечается ряд особенностей. Например, в некоторых случаях зерна кварца характеризуются волнистым погасанием, что указывает на принадлежность их к метаморфическим породам, в других же — наличием многочисленных минеральных включений, пузырьков газа, что уже более присуще для гранитов, грано-диоритов, жильного кварца и т. д. Таким образом, результаты минералогического анализа позволяют предполагать, что образование пород в среднемиоценовое время происходило за счет аккумуляции и седиментации продуктов разрушения метаморфических и изверженных образований. Наряду с этим в составе этих пород принимают участие продукты переотложения нижележащих размываемых осадочных образований. Об этом свидетельствует наличие в среднемиоценовых отложениях глинистых брекчий, щебень которых представлен обломками пород уфимского, палеогенового и нижнемиоценового возраста, а также наличие гравелистых обломков кремневого состава, содержащих отпечатки и ядра палеозойской фауны.

4. Основную роль в образовании осадков в миоценовое время играл принос материала со стороны. Он происходил, надо полагать, в основном со стороны Урала. Значительную роль при этом, несомненно, играло и переотложение кластического материала из нижележащих и вблизи лежащих уфимских, меловых и других осадочных образований (особенно в нижнемиоценовое время). Сходство строения изученных месторождений, а также литологического состава слагающих их пород позволяет судить о близких условиях формирования этих отложений.

Различия в минералогическом составе терригенных компонентов из нижне- и среднемиоценовых отложений явились следствием изменения физико-географических условий осадкообразования, обусловивших к середине миоценового времени усиление роли приноса материала со стороны, из области развития метаморфических и изверженных пород.

Процесс перемыва и переотложения более древних коренных пород осадочного ряда (в частности уфимских), сыгравший важную роль в нижнемiocеновое время и вызвавший образование осадков с повышенным содержанием кремния, полевых шпатов, хлоритоида, хромшпинелид, граната и др., в среднемiocеновое время имел подчиненное значение.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов В. И. Этапы развития флоры и растительности СССР в третичное время. Уч. зап. Казан. гос. ун-ва, т. 110, кн. 6, вып. 8, 1950.
- Вахрушев Г. В. Мезозойские и третичные отложения западного склона Башкирского Урала. Уч. зап. Саратов. гос. ун-ва, т. XV, вып. 2. Геол. и почвовед., 1940.
- Криштофович А. Н. Третичные растения с западного склона Урала. Тр. Сов. по изуч. произв. сил. АН СССР, сер. башк., вып. 1, изд. АН СССР, Л., 1932.
- Криштофович А. Н. Миоценовая флора Украины и ее связь через Урал с третичной флорой Азии. Сб. памяти акад. А. Б. Фомина. Изд. АН Укр. ССР, 1938.
- Пономаренко А. Г. Общее описание юго-западной части Южноуральского бассейна. Тр. Треста «Южуралуглеразведка», вып. 1, 1947.
- Тяжева А. П., К изучению третичных отложений планшетов 121, 131, 141 и 151 пятиверстной карты Урала. Тр. Башк. ГРТ, вып. 5, 1937.
- Хоментовский А. С. Южноуральский бурогольный бассейн (южная часть). Тр. Треста «Южуралуглеразведка», вып. 1, 1947.
- Яхимович В. Л. О структурной зональности Южного Приуралья и распределения в нем бурых углей. Тр. Треста «Южуралуглеразведка», вып. 2, 1948.

Б. В. ВАСИЛЬЕВ

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО КАРСТОПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

История развития карста неразрывно связана с геологической историей области развития карстующихся пород. Однако в литературе о карсте Татарской республики и смежных с ней областей (Селивановский, 1948; Каштанов, 1943, 1951; Ступишин, 1948) указанный вопрос освещен еще недостаточно. Территория Татарии, за исключением крайней юго-восточной ее части, до начала отложений осадков живетского века представляла собой сушу, сложенную метаморфическими и магматическими породами докембрия. Начиная с живетского века, описываемая территория была вовлечена в пульсационное погружение, которое происходило до конца перми включительно.

Длительные периоды погружения фундамента и накопления толщи осадочных пород неоднократно прерывались. Последнее было обусловлено поднятием в условиях континентального режима.

Условия континентального развития описываемой территории, в течение которых происходили активные процессы карстования, отразившиеся в следах выщелачивания пород и некоторых других признаках, проявлялись неоднократно. Они отмечаются в образованиях конца среднефранского века, начала нижнекаменноугольной эпохи, конца турнейского века, угленосного и тульского времени, в конце визейского века, в осадках почти всего намюра, осадках, сформированных на грани каменноугольной и верхнекаменноугольной эпох, нижнепермской и верхнепермской эпох, нижнетатарского и верхнетатарского веков, в конце татарского века и, видимо, в течение всего мезозоя. Среди новейших образований в современном рельефе имеются проявления карста.

Мы не приводим описания карстовых явлений ранних периодов континентального существования территории Татарии потому, что карстовые процессы девонского и каменноугольного периодов не дают на дневной поверхности заметных проявлений, а констатируются по ряду признаков лишь скважинами глубокого бурения. Сnivelированы, повидимому, карстовые провалы, возникшие и в пермский период континентального развития региона. Сохранившиеся к настоящему времени древние формы карстовых провалов, связанные с породами пермского возраста, по мнению автора, имеют свое начало в третичном периоде, хотя разработка подземных пустот в некоторых случаях началась еще в мезозое.

Общие черты современного плана речной сети существовали уже в неогене. В неогене Палеокама (в пределах ТАССР) и ее современные

крупные притоки Вятка, Белая, Ик, Шешма и др. были настолько углублены, что в ряде пунктов вскрыли сульфатно-карбонатные породы сакмарско-артинского яруса и создали в них благоприятные условия для активных карстовых процессов. Особенно глубокий размыв в этих породах отмечается в пределах доплиоценовой долины р. Камы у сс. Булдырь, Камские Поляны, Россово и у гг. Набережные Челны, Елабуга.

Следы деятельного карста, проявлявшегося в третичном периоде, обнаружены буровыми скважинами в г. Елабуге, у сс. Грахань, Красные Поляны и Красный Исток. В двух последних пунктах нижнепермские отложения вследствие процессов карстования настолько изменены, что иногда невозможно установить первоначальную их структуру и текстуру.

Вдоль наиболее глубокой части долины Палеокамы (переуглубленной части современной долины р. Камы) сакмарско-артинские породы иногда разрушены до состояния разборного камня и известково-доломитовой муки в слое мощностью до 20 м.

Кроме долины Палеокамы, активному процессу карстования сакмарско-артинские породы подвергались и по долинам наиболее крупных ее притоков — Ик, Шешма и др. (Васильев, 1949).

Однако врезание этих притоков в толщу пермских осадков способствовало развитию карстовых процессов лишь в районах высокого гипсометрического положения карстующихся пород нижней перми.

Таковыми районами в Татарии явились Икско-Зайско-Шешминское и Ижевско-Елабужское поднятия.

На западе Татарии, в отличие от востока, активному процессу карстования подвергались породы нижнепермские и верхнепермские. Происходило это в силу того, что в западной части Татарии известняки и доломиты преобладают в отложениях казанского яруса и содержат значительные скопления гипса.

В течение понтического и до конца акчагыльского веков среднее и нижнее Поволжье испытывало погружение и карстовые процессы в породах нижней и верхней перми постепенно ослабевали. Судя по мощности накопившихся за это время осадков «болгарской» пресноводной толщи и солоноватоводных отложений акчагыльского века, амплитуда погружения древней долины р. Камы, например, у с. Толкиш, достигала 200—250 м.

В конце акчагыльского века, в связи с понижением базиса эрозии, начался медленный отход акчагыльского бассейна к югу. Реки усилили эрозионную деятельность и толщину карстующихся пород — сакмарско-артинских отложений на востоке и казанских на западе — вновь оказываются в условиях, благоприятных для проявления активных процессов карстования.

В четвертичный период карстовые процессы протекали с такой же неослабной силой, как и в предыдущие геологические периоды, когда толщи осадочных карстующихся пород были выведены на дневную поверхность. Изучение деятельности карста четвертичного времени, по сравнению с предыдущими геологическими эпохами в пределах Татарии, более подтверждается фактическим материалом, так как большая часть его отражена в рельефе поверхности Татарии в виде различных форм провалов. Нами, например, установлено, что свежие, современные формы провалов имеют вид усеченного конуса с широким основанием и узкой вершиной. Со временем, в результате обрушения верхних частей стен, происходит расширение наружного отверстия, в результате чего провал приобретает округлую цилиндрическую форму. В дальнейшем склоны таких провалов становятся все более и более пологими, приобретают форму воронок, чаш и блюдец. Если провалы располагаются близко друг к другу, то в процессе развития первоначальных форм карстовых провалов

от формы усеченного конуса до блюдца они превращаются в замкнутые удлиненные долины или овраги. Примером такого развития карстовых форм являются провалы, установленные в районе сс. Куланга, Мурали, Ия.

Существенное влияние на развитие карста в четвертичный период оказали флювиогляциальные воды, происшедшие от таяния ледников.

В четвертичное время территория Татарии не покрывалась материковыми льдами, но флювиогляциальные воды, поступавшие в верховья рр. Волги и Камы с ледников, производили громадную работу по углублению и расширению русел названных рек и заполняли их аллювиальными и флювиогляциальными осадками, в которых в результате понижения базиса эрозии были сформированы речные террасы.

В Татарии выделяются четыре эрозионно-аккумулятивные террасы, из которых первые три по времени своего образования соответствуют ливинскому (миндельскому), днепровскому (рисскому) и валдайскому (вюрмскому) периодам оледенения.

Неоднократные изменения базиса эрозии и мощные накопления террасовых образований оказали существенное влияние на развитие карстовых процессов в четвертичную эпоху.

Во время повышения базиса эрозии от разлива вод тающих льдов очень слабо минерализованные ледниковые воды, проникая в породы речных склонов по трещинам, кавернам и порам, активно воздействовали на растворимые в воде породы. Однако, проникая вглубь коренных склонов речных долин, ледниковые воды смешивались с более минерализованными подземными водами. Вследствие этого активность их в процессах выщелачивания ослабевала. Спад же уровня воды в овражно-речной сети в межледниковое время приводил к понижению базиса эрозии, что способствовало, в свою очередь, вновь благоприятным условиям для усиленного дренажа подземных вод и активизации карстования карбонатно-сульфатных пород. Не случайно поэтому наибольшее количество карстовых провалов на рассматриваемой территории расположено в непосредственной близости к речным долинам и оврагам. При этом на участках крупных тектонических поднятий востока Татарии постепенно обнажались породы сакмарско-артинского яруса, а на западе Татарии — породы казанского яруса, которые подвергались активному карстованию в доднепровское время. В период днепровского оледенения и последующего за ним межледникового времени, когда понижение базиса эрозии достигало наиболее низких отметок (—35 м), на западе Татарии активному карстованию наряду с породами казанского яруса подвергались и сакмарско-артинские карбонатно-сульфатные осадки. При этом в особо благоприятных условиях для карстования оказались эрозионные останцы, образовавшиеся в результате размыва до отложений верхнепермских осадков.

Современное положение базиса эрозии Волги и Камы в совокупности с литологическими и тектоническими особенностями описываемой территории обуславливают активное карстование пород казанского яруса на западе Татарии и сакмарско-артинских пород на востоке и в настоящее время.

Палеоботанические исследования, проведенные в Татарии Н. Я. Оспопрививателевым, показали, что торф, образовавшийся на дне древних провалов, в области развития верхней и первой надпойменной террас Волги, относится к доакчагыльскому и началу голоценового времени, что позволяет уточнить время образования этих карстовых форм.

Наряду с древними провалами, на территории Татарии встречаются и свежие провалы, образовавшиеся в течение текущего столетия и даже текущего пятилетия. Однако эти современные провалы нельзя считать только результатом процессов карста последних лет. Наоборот, образова-

ние подземных пустот и полостей на месте современных провалов было заложено в начале четвертичного времени, а может быть и в третичное время.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев Б. В. О некоторых закономерностях карстопоявлений в бассейне р. Ик (на юго-востоке Татарской АССР). ДАН СССР, т. 65, № 4, 1949.
Селивановский Б. В. Современный карст Чебоксарского и Марийского Поволжья (в пределах левобережья Волги). ДАН СССР, т. 60, № 6, 1948.
Каштанов С. Г. Карстовые явления в районе Казанского Поволжья. ДАН СССР, т. 40, № 2, 1943.
Каштанов С. Г. История образования карста Татарской АССР в четвертичное время. Уч. Зап. Казан. гос. ун-в. им. Ленина, т. III, кн. 1, 1951.
Ступишин А. В. К истории формирования левобережья Приказанского Поволжья. Изв. Всес. геол. общ., № 3, 1948.

А. И. КРИНАРИ

К МЕТОДАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Коэффициент фильтрации для гомогенной и несжимаемой жидкости при ламинарном потоке, как известно (Котляков и др., 1948), определяется исходя из закона Дарси по следующей формуле:

$$K = \frac{Q \cdot \mu \cdot l}{F (P_1 - P_2)}, \quad (1)$$

где K — коэффициент фильтрации (проницаемости), дарси (да);
 Q — объем жидкости, прошедшей через породу, см³/сек.;
 μ — вязкость жидкости при условиях фильтрации, сантипуаз;
 l — длина пути фильтрации, см;
 F — площадь поперечного сечения пористой среды, см²;
 P_1 — давление в начале фильтрационного потока, атм;
 P_2 — давление в конце фильтрационного потока, атм.

В практике нефтепромыслов лаборатории при определении коэффициента фильтрации обычно пользуются не жидкостью, а газом (азот, воздух). В этом случае формула (1) требует некоторых изменений.

Дело в том, что газ, в отличие от жидкости, весьма чутко реагирует на изменение давления изменением своего объема, а следовательно, и скорости фильтрации. Так, при движении в образце породы от входного конца, где давление больше (P_1), к выходному концу, где давление меньше (P_2), скорость фильтрации газа будет возрастать, а объем его увеличиваться за счет расширения. Следовательно, для определения объема газа, прошедшего через образец в единицу времени, а равно и скорости его фильтрации, необходимо замеренный объем газа приводить к среднему давлению в образце. Кроме того, замеряемый при фильтрации объем газа будет изменяться с изменением атмосферного давления и температуры среды, при которых производится измерение. Следовательно, для получения сопоставимых результатов необходимо всякий раз замеренный объем газа приводить еще к каким-то постоянным («нормальным») условиям. За эти «нормальные» условия принято считать: атмосферное давление 760 мм ртутного столба и температуру +20° С.

Таким образом, при определении коэффициента газопроницаемости приходится проделывать довольно сложные и трудоемкие вычисления, занимающие нередко больше времени, чем сам эксперимент.

В настоящей статье мы рекомендуем весьма простой способ вычислений коэффициента газопроницаемости, который позволяет повысить точность расчета и значительно сократить необходимое для этого время.

Выше уже отмечалось, что прежде чем решать уравнение (1) для вычисления коэффициента газопроницаемости, необходимо замеренный при фильтрации объем газа привести к «нормальным» условиям и к среднему давлению в образце. В соответствии с законами зависимости объема газа от температуры и давления имеем:

$$1) \quad \frac{V_n \cdot P_n}{T_n} = \frac{V_o \cdot P_o}{T_o}, \quad \text{откуда } V_n = \frac{V_o \cdot P_o \cdot T_n}{P_n \cdot T_o} \quad (2)$$

$$2) \quad V_c \cdot P_c = V_n \cdot P_n, \quad \text{откуда } V_c = \frac{2 V_n \cdot P_n}{P_1 + P_2}, \quad (3)$$

где V_n — объем газа, приведенный к «нормальным» условиям;
 P_n — атмосферное давление при «нормальных» условиях;
 T_o — абсолютная температура «нормальных» условий;
 V_o — объем газа, замеренный при опыте;
 P_o — атмосферное давление при опыте;
 T_n — абсолютная температура газа при опыте;
 V_c — объем газа, приведенный к среднему давлению в образце;
 P_c — среднее давление в образце

$$\frac{P_1 + P_2}{2}$$

Подставляя теперь в уравнение (3) вместо V_n его значение (2), получим:

$$V_c = \frac{2 V_o P_o T_n}{T_o (P_1 + P_2)} \quad (4)$$

В формуле

$$Q = \frac{V}{t},$$

где V — объем жидкости, протекшей через пористую среду, см³;
 t — время фильтрации, сек.

Для газа

$$Q = \frac{V_c}{t}$$

или

$$Q = \frac{2 V_o P_o T_n}{T_o t (P_1 + P_2)} \quad (5)$$

Заменяя в уравнении (1) Q его значением для газа (5) и выражая правую часть полученного при этом уравнения в виде ряда простых и сложных сомножителей, состоящих из близких по физическому смыслу значений, получим:

$$K = V_o \cdot l \cdot \frac{\mu T_n}{T_o t} \cdot \frac{2 P_o}{P_1^2 - P_2^2} \cdot \frac{1}{F} \quad (6)$$

Это будет формула вычисления коэффициента фильтрации для газа. Очевидно, что расчеты по ней будут громоздкими и займут много времени.

В целях упрощения расчетов мы каждому сложному сомножителю правой части уравнения (6) придали значения условных расчетных коэффициентов. Величины этих коэффициентов для наиболее распространенных условий эксперимента заранее вычислили и свели в соответствующие таблицы 1, 2 и 3. Таких условных расчетных коэффициентов получилось три:

$$1) \quad \text{условный температурный коэффициент } K_T = \frac{\mu T_n}{T_o t} \cdot 1000. \quad \text{Число}$$

Таблица 1

Значения условного коэффициента K_T для расчета коэффициента газопроницаемости

Температура газа (°C)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10	1,821	0,911	0,607	0,455	0,364	0,304	0,260	0,228	0,202
12	1,818	0,909	0,606	0,454	0,364	0,303	0,260	0,227	0,202
14	1,815	0,908	0,605	0,454	0,363	0,303	0,259	0,227	0,202
16	1,813	0,908	0,604	0,453	0,363	0,302	0,259	0,227	0,201
18	1,810	0,905	0,603	0,453	0,362	0,302	0,259	0,226	0,201
20	1,808	0,904	0,603	0,452	0,362	0,301	0,258	0,226	0,201
22	1,806	0,903	0,602	0,451	0,361	0,301	0,258	0,226	0,201
24	1,803	0,902	0,601	0,451	0,361	0,301	0,258	0,225	0,200
26	1,800	0,900	0,600	0,450	0,360	0,300	0,257	0,225	0,200
28	1,798	0,899	0,599	0,449	0,360	0,300	0,257	0,224	0,200
30	1,796	0,898	0,599	0,449	0,359	0,299	0,257	0,224	0,200

1000 здесь взято потому, что исчисленная величина K чрезвычайно мала; умножая ее на 1000, мы повышаем точность вычислений, а окончательный результат при расчетах коэффициента получаем не в дарси, как этого требуют формулы (1) и (6), а в миллидарси (мда), как это удобнее практически;

$$2) \quad \text{условный коэффициент давления } K_P = \frac{2 P_o}{P_1^2 - P_2^2} \quad \text{и}$$

$$3) \quad \text{условный коэффициент площади фильтрации } K_F = \frac{1}{F} \quad \text{или}$$

$$K_F = \frac{4}{\pi d^2},$$

где d — диаметр образца.

Заменяя в уравнении (6) сложные сомножители на соответствующие им условные расчетные коэффициенты, получим:

$$K = V_o \cdot l \cdot K_T \cdot K_P \cdot K_F \quad \text{мда.} \quad (7)$$

Все записи при определении коэффициента газопроницаемости целесообразно вести в журнале по форме табл. 4.

Значения условного коэффициента давления K_p для расчета коэффициента газопропускаемости

Перепад давл. см H_2O мм Hg	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
атм. давл. мм Hg													
720	206,005 151,474	102,647 75,476	68,196 50,144	50,972 37,479	40,638 29,881	33,750 24,816	25,142 18,486	19,978 14,690	16,537 12,160	14,081 10,354	12,240 9,000	10,809 7,948	9,665 7,106
730	206,015 151,481	102,657 75,483	68,206 50,151	50,982 37,486	40,648 29,888	33,760 24,823	25,151 18,493	19,987 14,697	16,547 12,167	14,090 10,360	12,249 9,006	10,818 7,954	9,673 7,113
740	206,024 151,488	102,666 75,490	68,215 50,158	50,991 37,493	40,657 29,895	33,769 24,830	25,160 18,500	19,996 14,703	16,555 12,173	14,099 10,367	12,257 9,013	10,826 7,960	9,682 7,119
750	206,033 151,495	102,676 75,497	68,224 50,165	51,000 37,500	40,666 29,902	33,778 24,837	25,169 18,506	20,005 14,710	16,564 12,179	14,107 10,373	12,266 9,019	10,835 7,966	9,690 7,125
760	206,042 151,502	102,685 75,503	68,233 50,172	51,009 37,506	40,675 29,908	33,787 24,843	25,177 18,513	20,014 14,716	16,572 12,185	14,116 10,379	12,274 9,025	10,842 7,972	9,698 7,131
770	206,051 151,508	102,693 75,510	68,242 50,178	51,017 37,513	40,684 29,914	33,795 24,849	25,186 18,519	20,022 14,722	16,581 12,192	14,124 10,385	12,282 9,031	10,850 7,978	9,706 7,137
780	206,060 151,514	102,702 75,516	68,250 50,184	51,026 37,519	40,692 29,920	33,803 24,855	25,194 18,525	20,030 14,728	16,589 12,198	14,132 10,391	12,290 9,037	10,858 7,984	9,713 7,142
790	206,068 151,521	102,710 75,522	68,259 50,190	51,034 37,525	40,700 29,926	33,811 24,861	25,202 18,531	20,038 14,734	16,596 12,203	14,139 10,397	12,297 9,042	10,866 7,989	9,721 7,148

Продолжение табл. 2

Перепад давл. атмос. мм Hg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	
атм. давл. мм Hg														
720	4,589	0,243 3,337	0,129 2,590	0,080 2,097	0,055 1,747	0,040 1,487	0,030 1,287	0,024 1,128	0,019 0,894	0,016 0,731	0,007 0,611	0,004 0,520	0,003 0,449	0,002
730	4,595	0,245 3,342	0,130 2,596	0,081 2,102	0,056 1,752	0,040 1,491	0,031 1,291	0,024 1,132	0,020 0,898	0,016 0,734	0,007 0,614	0,004 0,522	0,003 0,451	0,002
740	4,600	0,247 3,348	0,131 2,601	0,082 2,106	0,056 1,757	0,041 1,496	0,031 1,296	0,024 1,136	0,020 0,901	0,016 0,737	0,008 0,617	0,004 0,525	0,003 0,454	0,002
750	4,606	0,248 3,353	0,132 2,606	0,083 2,111	0,057 1,761	0,041 1,500	0,031 1,300	0,025 1,139	0,020 0,905	0,016 0,740	0,008 0,620	0,004 0,528	0,003 0,456	0,002
760	4,612	0,250 3,358	0,133 2,611	0,083 2,116	0,057 1,765	0,042 1,504	0,032 1,303	0,025 1,144	0,020 0,908	0,017 0,743	0,008 0,622	0,005 0,530	0,003 0,458	0,002
770	4,617	0,252 3,363	0,134 2,615	0,084 2,120	0,058 1,769	0,042 1,508	0,032 1,307	0,025 1,147	0,020 0,912	0,017 0,746	0,008 0,625	0,005 0,533	0,003 0,461	0,002
780	4,622	0,253 3,368	0,135 2,620	0,085 2,125	0,058 1,774	0,042 1,512	0,032 1,311	0,026 1,151	0,020 0,915	0,017 0,749	0,008 0,628	0,005 0,536	0,003 0,463	0,002
790	4,627	0,255 3,373	0,136 2,625	0,085 2,129	0,059 1,778	0,043 1,516	0,033 1,315	0,026 1,155	0,021 0,918	0,017 0,752	0,008 0,631	0,005 0,538	0,003 0,465	0,002

Таблица 3

Значения условного коэффициента площади фильтрации K_F для расчета коэффициента газопроницаемости

Диаметр образца (см)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Диаметр образца (см)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	0,566	0,558	0,551	0,544	0,537	0,530	0,523	0,517	0,510	0,504	2,3	0,241	0,239	0,237	0,235	0,233	0,231	0,229	0,227	0,225	0,223
1,6	0,497	0,491	0,485	0,479	0,473	0,467	0,462	0,456	0,451	0,446	2,4	0,221	0,219	0,217	0,216	0,214	0,212	0,210	0,209	0,207	0,205
1,7	0,440	0,435	0,430	0,425	0,420	0,416	0,411	0,406	0,402	0,397	2,5	0,204	0,202	0,200	0,199	0,197	0,196	0,194	0,193	0,191	0,190
1,8	0,393	0,389	0,384	0,380	0,376	0,372	0,368	0,364	0,360	0,356	2,6	0,188	0,187	0,185	0,184	0,183	0,181	0,180	0,179	0,177	0,176
1,9	0,353	0,349	0,345	0,341	0,338	0,335	0,331	0,328	0,325	0,321	2,7	0,175	0,173	0,172	0,171	0,170	0,168	0,167	0,166	0,165	0,164
2,0	0,318	0,315	0,312	0,309	0,306	0,303	0,300	0,297	0,294	0,291	2,8	0,162	0,161	0,160	0,159	0,158	0,157	0,156	0,155	0,154	0,152
2,1	0,289	0,286	0,283	0,280	0,278	0,275	0,273	0,270	0,267	0,265	2,9	0,152	0,150	0,149	0,148	0,147	0,146	0,145	0,144	0,143	0,142
2,2	0,263	0,261	0,258	0,256	0,254	0,251	0,249	0,246	0,244	0,242	3,0	0,141	0,141	0,140	0,139	0,138	0,137	0,136	0,135	0,134	0,133

Таблица 4

Лабораторный №	№ образца	Место отбора образца	Наименование породы	Направление к слою- столби	Данные изме- рения образца		Условия опыта				Данные опыта		Условные расчетные коэффициенты			Коэффициент проиц. мда		Примечание	
					длина (см)	ди- аметр (см)	темпе- ратура (°C)	атмос- ферное давление (мм Hg)	перепад давления в образце			время фильт- рации (сек.)	объем про- текш. газа (см³)	K _T	K _P	K _F	частные значения		вероятный для образца
									атм	мм Hg	см H ₂ O								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Таким образом, вычисления коэффициента газопроницаемости сводятся к последовательному умножению пяти цифр, что значительно упрощает технику расчетов и резко сокращает необходимое для этого время. Умножение необходимо производить с точностью до 0,001, отбрасывая всякий раз последующие знаки по общепринятым правилам. Для удобства пользования таблицами некоторые условия опыта необходимо брать соответственно коэффициентам (давление на выходе — атмосферным, давление на входе — табличным или кратным ему, то же самое и для времени истечения флюида).

ЛИТЕРАТУРА

Котяхов Ф. И., Ремнев Б. Ф., Буторин Н. П. Анализ кернов нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, 1948. Методы исследования кернов. Гостоптехиздат, 1948.

А. Г. САЛИХОВ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПЛОТНОСТЯХ И МАГНИТНОЙ
ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОРОД ЮГО-ВОСТОКА
ТАТАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Одним из основных условий правильности истолкования гравитационно-магнитных аномалий является знание характера распределения плотности и магнитных свойств пород в горизонтальном и вертикальном направлениях. Имея данные о плотностях пород отдельных стратиграфических толщ, можно вычислить величину их влияния на аномальное поле. Последняя дает возможность значительно приблизиться к выяснению основного фактора, обуславливающего аномальное поле.

Занимаясь вопросами геологической интерпретации гравиметрических и магнитометрических съемок, выполненных в 1950—1951 гг. в Татарии, мы произвели по 250 образцам определение плотности пород. Кроме того, в лабораториях НИИГР по 40 образцам была определена магнитная восприимчивость пород. Ввиду отсутствия в нашем распоряжении кернового материала, который характеризовал бы весь разрез по одной скважине, образцы пород для определения плотности отбирались из различных скважин и обнажений, иногда расположенных на значительном расстоянии друг от друга. Результаты этих определений приведены в табл. 1 и 2.

Данные таблиц показывают, что по величине плотности породы, принадлежащие одной стратиграфической единице, незначительно отличаются друг от друга, поэтому практически можно оперировать средней плотностью пород этой стратиграфической единицы для всей исследованной площади. Средняя плотность пород разреза определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{d_1\sigma_1 + d_2\sigma_2 + d_3\sigma_3 + \dots + d_n\sigma_n}{d_1 + d_2 + d_3}, \quad (7)$$

где d_1, d_2, d_3, d_n — мощности отдельных стратиграфических единиц, $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_n$ — плотности отдельных стратиграфических единиц. Для иллюстрации изменений плотности пород по вертикали на рис. 1 приведен типичный разрез по исследованной площади. На этом разрезе кривая плотности проведена по средним значениям нескольких определений из различных скважин. Из данных разреза видно, что в пределах осадочной толщи выделяются три границы раздела плотности (сверху вниз):

1) по кровле сакмарско-артинских отложений с избыточной плотностью нижележащих пород +0,30. Верхнепермская толща, выше сакмарско-артинских отложений (мощностью 200 м) имеет среднюю плотность 2,28, а нижележащая мощная толща (1435 м) нижнепермских, каменноугольных и девонских (до кровли кыновской свиты) отложений имеет среднюю плотность 2,58;

Таблица 1

Сводные данные определения плотности пород по кернам скважин

№ п/п	Пункты наблюдения	Возраст	Песчанник алевролит	Количество определений	Граница аргил- лит	Количество определений	Мергель	Количество определений	Известняк	Количество определений	Доломит	Количество определений	Глине	Количество определений	Глине	Количество определений	Средняя плот- ность по раз- резу
1	1	P_{2at}	—	2	2,25	1	2,37	2	2,30	1	2,50	6					2,28*
2	2	"	2,19	1					2,29	1	2,49	3					2,57
3	3	"	2,43	3	2,31	2			2,50	8	2,52	9					2,63
4	4	"	2,30	5	2,26	2			2,55	3	2,50	10					
5	5	"	2,31	3	2,20	5			2,43	5	2,50	1					
6	6	"	2,25	3							2,50	2					
7	6	P_{2uf}	2,21						2,48	12	2,50	3	2,24				
8	3	P_{1art}							2,41	2	2,50	1	2,38				
9	1	"							2,60	1	2,50	2					
10	4	"							2,40	5	2,52	5					
11	5	C_3									2,63	3					
12	8	"				5			2,53	26	2,63	7					
13	9	"				7			2,56	8	2,60	5					
14	10	"				2			2,56	17	2,61	2					
15	10	C_2							2,58	3	2,66	3					
16	10	C_1							2,58	3							
17	3	D_3^{1-5}	2,31	1	2,48	6			2,58	10							
18	9	D_3^1	2,31	2	2,48	5			2,58								
19	9	Докембр.							2,58								
20	9	"							2,58								
21	9	"							2,58								
22	11	"							2,58								

Примечание. * I граница раздела плотностей;
** II граница раздела плотностей;
*** III граница раздела плотностей.

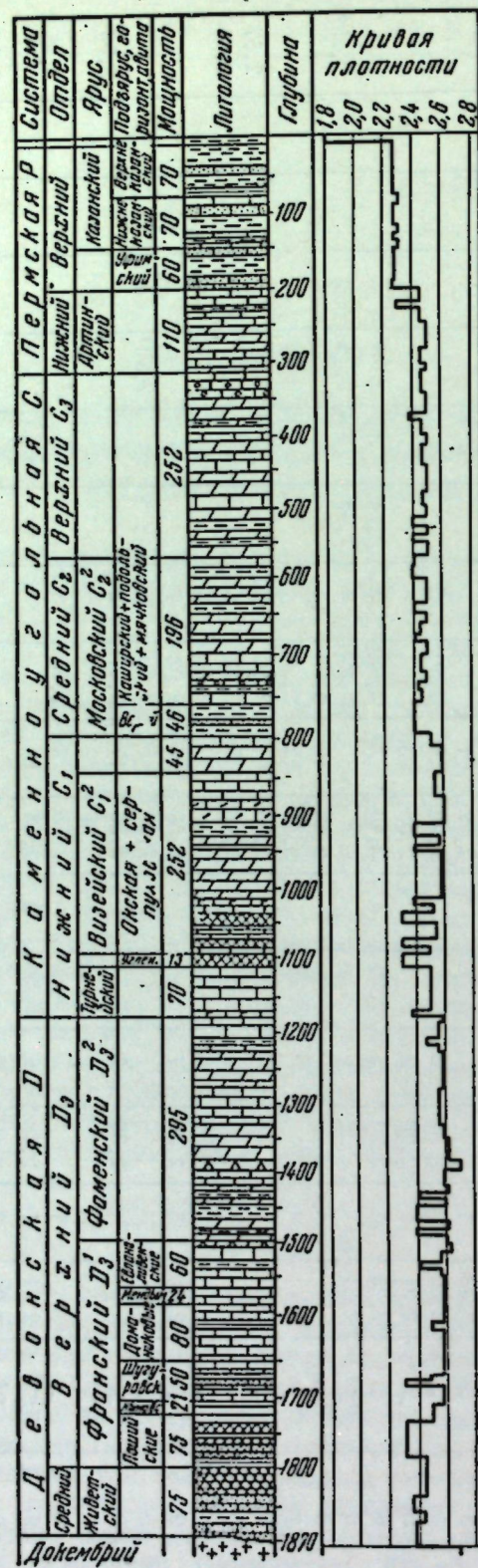


Рис. 1. Разрез палеозойских отложений Татарской АССР.

1 — песчаник; 2 — алевролит; 3 — глина; 4 — аргиллит и глинистый сланец; 5 — мергель; 6 — известняк; 7 — известняк доломитизированный; 8 — доломит; 9 — желваки кремня; 10 — гипс; 11 — ангидрит; 12 — гнейс.

2) по кровле кыновской свиты со значением разности плотности — 0,18. Средняя плотность пород кыновской свиты, пашийских и живетских отложений равна 2,40 (при мощности этих отложений в 193 м); 3) по кровле кристаллического фундамента с избыточной плотностью пород +0,30; средняя плотность пород метаморфической толщи равна 2,70;

Дополнительные определения плотностей пород (табл. 2) в НИИГГР

Таблица 2

Плотность и магнитная восприимчивость пород района исследования (определения выполнены в лаборатории НИИГГР)

№ п/п	Колич. образцов пород				Объемный вес (г/см³)			Магнитная восприимчивость $1 \cdot 10^{-6} \text{ CGSM}$		
	Аргиллит	Алевролит	Гнейс	Габбро-диабаз	от	до	средний	от	до	средняя
	Д		Ргз							
1	1								15	
2			1			2,79			2100	
3	3							13	46	22
4	2							15	75	45
5			1			2,73			500	
6	1								40	
7	2							20	24	22
8			1						1250	
9	3							19	25	23
10			2		2,67	2,68	2,68	1230	2200	1715
11	2								70	70
12		1							20	
13			1						350	
14	1					2,66			22	
15			1						800	
16			1						1250	
17									28	28
18	2			1		2,99			4000	
19	1								22	
20	6							22	40	32
21	4							12	35	20

показали наличие четвертой границы раздела плотностей с избыточной плотностью +0,29, проходящей по подошве метаморфической толщи фундамента. Изверженные породы, установленные на востоке, обладают повышенной плотностью, в верхней части толщи равной 2,99. Наличие изверженных пород по соседству с исследованной площадью отмечается и по другим скважинам.

Магнитная восприимчивость изучалась многими исследователями. По этим данным породы осадочных образований рассматриваемой территории обладают магнитной восприимчивостью не более $10-300 \cdot 10^{-6} \text{ CGSM}$. По определениям В. Д. Цветкова, верхнепермские образования обладают магнитной восприимчивостью не более $57 \cdot 10^{-6} \text{ CGSM}$. По данным К. Г. Бронштейна и М. Л. Озерской, значение X для пермской системы изменяется в пределах $100 \cdot 10^{-6} - 300 \cdot 10^{-6} \text{ CGSM}$, а для доломитов каменноугольных отложений оно достигает до $300 \cdot 10^{-6} \text{ CGSM}$.

Девонские образования обладают магнитной восприимчивостью от $10 \cdot 10^{-6}$ CGSM до $1250 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Магнитная восприимчивость изверженных пород (габбро-диабазы) весьма значительна, она достигает до $4000 \cdot 10^{-6}$ CGSM.

Результаты определения плотности и магнитной восприимчивости пород позволяют прийти к следующим выводам:

1. Плотность отдельных литологических типов пород осадочной толщи палеозоя в рассматриваемом регионе увеличивается с глубиной. Так, например, средняя плотность известняков пермских образований равна 2,47, верхнего карбона 2,55, среднего карбона 2,56, нижнего карбона 2,56, верхнего девона 2,58. Средняя плотность аргиллитов верхнепермских отложений 2,25, верхнего карбона 2,38, среднего карбона 2,39, верхнего девона 2,48 (табл. 1). Изложенное наглядно иллюстрируется рис. 1.

2. Наибольшее значение разности между плотностями на границах раздела достигает 0,30. Эта величина, ввиду пологого залегания пластов осадочной толщи в районе исследования, не может обусловить заметное аномальное гравитационное поле.

3. Магнитная восприимчивость пород неметаморфизованной осадочной толщи незначительна. Максимальная величина $K = 300 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Поэтому в условиях пологого залегания пластов не может создаваться заметное аномальное поле.

4. Наличие среди метаморфической толщи изверженных пород, характеризующихся повышенной плотностью и магнитной восприимчивостью, дает основание полагать, что значительная часть наблюдаемых гравитационных и магнитных аномалий обусловлена относительно высокозалегающими изверженными породами.

Изучение плотности и магнитной восприимчивости пород имеет большое значение для выяснения причин возникновения аномальных полей.

СОДЕРЖАНИЕ

Сементовский Ю. В. и Незимов В. Н. Минерально-сырьевые ресурсы для организации цементного производства в Татарской АССР	3
Хакимов Ф. М. и Камышев С. Ф. Исследование физико-механических свойств гидравлических вяжущих веществ, полученных на базе местного сырья Татарской АССР Геологическим институтом Казанского филиала Академии наук СССР	40
Нугманова З. З. и Юсупов Б. М. Сюкеевские битуминозные доломиты, как сырье для производства асфальтовой мастики	44
Сементовский Ю. В. и Дистанов У. Г. К характеристике местного строительного камня	51
Герасимова Е. Т. О некоторых литологических особенностях сакмарских отложений Татарии	62
Миропольская Г. Л. Краткая литологическая характеристика уфимских отложений на территории Татарии	69
Незимов В. Н. О стратиграфическом объеме нижнеказанского подъяруса в восточной Татарии	80
Ильясова А. С. Об органическом веществе в породах лингуловой толщи нижнеказанских отложений Татарии	85
Логина В. Н. Глины готеривских отложений в Татарской АССР и прилегающих районах Ульяновской области	90
Кирсанов Н. В. О балаханском ярусе в составе плиоцена Татарии	109
Дистанов У. Г. О некоторых особенностях миоценовых отложений центральной Башкирии	122
Васильев Б. В. К истории развития поверхностного карстопоявления на территории Татарской республики	127
Кринари А. И. К методам определения газопроницаемости горных пород	131
Салихов А. Г. Некоторые данные о плотностях и магнитной восприимчивости пород юго-востока Татарской республики	138

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии наук СССР

Редактор издательства Г. А. Шаповалова
Технический редактор Т. А. Землякова

РИСО АН СССР 5438. Сдано в набор 6/VIII 1955 г.
Подп. в печать 26/X 1955 г. Формат бум. 70×108¹/₁₆.
Печ. л. 9 = 12,33 + 1 вкл. Уч.-изд. лист. 12
Тираж 1000. Т 08638. Изд. № 1071. Тип. зак. 271.

Цена 8 р. 40 к.

3-я типография Издательства АН СССР.
Москва, Г-34. Савельевский пер., 13
Издательство Академии наук СССР.
Москва, Подсосенский пер., 21

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
4	4 св.	ядерных	ядерных
5	2 св.	(p_{kazi})	(p_{kazi})
	8 св.	(p_{kazi})	(p_{kazi})
6	3 св.	Dolowk	Golowk
	13 св.	комплекса,	комплекса
8	12 св.	(в ТАССР)	(в ЧАССР)
9	17 св.	(p_{kazi})	(p_{kazi})
13	17—16 св.	линии: Арск — Красновка —	линии с. с. Красновка —
	13 св.	с. Белянкино — с. Красно- видово — с. Рыбная Слобода	с. Белянкино — с. Рыбная Слобода
16	1—2 св.	мезозойских третичных	мезозойских, третичных
17	3 св.	содержание, преимущест- венно	содержание терригенного, преимущественно
18	1—2 св.	по правому склону долины	по долине
19	8 св.	от 4,3%	до 4,3%
20	10 св. после табл. 4	Штаряк	Иштеряк
23	Табл. 7, графа MgO, 1 св.	2,	2,40
27	13 св.	Проба № 6 — мергель гли- нистый (плитняки)	Проба № 4 — мергель але- рито-глинистый
	10 св.	p_{kazi, G_1}	$p_{kazi, G}$
31	1 св.	индекс «3—6»	(индекс «3—6»)
37	8 св.	новому склону	левому склону
40	3 св.	С. Ф. Камышев	Е. Ф. Камышев
44	13 св.	И. М. Мазарович	А. Н. Мазарович
50	14 св.	Мазарович А. И.	Мазарович А. Н.
	8 св.	Романовский Г. А.	Романовский Г. Д.
59	Подпись под рис. 1	для известняков (а) и (б)	для известняков (а) и доло- митов (б)
60	Табл. 2, 4-я гр.	Водопоглощение (не менее, %)	Водопоглощение (не более, %)
75	13 св.	никотита	никотита
81	Подпись под рис. 1	Тихие горы	Тихие Горы
83	19 св.	второй	третий
88	10 св.	obtusoseosus	obtusoseosus
110	19 св. }	1953	1954
121	5 св. }		
123	14 св.	циркон	циркон,

Имеются в продаже книги

- Архангельский А. Д., акад. Избранные труды. Том II. 1954. 672 стр. с таблицами, картами, 15 вкл. Ц. 42 р. 90 к. в переплете.
Разделы тома: Геологическая структура территории СССР; Литология и генезис полезных ископаемых.
В начале тома помещены перечни трудов акад. А. Д. Архангельского и литература о его жизни и трудах.
- Губкин И. М. Избранные сочинения. Том I. 1950. 611 стр. с илл. Ц. 35 р. 20 к. в переплете.
Автобиографические работы и научные труды по Таманскому полуострову, Майкопскому нефтеносному району и Апшеронскому полуострову и др.
- Губкин И. М. Избранные сочинения. Том II. 1953. 518 стр. с илл., 1 вкл. Ц. 30 р. 20 к. в переплете.
Статьи и стенограммы выступлений акад. И. М. Губкина на съездах и конференциях по горному, нефтяному и геолого-разведочному делу.
- Карпинский А. П. Очерки геологического прошлого Европейской России. (Научно-популярная серия. 1917. 206 стр. с илл., вкл. (карты). Ц. 10 р. 80 к. в переплете.
Содержание. I. Очерки физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды. II. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России. III. Замечания о характере дислокаций пород в южной половине Европейской России. IV. К тектонике Европейской России. Библиография. Работе предпослан биографический очерк об А. П. Карпинском, написанный Ф. Бублейниковым.
- Ковда В. А. и Славин П. С. при участии М. М. Кононовой и др. Почвенно-геохимические показатели нефтеносности недр. 1951. 69 стр. с илл. Ц. 2 р. 80 к.
Основные итоги первого этапа исследований в области почвенно-геохимического метода поисков нефти. Даются краткие указания об использовании этого метода в нефтепоисковой практике.
- «Памяти академика И. М. Губкина». 1951. 308 стр. с илл. Ц. 19 р. 20 к. в переплете.
Статьи, показывающие роль И. М. Губкина в создании науки о нефти, освещающие важнейшие разделы учения И. М. Губкина и развивающие отдельные вопросы этого учения (происхождение нефти, формирование нефтяных и газовых залежей и др.).
- Книги продаются в магазинах «Академкниги», а также высылаются по почте наложенным платежом.
- Заказы направлять по адресу: Москва, ул. Куйбышева, д. 8, Контора «Академкнига».

(продолжение)

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
124	Табл. 1, 1-я гр., 14 сл.	Устойчивые минералы	циркон
129	6 сл.	доакчагыльскому	доголоценовому
131	7 сл. 17 сл.	Костяков нефтепромыслов лабора- тории	Котяхов нефтепромыслов лабора- торий
132	6 сл. 10 сл.	$V_o \cdot P_o$ T_n T_o	$V_o \cdot P_o$ T_o T_n
133	14 сл.	K	K_T
141	3 сл.	X	x
142	10 сл.	K	x