

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КАЗАНСКИЙ ФИЛИАЛ

ИЗВЕСТИЯ  
КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

СЕРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

9



КАЗАНЬ 1960

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КАЗАНСКИЙ ФИЛИАЛ

ПОСВЯЩАЕТСЯ СОРОКАЛЕТИЮ  
ТАТАРСКОЙ АВТОНОМНОЙ  
СОВЕТСКОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ

ИЗВЕСТИЯ  
КАЗАНСКОГО ФИЛИАЛА  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

СЕРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

№ 9

КАЗАНЬ 1960

Ответственный редактор  
профессор Л. М. Миропольский

П38802

Центральная научная  
БИБЛИОТЕКА  
Академии наук Киргизской ССР

Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
КФАН ССР от 23 марта 1960 г.

Б. М. Юсупов

## НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕНОСНОСТИ И ПРОИСХОЖДЕНИЯ НЕФТИ ТАТАРИИ

### 1. Важнейшие результаты геологических исследований

В области экономики сорокалетие Советского Татарстана особенно знаменительно бурным развитием нефтяной промышленности, которая по добыче и запасам нефти занимает ведущее положение в СССР. Значительно повысится роль Татарии как республики нефти в текущей семилетке. Если по Советскому Союзу добыча нефти за семилетие увеличится примерно в 2,1 раза, то по Татарии — в 2,34 раза. Эти достижения стали возможными только в условиях социалистического общества.

\* \* \*

До Великой Октябрьской социалистической революции недра Татарии в отношении нефтеносности считались бесперспективными, хотя на ряде площадей (Сюкеевской, Васильевской, Фиксов-Колокской, Нижне-Кармальской, Сарабикуловской, Шугуровской и др.) были известны нефтепроявления. Прогрессивному мнению отдельных ученых о наличии связи поверхностных нефтепроявлений с глубинными источниками нефти была противопоставлена «теория» истощения нефтяных залежей, что привело к полному застою нефтепоисковых работ. Лишь после Октябрьской революции исследования в этом направлении получили широкое развитие. Особенно крупные работы по изучению геологии нефтяных месторождений Татарии начались в годы индустриализации страны. Были введены новые (инструментальные) методы геологической съемки, структурно-картировочное бурение. В эти же годы в республике начали применяться и некоторые геофизические работы (К. Р. Чепиков, И. М. Губкин).

В процессе структурно-картировочных геологосъемочных работ накопился большой фактический материал, обобщением которого в основном занимались геологи Казанского госуниверситета (Е. И. Тихвинская, В. А. Чердынцев, А. В. Миртова, Б. В. Селивановский, М. Г. Солодухо, С. Г. Каштанов, А. П. Блудоров), треста «Татнефтегазразведка» (А. М. Мельников, С. П. Егоров, М. С. Кавеев, В. И. Троепольский, М. И. Пейсик, Г. Я. Якупов), ВНИГРИ (С. И. Миронов, Н. Н. Форш, В. Д. Наливкин и др.), Академии наук СССР (С. Ф. Федоров, К. Р. Чепиков, П. П. Авдулин, В. А. Долицкий и др.). Большое значение этих обобщений состояло в том, что они позволили в основном правильно наметить направление нефтеразведочных работ. Правда, начало нефтеразведочных работ в Татарии несколько затянулось, до 1939 года здесь даже не было

нефтеразведочного треста, не говоря уже об отсутствии соответствующих специалистов глубокого бурения и бурового оборудования. Тем не менее вновь созданный в июне 1939 г. Татгеолтрест благодаря помощи старых нефтяных предприятий, особенно Баку и Грозного, а также помощи ученых за сравнительно короткий срок обеспечил открытие Шугуровского (1943 г.), Аксубаевского (1944 г.), Ромашкинского (1948 г.) месторождений. С помощью нефтяников Башкирии в 1946 г. было открыто Бавлинское нефтяное месторождение. Из них особо важная роль принадлежит Ромашкинскому месторождению.

В изучении и обобщении материалов глубокого разведочного бурения, кроме указанных выше учреждений, принял участие и Казанский филиал АН СССР (И. А. Антропов, Г. П. Батанова, Е. Т. Герасимова, В. Н. Логинова, А. И. Кринари, Л. М. Миропольский, Г. Л. Миропольская, Е. А. Робинзон, А. Г. Салихов, Л. Ф. Солонцов, Б. М. Юсупов и некоторые другие). Полученные результаты позволили обосновать перспективы нефтеносности ряда новых площадей на западном склоне Сокско-Шешминского поднятия, на восточном борту Мелекесской впадины, на Елабужско-Голюшурминском поднятии. Разведочные работы в этих районах также дали весьма положительные результаты. Были открыты Ново-Елховское, Акташское, Поповское, Черемшанская, Ново-Ибрайкинское, Бондюжское, Первомайское, Азево-Салаушское, Усть-Иксское, Елабужское и некоторые другие месторождения. Таким образом, Татария стала крупнейшей нефтяной базой Советского Союза.

Создание в короткий срок такого гиганта, каким является нефтяная промышленность Татарии, стало возможным благодаря постоянной заботе партии и правительства, благодаря неуклонному проведению ленинской политики на преимущественное развитие тяжелой промышленности. Советское правительство обеспечило нефтяников Татарии передовой отечественной техникой, материалами и всеми средствами, необходимыми для высокопроизводительной работы. Под руководством партийных организаций сформировался мощный коллектив нефтяников, преобладающее большинство которого из местного населения. Рождение крупнейшей нефтяной базы — это достижение не только татарских нефтяников, но и всего советского народа. Татарскую нефтяную промышленность строила вся страна, и ее развитие является одним из замечательных примеров социалистического содружества народов СССР.

Велики достижения нефтяников Татарии; соответственно и задачи, стоящие перед ними, большие. В течение семилетки предстоит ввести в эксплуатацию все площади Ромашкинского месторождения, освоить Ново-Елховскую, Бондюжскую и некоторые другие нефтеносные площади.

Особо важное значение имеет вопрос о повышении эффективности нефтегеологических работ. На основе изучения накопленного опыта, а также геологического материала вновь открытых нефтеносных районов, необходимо более четко районировать территорию республики по степени ее нефтеносности и наметить необходимый комплекс геофизических исследований и глубокого структурно-поискового бурения на перспективных площадях. Научным работникам предстоит поднять творческое содружество с нефтяниками на новый, более высокий уровень, организовать комплексное исследование по выявлению новых нефтяных месторождений в обширных районах Камско-Бельской и Мелекесско-Радаевской впадин. При этом необходимо учесть, что легко доступные, явно нефтеносные структуры уже разведаны, нефтепоисковые и разведочные работы перенесены в более сложные, закрытые районы и успех разведочных работ во многом зависит от того, насколько перспективы нефтеносности выделенных под разведку площадей теоретически обоснованы и отвечают современным научным представлениям о происхождении нефти и формировании ее месторождений.

Следует отметить, что специальных исследований по генезису нефти в Татарии не проводилось. Тем не менее для выяснения возможных источников нефти анализ фациально-литологических, geoхимических, гидрогоеологических и структурно-тектонических условий разведанных нефтеносных и ненефтеносных площадей дает весьма ценный материал. В дальнейшем изложении настоящего очерка автор в какой-то мере суммировал этот материал и высказал некоторые взгляды на происхождение нефти, а также наметил ряд перспективных нефтеносных районов.

## 2. Две противоположные гипотезы о происхождении нефти

О происхождении нефти существуют весьма противоречивые мнения и суждения. Это вполне понятно, так как нефть в силу своей подвижности не могла остаться на месте рождения, а мигрировала и скапливалась в совершенно различных геологических образованиях: в осадочных и метаморфических, морских и континентальных, терригенных и хемогенных, молодых и более древних.

Вторая причина, которая делает вопрос о происхождении нефти весьма дискуссионным, состоит в том, что нигде в нефтяных месторождениях, а также и в самой нефти, не найдено такого вещества («протонефти» или какого-либо характерного для нефтематеринских пород элемента), которое бы могло служить критерием для однозначного решения вопроса. Все еще не разработана диагностика нефтепроизводящих пород.

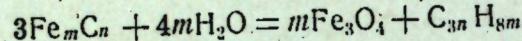
И наконец третьим источником противоречивых суждений о происхождении нефти является наше незнание «технологии изготовления» природных нефтей. Химики еще не синтезировали такой нефти, которая была бы сходной с природной нефтью. Экспериментальные исследования в этом направлении пока что дали лишь нефтеподобные вещества, резко отличающиеся по физико-химическим особенностям от природных нефтей. Причем эти вещества были получены как из органического, так и неорганического материала. В соответствии с этим химиками предложены две противоположные гипотезы — органического и неорганического происхождения нефти.

Органическую гипотезу в России выдвинул М. В. Ломоносов. В своей книге «О слоях земных», изданной в 1759 году, он указал, что торф и нефть образовались в озерных и болотных илах и имеют родство. «По сим всем явствует,— писал он,— коль горные уголья с турфом сродны, и; что, конечно, они из турфа родились; и промышляют их для такой же потребы... Между тем выгоняется подземным жаром из ... каменных углей ... бурая и черная масленая материя и вступает в разные расселины и полости.... И сие есть рождение жидких разного сорта горючих, ... каковы суть каменное масло, иудейская смола, нефть и сим подобное, которые хотя чистотою разнятся, однако из одного начала происходят». Как видно, М. В. Ломоносов отнес нефть к образованиям осадочного покрова земной коры.

Неорганическая гипотеза у нас сложилась во второй половине XIX столетия на основе изучения нефтяных месторождений Кавказа, а также спектроскопических исследований космических тел. В соответствии с этими двумя направлениями исследований возникли гипотезы магматического и космического происхождения нефти. Первую из них сформулировал Д. И. Менделеев в 1877 г., а вторую — Н. А. Соколов в 1892 г.

Согласно гипотезе Менделеева, нефть образовалась в магматических очагах земной коры в результате взаимодействия подземных вод с карбидом железа и, поднявшись через трещины в процессе формирования горных сооружений, аккумулировалась (конденсировалась) в холодных слоях осадочного покрова. Наличие карбидной зоны в земной коре неизвестно и теоретически не доказано. Однако Д. И. Менделеев считал, что железо и углерод, как наиболее тугоплавкие и сжимаемые среди преобладающих в земной коре элементов с малыми атомными весами, легко

могли встретиться и образовать углеродистое железо. Последнее же, встретившись с водой, могло дать углеводороды по реакции:



Космическая гипотеза Н. А. Соколова основана на фактах-установлениях углеводородов, главным образом метана, в атмосферах некоторых планет и в газовых оболочках звезд, в том числе и солнца.

По Соколову «нефть является присущей многим телам вселенной и ее образование обязано не случайному, а мировым процессам», залежи же нефти в коллекторах образовались в результате эманации поглощенных в магматическом субстрате земной коры космических углеводородов. Таким образом по этой гипотезе нефть существует изначально.

### 3. Господствующая гипотеза и дискуссия о происхождении нефти

Неорганическая гипотеза после открытия нефтяных месторождений в платформенных областях, после получения из балхашита парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов (Н. Д. Зелинский), а также после установления оптической активности нефти и наличия в ее составе порфирина (Трайбса) совершило утратила свою популярность, а органическая гипотеза заняла господствующее положение.

В развитии органической гипотезы в нашей стране исключительно большую роль сыграли Н. И. Андрусов, Г. П. Михайловский, А. Д. Архангельский и некоторые другие исследователи, разработавшие теорию нефтепроизводящих свит. Они значительно расширили разрешающие возможности органической гипотезы. Если в ломоносовском варианте она допускала образование нефти лишь из углей путем естественной перегонки, в условиях высокой температуры, то уже вариант нефтепроизводящих свит рассматривает почти всю погребенную органику, главным образом рассеянную, как возможный источник нефтяных углеводородов.

Особо следует в этом отношении отметить роль И. М. Губкина, возглавившего поход на нефть Урало-Волжской области, опираясь на эту гипотезу. Доказывая перспективы нефтеносности Урало-Поволжья, в 1939 г. он писал: «нефть могла образоваться в осадочных породах всех геологических эпох в тех случаях, когда налицо имелись благоприятные условия... И в море, и в прибрежных частях кишмя кишит органическая жизнь. Здесь есть свой plankton, за счет отмирания которого образуются биогенные илы... Так из года в год, из века в век шло образование осадков и накопление в них органического материала, шло в большом региональном масштабе. Их образование происходило во все времена с тех пор, как возникли нормальные осадочные породы. Органические илы и происшедшие из них органические породы — вот материнский материал, из которого возникла нефть... Не в пресноводных бассейнах, не в болотах, а в областях мелководных морей..., на местах теперешних геосинклиналей или в краевых зонах этих геосинклиналей, примыкающих к геантскими поднятиям, — здесь родина нефти». Эти теоретические положения И. М. Губкина легли в основу прогноза перспектив нефтеносности Урало-Волжской области и впоследствии получили блестящее практическое подтверждение. Несмотря на это, некоторые сторонники органической гипотезы сочли нужным заменить его тезис о возможности образования нефти в осадочных породах всех геологических времен тезисом о существовании в истории развития земной коры особых фаз нефтеобразования. Так, например, в соответствии с наиболее распространенными четырьмя нефтеносными горизонтами в Урало-Поволжье среди многих исследователей сложилось мнение о существовании здесь четырех нефтепроизводящих свит: франской, яснополянской, верейской, верхнепермской. Согласно этому мнению, каждый из указанных горизонтов рассматривается как

самостоятельная нефтепроизводящая свита или фация, а отделяющие эти нефтеносные горизонты толщи пород считаются ненефтепроизводящими. Практика показала ошибочность этих суждений.

В Урало-Поволжье отмечено не четыре нефтеносных горизонта, а гораздо больше, промышленные скопления нефти были выявлены не только в терригенных отложениях девона и карбона, но и в карбонатных отложениях. Кроме того, доказано, что подошва нефтеносности осадочного покрова не ограничивается лишь терригенным девоном, как это «установили» сторонники четырех фаз нефтеобразования, а погружается глубже в недра древних толщ.

Односторонний подход к решению проблемы генезиса нефти вполне законно вызвал протест и критику со стороны последователей И. М. Губкина, так как «теория» четырех фаз бросила тень на органическую гипотезу и вызвала сильную реакцию в арсенале неорганической гипотезы. Появились новые сторонники неорганического происхождения нефти — Н. А. Кудрявцев, П. Н. Кропоткин, В. Б. Порфириев и некоторые другие.

Опираясь на указанные выше противоречия, а также учитывая общизвестные факты наличия нефти в кристаллическом фундаменте, наличие углеводородов в составе вулканических газов и в атмосфере Солнца, И. А. Кудрявцев в 1951 году в журнале «Нефтяное хозяйство» выступил с резкой критикой органической гипотезы. Он писал, что «Безраздельное господство... ошибочной гипотезы органического происхождения нефти привело к отсутствию прогресса в теоретической мысли в нефтяной геологии. Органическая гипотеза это пример необычайно массового научного заблуждения, и чем скорее наука от нее откажется, тем больше выиграет практика... Вывести из теоретического тупика, в который завела нефтяную геологию органическая гипотеза, могут лишь исследования, оплодотворенные идеей о магматическом происхождении нефти». Следует заметить, что дискуссию Кудрявцев начал не на основе выявления новых оригинальных фактов, а на принципе защиты существующей гипотезы неорганического происхождения нефти. Несмотря на это, все же ему удалось найти среди исследователей некоторую поддержку. В частности, перешел на его сторону В. Б. Порфириев — один из авторов гомогенной разновидности органической гипотезы. Критикуя свои прежние представления, а также и органическую гипотезу в целом с позиций Н. А. Соколова, на московской дискуссии в 1958 г. Порфириев утверждал, что нефть — образование космическое, на Венере бушует океан нефти (по данным Хойля), в нашу планету она попала вместе с космической пылью. Излияние нефти из недр земли, по его мнению, связано с всеобщим тектоническим нарушением земной коры и формирование всех существующих нефтяных месторождений на земном шаре относится ко времени позднетретичного драматизма планеты. Как Н. А. Кудрявцев, так и В. Б. Порфириев и их сторонники, защищая неорганическую гипотезу, совершенно не считаются с теми положениями, что: а) нефть представляет собой сложное органическое соединение и содержит в своем составе все те элементы, из которых состоят органические тела (углерод, водород, азот, сера и др.), б) изотопный состав углерода нефти тот же, что и у органического мира, и отличается от изотопного состава углерода карбонатов, в) из 10 тысяч известных в настоящее время нефтяных месторождений мира 99,9% приурочены к осадочным образованиям, с которыми неразрывно связаны жизнь и погребение остатков всего органического мира земли, г) азот имеет явно органический характер соединения в составе углеводородов нефти, д) основные нефтяные месторождения повсюду обнаруживают закономерную связь с районами развития больших мощностей осадочного покрова и в соответствии с этим распределены на платформах неравномерно (в большом удалении от краевых прогибов платформ залежи нефти отсутствуют, если даже имеются коллекторы, покрышка, ловушки и дизъюнктивные нарушения в фундаменте), е) нефть оптически активна и содержит пор-

фирии, что присуще главным образом веществам, происходящим из растительных и животных организмов.

Не считаясь с этими фактами, сторонники неорганической гипотезы весьма энергично используют противоречия в вопросах диагностики нефтематеринских пород и на их основе по существу хотят доказать несостоительность органической гипотезы. Остановимся вкратце на этих противоречиях и посмотрим, могут ли они служить основанием для отрицания органической гипотезы.

Многие сторонники теории нефтепроизводящих свит все терригенные отложения, содержащие залежи нефти, рассматривают как толщу образования и аккумуляции нефти. Нам кажется, что практика не всегда согласуется с этим. Часто аналогичные терригенные отложения на одном участке нефтеносны, а на другом лишены нефти. Например, терригенный девон на востоке Татарии нефтеносен, а на западе — нет. Между тем официальный состав его как на востоке, так и на западе почти идентичен. Ненефтеносность западных районов Татарии (и Русской платформы) сторонники фаз нефтеобразования пытаются объяснить либо молодостью структур, либо их гидрогеологическими и гидрохимическими особенностями. На примере анализа историй формирования структур нефтеносного востока и ненефтеносного запада, а также и гидрогеологических их особенностей нетрудно доказать несостоительность этих суждений. В самом деле, структура Шугуровского нефтяного месторождения не старше структур, расположенных на юге Вятского вала, например, Казакларской, разведка которых показала отсутствие нефти. И в гидрохимическом отношении нефтеносные структуры не имеют особого отличия в сравнении со структурами, лишенными нефти (табл. 1). Во всяком случае, терригенный

Таблица 1

Основные компоненты солевого состава вод	Ненефтеносный район		Нефтеносный район		
	Марианская площадь скважина 1	Кабык-Купер скважина 1	Глазовская скважина 1	Бавлинское месторождение	Ромашкинское месторождение
Щигровский горизонт девона, пробы из разных глубин	Пашийский горизонт	Пашийский горизонт	Пашийский горизонт	Пашийский горизонт	Пашийский горизонт
Са, мг-экв на л воды	992—1043	932,83	729,6	1080—1201	995—1393
Mg, ·	398—426	5235,75	260	370—667	248—577
K+Na, ·	2081—3280	544	2834	1674—2518	2635—3253
HCO <sub>3</sub> , ·	0,4—0,8	0,82	0,9	0,10	0—0,5
SO <sub>4</sub> , ·	около 11	0,23	11,6	0,17—7,96	0,14—4,66
Cl, ·	4200—4687	4428,3	3812	3436—4713	4325—4848
NH <sub>4</sub> , ·	не обнаружено	85,00	—	нет	—
J, мг/л	0—16,76	6,39	10,4	6—8	—
Br, ·	429—674	362,39	639,3	117—1542	—

девон ненефтеносных площадей не содержит агрессивных в отношении нефти вод.

Отсутствие нефти в западных районах платформы некоторые исследователи объясняют разрушающим воздействием на залежи подземных вод при их движении с приподнятых участков платформы в ее прогибы (Предуральский и Прикаспийский). Если согласиться с этим взглядом, то трудно, а пожалуй и невозможно, объяснить процесс аккумуляции нефти в положительных структурах, особенно в зоне Шугуровско-Альметьевской возвышенности, занимающей относительно более высокое положение (в структурном отношении) в системе Урало-Волжской нефтеносной об-

ласти. Этот взгляд не согласуется с фактами концентрации нефти в положительных структурах за счет миграции с соседних нефтеносных площадей. Если бы Предуральский и Прикаспийский прогибы служили в качестве дренажных резервуаров подземных вод с возвышенных участков платформы, то едва ли удалось бы выявить нефтяные залежи в структурах, расположенных в их бортовых зонах (Сталинградское, Саратовское, Мухановское, Бугурусланское, Бавлинское, Туймазинское и др. месторождения); подземный поток уничтожил бы все эти месторождения. К счастью, этого не происходит, очевидно, и не происходит, а наоборот, подземные воды, по-видимому, устремлены со стороны прогибов в сторону их бортов в силу перепада пластового давления и, медленно двигаясь из восстанию пластов, несли и несут нефтяные углеводороды, а также откладывали и откладывали их в ловушках в силу гравитации. Конечно, путь движения флюидов является исключительно сложным и учесть все элементы этого процесса в настоящее время невозможно. Вопросы подземной гидравлики области еще не разработаны. Но факты, говорящие о том, что пластовое давление увеличивается с глубиной и величина его равняется примерно гидростатическому давлению, что все нефтяные залежи девона характеризуются упруго-водонапорным режимом, при котором по мере эксплуатации месторождения контурные воды постепенно втягиваются к куполу структуры, нам дают основание прийти к выводу о направленности подземного потока в сторону поднятия пластов, а не в сторону их погружения. Новые данные об условиях формирования и существования крупнейших нефтяных месторождений с упруго-водонапорным режимом на бортах названных прогибов ставят под сомнение справедливость существующих представлений об области питания девонского подземного бассейна. Вряд ли является правильным положение, согласно которому область питания девонского подземного резервуара представляют лишь районы выхода этих отложений на поверхность, главным образом западный склон Урала, а все остальные площади подземного бассейна представляют лишь водосборную область. Автор склонен думать, что деление девонского подземного бассейна на области питания и водосбора является условным и грани между ними установить невозможно. Весь подземный бассейн, по-видимому, представляет собой область питания.

Девонский подземный бассейн существовал бы, если даже эти отложения нигде не обнажались и движение вод происходило бы согласно перепаду давлений от более погруженных участков в менее погруженные, подобно тому, как при выжимании под давлением вышележащих пород из пласта флюидов последние выталкиваются в сторону меньшего давления, то есть в сторону уменьшения мощности вышележащей толщи пород. Нечто подобное происходит и в некоторых поверхностных водоемах. Так, воды Атлантического океана в верхней части текут через Гибралтар в Средиземное море, так как уровень последнего на 0,3 м ниже уровня первого. По дну же Средиземного моря ввиду повышенной солености и наличия градиента перепада давлений происходит обратное течение воды через Гибралтар в Атлантический океан. Аналогично этому снизу соленые воды Эгейского моря (Средиземного) через Босфор проникают в Черное море и менее соленые воды последнего согласно уклону (0,3 м) текут в Средиземное море.

Подземное течение приводит к разрушению месторождений лишь в областях усиленной разгрузки вод, которая приурочена к зонам крупных разломов и тектонических трещин (Жигулевская, Улеминская и др. дислокации). В Татарии большие разгрузки подземных вод и в связи с этим разрушение нефтяных залежей происходили в некоторых районах низового Прикамья (Чистополь) и Поволжья (Сюкеево). Очевидно, Кама и Волга заложены в зоне крупных тектонических трещин.

Исходя из этих данных, малоперспективность в отношении выявления нефтяных месторождений западных районов Татарии мы объясняем

не возрастом формирования структур и причинами не гидрологического, а тектонического порядка.

В распространении нефтеносных пластов Татарии трудно установить какие-то особые фазы или периоды нефтеобразования и не обнаруживается строгая генетическая связь между стратиграфическими горизонтами и их нефтеносностью (нефтеобразованием). В восточных районах Русской платформы нет ни одной пачки пород палеозоя, которая бы не была в той или иной степени нефтеносной, а на западе, наоборот, ни на одном участке не обнаружена нефтяная залежь. Татария занимает промежуточное положение между нефтеносной восточной и ненефтеносной западной зонами платформы. В чем же дело? Почему все стратиграфические горизонты осадочного покрова на востоке Татарии в той или иной степени нефтеносны и первые же разведочные скважины выявили промышленные залежи нефти, а на западе они не обнаруживаются признаков нефти, несмотря на сотни пробуренных разведочных скважин? На этот вопрос удовлетворительный ответ мы можем найти лишь в указанном выше положении И. М. Губкина об образовании нефти в краевых зонах геосинклиналей, примыкающих к геоантклинальным поднятиям. Многие сторонники теории нефтепроизводящих свит изучают последние в отрыве от вопросов миграции нефти и формирования нефтяных месторождений. По нашему мнению, в понятие термина нефтепроизводящей свиты следует вкладывать, кроме вопросов фаций, и вопросы миграции, а также аккумуляции нефти. Для выяснения нефтепроизводящих образований изучение лишь фаций, без изучения миграции и аккумуляции нефти, недостаточно. Правда, в свете современных данных надо полагать, что все морские илистые отложения, содержащие органические остатки, будь то карбонатные или терригенные, в потенции в той или иной степени являются нефтематеринскими. В них уже в процессе диагенеза начинают образовываться некоторые углеводороды возможно нефтяного ряда. Но эти углеводороды не представляют собой еще нефть, а следовательно, и осадки еще не являются нефтепроизводящей свитой, поскольку не выделяют «живой» нефти и не заполняют коллекторы. «Нефтепроизводящая» свита, не отдающая нефть, как нетрудно доказать, является «мертвой» и не соответствует своему названию. Очевидно, для того, чтобы свита производила «живую» нефть (имеющую способность мигрировать), нужны соответствующие тектонические условия.

#### 4. Нефтяные месторождения Татарии подтверждают справедливость органической гипотезы происхождения нефти

Происхождение нефти и формирование нефтяных залежей Татарии мы объясняем с позиций И. М. Губкина на основе цитированных выше его положений, допуская при этом широкую и довольно далеко миграцию. Нефтеносными в Татарии являются все те положительные структуры, которые расположены ближе к древним впадинам, тектонически связанным с краевыми прогибами Русской платформы. К ним относятся юго-восточный выступ, его склоны и юго-восточный склон северо-западного выступа Татарского поднятия (фиг. 1). Те поднятия, которые удалены от этих зон на значительное расстояние и отделены от нефтеносных структур прогибами или разломами, лишены нефти.

При анализе закономерности распространения нефтяных месторождений мы попытались подойти к объяснению их формирования и с точки зрения неорганической гипотезы. Однако для нее не нашли ничего положительного. Согласно неорганической гипотезе, нефтяные залежи должны находиться в тектонически активных, выраженных сейсмическими явлениями, зонах. Проведенными геофизическими и буровыми работами такие зоны были установлены и в западных районах Татарии.

(Казаклар. и др.), где значительным развитием среди осадочных отложений пользуются вулканогенные образования. Эти зоны испытывали дизьюнктивные нарушения и в неогене. Тем не менее они лишены мест-

и в недрах  
ы, где сей-  
е более не  
ты не дали  
подкрепле-  
следований  
ых осадках  
Мексикан-  
влено обра-  
енной орга-  
теводородов  
дороды со-  
ах как Қас-  
ов увеличи-

а 2

лив

ухой  
осадка

0022  
0065  
0088  
0096

в нефтяной  
я органиче-  
с возможностей  
щев. Она не

как это де-  
шился от пос-  
осадочного  
возможности  
ческого фун-  
мента могут  
тировавшей  
ческого фун-  
рганического  
т и на пути  
ет аккумули-

мирования и  
перспектив-  
органическая

го нефтяные  
менее равно-  
работы хотя  
крытию неф-  
тская, Янги-

ие возрастом формирования структур и причинами не гидрогеологического, а тектонического порядка.

В распространении нефтеносных пластов Татарии трудно установить,

какие-то особенности и их нефть. Русской платформы в той или одном участке межуточное по западной зоне ские горизонты степени нефтегенерации мышленные за нефти, несмотря на вопрос удовлетворение выше положений геосинклинальные сторонники отрыва от ворождений. По свидетельству следуют также аккумуляции изучен нефти, недостаточность, что все мелкие остатки, будь то иной степени яе генеза начинают нефтяного ряда, а следовательно, поскольку не в «Нефтепроизводительность», является очевидно, для текущей способности условий.

#### 4. Нефтяные зоны

Происхождение объясняем с его положений, зоны. Нефтеносные структуры, которые расположены в связанным с краем юго-восточный выступа Татарии от этих зон структур прогиб.

При анализе зон мы попытались зон неорганического. Следует отметить, что в зонах находятся явлениями ботами такие зо-

(Казаклар и др.), где значительным развитием среди осадочных отложений пользуются вулканогенные образования. Эти зоны испытывали динамические нарушения и в неогене. Тем не менее они лишены месторождений нефти и даже нефтепроявлений. Отсутствие нефти в недрах крупных структур, развитых в западных районах платформы, где сейсмичность выражена значительно ярче, чем в Татарии, еще более не согласуется с неорганической гипотезой. Разведочные работы не дали никаких фактов в ее пользу.

В противоположность этому, за последнее время мощное подкрепление получила органическая гипотеза. В результате исследований В. В. Вебера, А. И. Горской, М. А. Миссеневой в современных осадках Каспийского моря, исследованиями П. Н. Смита в осадках Мексиканского залива и Тихого океана близ Калифорнии было установлено образование углеводородов возможно нефтяного ряда из погребенной органики. По данным А. И. Горской, из общего количества углеводородов современных осадков Каспия нафтенометановые углеводороды составляют 82,7—91,2%, а ароматические 8,8—17,3%. В осадках как Каспия, так и Мексиканского залива количество углеводородов увеличивается с глубиной (таблица 2).

Таблица 2

Интервал колонки, м	Углеводороды, %			
	Древний Каспий (морское бурение)		Мексиканский залив	
	на бензольную часть	на сухой вес осадка	на экстрагированные вещества	на сухой вес осадка
1—5	13,8	0,0059	7,6	0,0022
5—10	13,5	0,011	20,4	0,0065
10—15	20,4	0,0108	27,5	0,0088
15—30	—	—	30,9	0,0096

Указанные исследования привели к новому достижению в нефтяной геологии и открыли, как нам кажется, новую эпоху развития органической гипотезы. Органическая гипотеза не исчерпала своих возможностей и не является консервативной, как это пишет Н. А. Кудрявцев. Она не ограничивает подошву нефтеносности терригенным девоном, как это делают сторонники четырех фаз образования нефти. Избавившись от последней, органическая гипотеза рассматривает всю толщу осадочного покрова как возможно нефтеносную. Она не исключает возможности наличия нефти и в верхних трещиноватых зонах кристаллического фундамента. В элювиальных и верхних трещиноватых зонах фундамента могут быть скопления нефти даже промышленного значения, мигрировавшей из депрессионных зон. Наличие нефти в породах кристаллического фундамента не может служить основанием для отрицания органического происхождения нефти, поскольку «живая» нефть мигрирует и на пути своего движения при наличии коллекторов и ловушек может аккумулироваться в породах любого происхождения.

Таким образом, для объяснения закономерностей формирования и размещения нефтяных месторождений, а также и выявления перспективных нефтеносных площадей наиболее приемлемой является органическая гипотеза.

Если бы была справедлива неорганическая гипотеза, то нефтяные месторождения в республике распределялись бы более или менее равномерно и произведенные в западных районах разведочные работы хотя бы на некоторых из разбуренных структур привели бы к открытию нефтяной залежи. А разбурено здесь более 30 структур: Казакларская, Янги-

Аульская, Красновская, Верхне-Услонская, Пестречинская, Камско-Устьинская, Васильевская, Буинская, Каибицкая, Тетюшская, Пичкасская, Муслюмкинская, Рыбнослободская, Кирменская, Булдырская, Мамадышская, Кукморская и др.

### 5. Некоторые замечания о нефтепроизводящих свитах

Подчеркивая обоснованность и практическую ценность органической гипотезы, в то же время мы отмечаем неразработанность вопроса о нефтепроизводящих свитах. На наш взгляд, одним из трудных участков органической гипотезы является разработка диагностики нефтепроизводящей свиты. Этот вопрос легко «решают» лишь сторонники первичной теории. В их представлении нефтеносный пласт может находиться только внутри нефтепроизводящей свиты. В действительности вопрос гораздо сложнее, чем кажется первичникам. Наличие нефти еще не может служить основанием для того, чтобы считать свиту пород нефтепроизводящей. Нефтяные залежи могут формироваться и при отсутствии (в данном районе) нефтепроизводящей свиты.

Исследованиями группы работников ВНИГРИ, проведенными под руководством З. Л. Маймин, установлена исключительная трудность выявления нефтепроизводящих образований.

Огромный экспериментальный материал не позволил сказать ничего конкретного о наличии в толще палеозоя Урало-Поволжья нефтепроизводящих свит. Трудно было авторам утверждать, что здесь есть нефтепроизводящая свита, так как полученный экспериментальный материал скорее всего склоняет к отрицанию ее наличия; в то же время отрицать было неудобно, поскольку эта толща содержит богатейшие нефтяные залежи. В конечном итоге руководитель темы З. Л. Маймин нашла все же выход из создавшегося противоречия, заключив монографию следующим выводом: «Произведенные исследования не дают пока достаточного материала для однозначного решения вопроса о нефтепроизводящих свитах в девонских отложениях Волго-Уральской области. Если справедливо положение, что девонские залежи нефти формировались за счет тех или иных компонентов органического вещества, заключенного в девонских отложениях, то надо будет признать, что не какие-то отдельные свиты, а все породы терригенной части разреза, за исключением, быть может, песчаников, могли продуцировать нефть».

Сравнивая с точки зрения установленныхся взглядов характер битуминизации терригенной толщи с битуминизацией доманиковых и шугуровских слоев девона, З. Л. Маймин склонна признать за нефтепроизводящую свиту последние и считать терригенные отложения девона и бавлинской свиты и нефтепроизводящими. Однако тут же автор разъясняет, что первично битуминозные сланцы доманика не могли быть нефтепроизводящими, поскольку битум остался запечатанным в окремнелых породах.

Итак, мы видим, что в условиях Татарии наличие нефтепроизводящих пород, несмотря на то, что имеются крупные нефтяные месторождения, сомнительно. Доманик и шугуровские слои, которые содержат большое количество углеводородов нефтяного ряда, очевидно, не могли быть нефтепроизводящими для формирования промышленных залежей, поскольку они сами поглотили свою нефть. Терригенный же девон не обнаруживает остатков первичных углеводородов нефтяного ряда. Подобный углеводород в составе терригенных пород присутствует и в тех районах, где нефть совершенно отсутствует. На основании изложенных фактов мы склонны думать, что в Татарии как терригенная толща девона, так доманиковые и все другие морские слои, содержащие органические остатки, не являются нефтепроизводящими. По нашему представлению, развитие нефтепроизводящих свит возможно лишь в условиях, в которых возникают

необходимые для образования и миграции нефти температура, а также уклон и перепад пластового давления в сторону коллекторов. В противном случае, по-видимому, породы не могут себя проявить как нефтепроизводящие, хотя и содержат углеводороды. Вопрос о температурных условиях образования нефти в настоящее время является наиболее спорным. По мнению одних исследователей, нефть образовалась при температурном интервале порядка 150—300° С (А. В. Фреэт, С. Н. Обрядчиков), а по утверждению других, она могла образоваться и при более низкой температуре (30—45° С). В. Б. Порфириев же доказывает возможность образования нефти лишь при температуре не ниже 300° С. Кто же из них прав? На этот вопрос прямого ответа еще нет. Если исходить только из опыта получения углеводородов нефтяного ряда в лабораториях, без учета природных условий, то как будто правы те, которые признают нефть как образование сравнительно высокой температуры. Если же исходить из факта размещения нефтяных месторождений Татарии и теории автохтонного их формирования, то, пожалуй, никто из них не прав. Сторонники высокотемпературной диструкции погребенной органики не правы потому, что нефтеносная толща Татарии никогда не погружалась до такой глубины, где бы тот или иной пласт имел температуру выше 60° С. К тому же в составе нефти содержится порфирий, который при температуре выше 250° С разлагается. Взглядам же сторонников низкотемпературного происхождения нефти противоречит тот факт, что один и тот же фациальный комплекс в приблизительно одинаковых температурных условиях развития в одном районе (зоне) содержит нефть, а в другом лишен ее. Эти особенности развития нефтесодержащих пород, естественно, приводят к признанию возможности формирования нефтяных залежей за счет сравнительно далекой миграции нефти и образования ее в температурных условиях не ниже 60 и не выше 250° С, что вполне согласуется с условиями размещения нефтяных месторождений в Татарии. Такие температурные условия в толще осадочного покрова (в ее нижней части) существовали и существуют в районах юго-восточного и северо-восточного погружения платформы, вдоль бортов которых и расположены основные нефтяные месторождения Урало-Волжской нефтегазоносной области. С этой оговоркой мы полностью присоединяемся к мнению тех исследователей, которые принимают за нефтепроизводящие все илистые субаквальные осадки, содержащие органику, в том числе и карбонатные. В вопросе о начале миграции существуют различные мнения. Одни исследователи считают, что миграция начинается с ранней стадии диагенеза, а другие — в стадии катагенеза. Мы придерживаемся последней точки зрения, так как только в этот период осадки погружаются в соответствующую глубину, где температурные и гидродинамические условия благоприятствуют миграции нефти. В стадии же диагенеза осадки, по-видимому, еще не имеют таких условий для миграции. Если бы миграция нефти начиналась в ранней стадии диагенеза, то на западных склонах северо-западного выступа Татарского поднятия, за счет углеводородов терригенного комплекса девона Казанской впадины, несомненно, образовались бы нефтяные залежи. А мы здесь не имеем даже признаков нефти. Очевидно, правы те исследователи, которые относят начало миграции углеводородов к стадии катагенеза, то есть к тому периоду, когда нефтепроизводящий пласт, уже погружаясь на значительную глубину, испытывает большое давление и получает соответствующий уклон. Н. Б. Вассоевич, например, рассматривая три стадии развития нефтематеринских отложений (сингенез, диагенез, катагенез), считает, что выжимание нефти из материнской породы начинается при горном давлении около 300 атмосфер, что соответствует зоне катагенеза на глубине примерно 1200 м от поверхности литосфера.

На территории Татарии терригенные отложения девона указанной глубины достигли примерно к концу каширского времени. Следовательно,

если исходить из принятой Вассоевичем величины давления, то терригенный девон к концу каширского времени (несколько позже и доманик) должен был уже давать нефть в окружающие коллекторы. Однако на западе Татарии ни из терригенного девона, ни из доманика признаков нефти не констатируется, не говоря уже о ее отсутствии в вышележащих отложениях палеозоя. Очевидно, указанная глубина (1200 м) для начала миграции нефти в условиях недр Татарии была недостаточной. Этот вывод, на наш взгляд, получает еще большее обоснование при анализе нефтяных залежей карбона и битуминозных пород перми. Как известно, турнейские, угленосные, верей-намюрские, гжельские и касимовские, слои карбона в Татарии всюду, за исключением, быть может, зоны развития саралинской свиты, отлагались в приблизительно аналогичных фациально-тектонических условиях. Тем не менее они в восточных районах содержат залежи нефти, а в западных районах лишены ее. Причем, современные структурные условия их залегания в ряде случаев для скопления нефти гораздо более благоприятны в западных районах, чем в восточных. Например, на нефтеносных Казакларской, Янги-Аульской, Краснинской, Верхне-Услонской, Камско-Устьинской и Васильевской (Улема) площадях слои карбона образуют значительно более высокие структуры, чем на нефтеносных Аксубаевской, Бавлинской, Нурлатской и Ново-Ибрайкинской площадях. Еще более высокие структуры эти слои образуют в районах, расположенных западнее Татарии, на отдельных площадях Марийской, Чувашской и Мордовской АССР, где также наличие нефтяных залежей не установлено. Очевидно, в Татарии нефтяные месторождения формировались за счет пришлой извне нефти.

Однако следует при этом заметить, что образование нефтяных месторождений за счет «чужой» нефти может происходить лишь в исключительно благоприятных литолого-фациальных и структурно-тектонических условиях, лишь в том случае, если структуры расположены относительно близко к бортовым зонам краевых прогибов и имеют с ними генетическую связь. Структуры, расположенные в западных районах Татарии, находятся далеко от прогибов и не имели благоприятных условий для миграции нефти и вероятно поэтому остались ненефтеносными. То же самое следует сказать и о причине отсутствия нефти в северо-западной зоне Русской платформы, где не было хороших условий как для развития нефтепроизводящих свит, так и для миграции нефти извне. Западная зона платформы, как указывают М. Ф. Мирчиник и А. А. Бакиров, в своем геологическом развитии характеризуется тем, что накопление осадков происходило в условиях неоднократного чередования восходящих и нисходящих форм движения. Геологическая история развития территории Татарии была тесно связана с историей западной зоны платформы. Здесь также были многочисленные поднятия и связанные с ними перерывы в осадконакоплении и размывы. В самом деле, на востоке Татарии Г. Л. Миропольской и В. Н. Логиновой лишь в терригенной толще девона установлено наличие не менее четырех перерывов и размывов: между эйфельскими и живетскими, живетскими и пашийскими, пашийскими и кыновскими отложениями и в средней части кыновских отложений. По данным М. Ф. Мирчиника, В. П. Бухарцева и В. А. Долицкого в терригенном девоне следы размывов не ограничиваются лишь указанными. Они встречаются и внутри живетских и нижнефранских отложений. В нашем представлении, в силу ритмично-пульсационного развития живетского и франского морей, перед началом отложения каждого песчаного горизонта подстилающие глинистые образования испытывали поднятие и частичный размыв. Региональные крупные поднятия и размывы как на востоке, так и на западе Татарии фиксируются в конце турнейского, намюрского, башкирского веков, нижнепермской и верхнепермской эпох. В силу постоянной тенденции кристаллического фундамента к поднятию осадочный покров в Татарии получил развитие по мощности не более 1500—2500 м, тогда как

немного восточнее и юго-восточнее от границы Татарии, в пределах Башкирской АССР и Чкаловской области, мощность осадочного покрова увеличивается до 3—4 км. А еще далее к востоку и к югу, в пределах Предуральского прогиба и Прикаспийской зоны депрессии, толща осадочного покрова, по-видимому, достигает мощности более 6—8 км. По нашему мнению, родину нефти Татарии следует искать в этих зонах увеличения мощности осадочного покрова и погружения додевонских, девонских и каменноугольных осадков на сравнительно большие глубины, т. е. в районах возрожденного в перми древнего погружения кристаллического фундамента. Нефтяные залежи Татарии являются наглядным примером вторичной аккумуляции углеводородов на платформе. Они расположены ближе к зонам развития относительно больших мощностей осадочного покрова. Зависимость формирования залежей нефти от глубоких погружений и больших мощностей вскрывается и при анализе всех других нефтяных месторождений мира, особенно месторождений Украины, расположенных на бортах Днепрово-Донецкой впадины, Ближнего Востока, расположенных в Ирано-Аравийском прогибе, Северной Америки, расположенных в Аппалачской, Мичиганской и Внутренних впадинах, в Цинциннатском своде, в поднятиях Бенда, в Голфкосте, а также на месторождениях Канады, расположенных в бортовых зонах погружения Канадского щита. Во всех этих нефтегазоносных бассейнах нефтяные месторождения расположены либо непосредственно в районах развития больших мощностей осадочного покрова (Аппалачский бассейн, Мичиган-Цинциннатский свод), либо в непосредственной близости к зонам глубоких погружений фундамента (месторождение Бенда и Канады). В районах малых мощностей осадочного покрова (западные зоны Канадского щита, Гвианский, Бразильский, Индийский, Африканский, Балтийский щиты, западные районы Волго-Уральского свода, Воронежский массив и др.) нефтяные месторождения отсутствуют. Весьма существенным вопросом в выяснении формирования нефтяных месторождений на платформе являются также масштабы миграции нефти. В зависимости от структурных и литолого-фациальных условий, нефтяные месторождения могут формироваться в значительном удалении от зоны развития нефтепроизводящих свит. Ромашкинское нефтяное месторождение, по нашему мнению, удалено от возможно нефтепроизводящих отложений на расстояние 100—200 км. Особенно благоприятные условия для развития нефтепроизводящих образований, по-видимому, возникли в тех районах, где девонские и каменноугольные отложения перекрываются мощной толщей (до 2000 и более метров) соленосных пермских отложений. Пермская депрессия в формировании нефтяных залежей Урало-Поволжья, в нашем представлении, играла существенную роль.

## 6. Основные условия для широкой миграции нефти

Сторонники первичной теории признают движение и дифференциацию флюидов лишь в силу гравитации. Гидродинамические факторы в движении углеводородов ими в расчет не принимаются. В их представлении в земной коре нет условий для широкой миграции нефти. Нам кажется, что такое отрицание противоречит фактам.

Во-первых, широко распространенные терригенные отложения бавлинских и девонских образований содержат хорошо пористые песчаники, которые, хотя и залегают линзообразно, различными сложными путями сообщаются между собой и, в зависимости от структурных условий залегания, заполнены либо водой, либо нефтью.

Во-вторых, все карбонатные породы рассечены системой сложных трещин и всюду эти трещины заполнены водой, а в благоприятных положительных структурах — нефтью (на востоке).

В-третьих, вся система водоносных и нефтеносных горизонтов осадочного покрова через сложные трещины взаимосвязана, что обуславливает давление на все пласти осадочного покрова силой, приблизительно равной (как правило) гидростатическому давлению.

В-четвертых, все эти коллекторы вод, нефти и газов покрыты плотными, главным образом глинистыми, галогенными или окремелыми карбонатными породами, местами разрушенными и трещиноватыми, которые в совокупности обуславливают соответствующий напор вод в силу гидростатического давления.

И, наконец, существует огромный перепад пластовых давлений с юга на север и с востока на запад в силу глубокого погружения слоев девона и карбона в сторону Предуральского и Прикаспийского прогибов, а также частичная разгрузка подземных вод в зонах долин рр. Волги и Камы. Таковы объективные факторы, обусловившие неизбежность миграции нефти.

Кроме этих внешних условий, в пользу широкой миграции свидетельствует еще и то обстоятельство, что в зонах глубоких погружений, в соответствии с повышением температуры и давления, нефть может приобретать все более подвижную консистенцию, переходя из жидкого состояния в газообразное. Экспериментальными исследованиями М. А. Каплюшникова и Т. П. Жузе установлено, что при соответствующем подборе газового компонента критическое давление в системе нефть-газ для различных нефтей в интервале температуры 40—80° колеблется в пределах от 250 до 500 ат. Таким образом, идея И. М. Губкина о нахождении нефти в материнской породе в диффузно-рассеянном состоянии и о возможности миграции нефти как путем выжимания, так и путем диффузии получила дальнейшее развитие. Соображения о происхождении нефти из органики морских осадков в краевых частях геосинклиналей и о миграции ее в примыкающие геоантклинали, на наш взгляд, хорошо согласуются и с характером изменения химического состава нефтей и распределения газовых месторождений в пределах Урало-Поволжья. Согласно исследованиям Е. А. Робинсон, по химическому составу нефти Татарии близки к нефтям других месторождений Урало-Поволжья. В тоже время они имеют и некоторое отличие от них. Причем, чем дальше расположены месторождения, тем это отличие выражено резче. Так, в высококипящей фракции нефти (керосин, масла) Ромашкинского нефтяного месторождения (скв. 107) содержание углерода составляет в парафиновой структуре 62%, нафтеновой — 17,8%, ароматической — 20,2%, а в такой же фракции девонской нефти Саратовского месторождения (Соколова Гора) углерод соответственно составляет примерно 66—24—10%. Таким образом, с юга на север в пределах рассматриваемого нефтегазоносного бассейна намечается некоторое увеличение количества углерода в ароматических и уменьшение в нафтеновых кольцах. Этот вопрос требует еще дальнейших исследований и уточнений, но факт является заслуживающим внимания. Изменения содержания углерода в сторону миграции нефти установлены и Р. Леви, Р. Метро, М. Луи в Марокко, в регионе Уэд-Бет. Эти авторы отмечают, что исследования физических свойств нефтей региона Уэд-Бет «как будто подтверждают гипотезу миграции от Бед-Катора — до Уэд-Мелла». По их данным, в сторону миграции удельный вес нефти постепенно возрастает, содержание летучих фракций в ней уменьшается, а содержание углерода уменьшается в парафиновых цепях и увеличивается в ароматических кольцах.

Если сделать некоторый, хотя бы даже беглый, обзор распределения нефтяных и газовых месторождений в Урало-Поволжье, то нетрудно заметить, что чем дальше к юго-востоку и востоку от Татарии, тем нефть, как правило, становится легче и все больше встречаются газовые месторождения (Бугурусланское, Похвистневское и др.), тогда как в районах севернее Бугуруслана и в пределах Татарии наличие газового месторож-

дения промышленного значения неизвестно. Этот факт в какой-то степени соответствует постепенному уменьшению (в сторону региональной миграции) содержания в нефтях Марокко летучих фракций и скопления в структурах Нижнего Поволжья «чистого» горючего газа. В южных районах платформы, главным образом в зонах ее глубокого погружения, нефтяные и газовые месторождения встречаются даже в верхнепермских отложениях. В Татарии же в верхнепермских отложениях мы имеем лишь твердый битум. Условия залегания нефтеносных пластов совершенно определенно сказываются на составе нефти. Нефть одного и того же горизонта в зависимости от его положения к уровню водонефтяного контакта имеет различное содержание смол и серы. Соответственно изменяется и удельный вес ее: нефть пласта Д<sub>1</sub> на Ромашкинской площади характеризуется удельным весом 0,8545, а на Муслюмовской площади (ближе к воде) — 0,9079. Все эти особенности изменения, по-видимому, свидетельствуют о том, что первичная нефть Урало-Поволжья имела сравнительно «простой» вещественный состав и впоследствии изменилась в зависимости от геологических условий движения. Весь фактический материал по условиям залегания и химического состава нефтей и битумов нас приводит к выводу, что превращение нефтей в рассматриваемой области идет от более простого к более сложному, от более простых молекул углеводородов к более сложным высокомолекулярным соединениям, а не наоборот, как это утверждают некоторые исследователи. В геологических условиях Татарии не нефти являются продуктом превращения битумов, а, наоборот, битумы произошли из нефти. По нашему мнению, нефти Татарии представляют собой продукт сложных превращений углеводородов на пути их миграции в различных геологических условиях.

## 7. Заключение

На основании анализа фациальных условий и истории геологического развития нефтеносных и ненефтеносных районов мы приходим к выводу, что нефтяные месторождения Татарии формировались за счет широкой и сравнительно далекой миграции нефти с юго-востока и востока. По-видимому, нефтепроизводящие породы развиты в более восточных районах платформы, в зоне сравнительно глубокого ее погружения. Данные палеогеографических и палеотектонических построений убеждают в том, что нефтяные залежи Татарии начали формироваться не раньше верхнепермской эпохи. Основным тектоническим фактором, обусловившим миграцию нефти в сторону Татарского свода, явилась нижнепермская депрессия. Миграция нефти в слоях девона и карбона происходила вместе с подземными водами в силу перепада давлений, и залежи ее формировались на пути миграции в ловушках в силу гравитации.

Пермская депрессия сыграла существенную роль в формировании нефтяных месторождений в восточных районах Русской платформы. Северо-западные районы платформы, в том числе и Татарии, не имеют непосредственной тектонической связи с депрессией. Очевидно, поэтому они лишены нефти или во всяком случае мало ее содержат. Эти положения о зависимости формирования залежей нефти от пермской депрессии и больших мощностей осадочного покрова достаточно обоснованы с геологической позиции. Тем не менее они являются лишь рабочей гипотезой и не могут считаться бесспорно доказанными. Для их доказательства требуется проведение еще ряда исследовательских работ. В частности, необходимо обобщить материалы, накопленные в процессе разработки и эксплуатации нефтяных месторождений всего Урало-Поволжья, и осуществить ряд экспериментальных исследований, связанных с изучением гидро- и термодинамических условий образования и миграции нефти.

Исходя из указанных выше закономерностей формирования и размещения нефтяных месторождений востока Русской платформы, можно

прийти к выводу, что вся эта обширная область, расположенная к востоку от правобережья р. Волги, включая и полосу Жигулевских, Доно-Медведицких дислокаций, к востоку и к юго-востоку от низового Прикамья вплоть до Урала является исключительно перспективной для интенсивного развития глубокого, структурно-поискового и разведочного бурения. В этой системе в пределах Татарии и Башкирии особо перспективной следует считать Бугульминско-Белебеевскую возвышенность (включая и ее склоны), простирающуюся от низового Прикамья до Южного Урала. Необходимо здесь форсировать сейсморазведочные работы и глубокое структурно-поисковое бурение в целях подготовки площадей к промышленной разведке на нефть. Не исключена возможность, что юго-восточные зоны возвышенности в девоне содержат очень легкую нефть, а также и скопления чистого газа.

В качестве первоочередных объектов разведки в Татарии мы рекомендуем все положительные пермские структуры, расположенные на склонах юго-восточного выступа и на северо-восточном склоне северо-западного выступа Татарского поднятия, на северо-западных бортах Сарайлинской впадины, на Елабужско-Голюшурминском вале и в Камско-Бельской впадине. Весьма перспективными также являются восточные и северные борта Мелекесской впадины, где могут быть локальные погребенные нефтепоисковые структуры и литологические ловушки в пашейских и каменноугольных отложениях, особенно в районах рек Малого Черемшана, Сульчи и Большого Черемшана. В нашем представлении эти реки выработали свои долины в соответствии с тектоническими ступенями, возникшими в результате дислокационных нарушений в мобильных зонах фундамента. Как известно, положительные структуры стратиграфических горизонтов осадочного покрова в большей части развиты и нефтеносны в этих мобильных зонах земной коры. Таким образом, почти вся Закамская часть и районы Нижнего Прикамья Татарии представляют большой интерес как объекты нефтепоисковых и разведочных работ.

Автор уверен в том, что консолидация сил и проведение профильно-глубокого структурно-поискового бурения с достаточно густой сетью скважин на указанных выше перспективных площадях обеспечат открытие новых нефтяных месторождений и в какой-то мере помогут решить задачу поднятия уровня добычи нефти в стране до 350—400 миллионов тонн в год.

А. М. Мельников

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗМЕЩЕНИЯ  
ДЕВОНСКИХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТАТАРИИ

В результате глубокого бурения, проведенного на землях Татарской республики и прилегающих областей, установлено тектоническое строение территории и выяснены перспективы ее нефтеносности. Указанное обстоятельство позволяет в настоящее время установить определенную закономерность в размещении девонских нефтяных месторождений в зависимости от структурного плана и выделить на основании этого площасти, перспективные для поисков новых месторождений.

Основным структурным элементом Татарии первого порядка по фундаменту и покрывающим его терригенным отложениям девона является Татарский свод, имеющий крупные размеры, куполовидную форму и пологое залегание пластов. Вдоль некоторых склонов свода расположены резко выраженные и линейно вытянутые структуры II порядка — валы, последние в сводовой части осложнены целым рядом более мелких поднятий III порядка и имеют асимметричное строение крыльев. Из наиболее крупных валов, спутников Татарского свода, следует указать Туймазинско-Бавлинский, Акташско-Ново-Елховский и Елабужско-Бондюжский.

Наряду с положительными структурными формами I порядка, на территории Татарии имеют также развитие крупные отрицательные структуры, из которых главными являются Казанско-Кировская и Мелекесская депрессии.

Все известные запасы девонской нефти Татарии приурочены к песчано-алевролитовым пластам пашейско-кыновских отложений франского яруса и в небольших количествах обнаружены в живетских образованиях. По условиям залегания все девонские залежи нефти можно отнести к структурно-литологическому типу, выделив в последнем два подтипа — залежи сводовые, приуроченные к крупным и мелким поднятиям, и залежи литологические, развитые на моноклинальных склонах. Для первого подтипа залежей наряду с тектоникой существенное влияние на распределение нефти по пласту оказывает литологический фактор, а для второго — тектонический, поэтому в условиях Татарии указанные выше подтипы залежей тесно связаны между собой. Типичным примером залежей первого подтипа могут служить Ромашкинское и Бондюжское месторождения, а второго — кыновская залежь Ромашкинского месторождения и целый ряд месторождений, открытых на юго-западном склоне Татарского свода (Черемшан, Ново-Ибрайкино и др.).

Рассматривая современный структурный план Татарии и распределение девонских месторождений нефти в пространстве, можно установить следующие закономерности:

1. Все сводовые девонские месторождения Татарии контролируются девонскими поднятиями первого и второго порядков, последние в большинстве своем тесно связаны с выступами фундамента. Так, например, Ромашкинское месторождение приурочено к погребенному Закамскому куполу Татарского свода, а такие месторождения, как Бавлинское, Ново-Елховское, Акташское и Бондюжское, приурочены к четко выраженным и линейно ориентированным структурам II порядка — валам. С валообразными асимметричными поднятиями также связаны недавно открытые девонские нефтяные месторождения на Первомайской, Елабужской, Усть-Иксой, Салаушской и Нурлатской площадях. В пределах валов распределение нефтяных залежей в свою очередь контролируется более мелкими структурами III порядка, при этом небольшие undulationes между поднятиями, наблюдающиеся вдоль валов, очень часто бывают также заполнены нефтью, и в таком случае имеем месторождение с единым контуром нефтеносности.

2. Водо-нефтяной контакт (ВНК) пласта  $D_1$  закономерно повышается при движении с юга на север. Так, например, на юге Ромашкинского месторождения ВНК отбивается на абсолютной отметке —1490—1492 м, на севере повышается до 1485—1487 м, а в пределах месторождений Елабужско-Бондюжского вала наблюдается дальнейшее повышение ВНК, который здесь колеблется от —1436 до —1469 м. Одновременно с подъемом ВНК на север уменьшается этаж нефтеносности Камских месторождений, несмотря на более высокое гипсометрическое положение здесь девонских структур. Наклон ВНК с севера на юг и увеличение этажа нефтеносности месторождений в том же направлении подтверждают выводы о миграции нефти с юга и постепенном заполнении встречающихся на ее пути структурных и литологических ловушек. В процессе миграции основная масса нефти в первую очередь заполнила крупную ловушку в виде Закамского купола Татарского свода, а оставшееся количество ее, достигнув восточного склона Камского купола, в процессе дальнейшего перераспределения сконцентрировалось на структурах Елабужско-Бондюжского и соседних с ним валов, заняв в пределах последних только наиболее возвышенные части сводов и изолированные участки с резко ухудшенными коллекторскими свойствами пластов. Таким образом, в процессе формирования девонских месторождений Татарии камские структуры, из-за недостатка углеводородов в связи с удаленностью от нефтесборного бассейна, оказались заполненными нефтью на 20—55 метров меньше по сравнению с Ромашкинским месторождением.

3. Большинство литологически ограниченных залежей нефти, обвязанных своим происхождением резким изменениям в пространстве литологического состава пласта-коллектора, как правило приурочены к моноклинальным склонам структур I и II порядков. Залежи подобного типа обнаружены почти на всех склонах Закамского и на северо-восточном склоне Камского куполов Татарского свода, а также на юго-восточном крыле Елабужско-Бондюжского вала. Среди литологических залежей встречаются такие, как кыновская залежь Акташского и Ромашкинского месторождений, а также типа Черемшанской, Ново-Ибраикинской и других, которые пользуются широким распространением в пашинско-кыновских отложениях на юго-западном склоне Закамского купола Татарского свода. К литологическому типу безусловно относятся залежи нефти в песчаном пласте  $D_{11}$  верхнекиветского яруса, конституированные в виде небольших линз в пределах Ромашкинского месторождения и на юго-восточном склоне Туймазинско-Бавлинского вала (Сулинская площадь).

Приведенная закономерность в распространении девонских нефтяных месторождений характерна и для других соседних с Татарией районов Волго-Уральской области (Башкирия, Куйбышевская и Оренбург-

ская области), она позволяет обоснованно подходить к оценке перспектив нефтеносности слабо изученных территорий и выделять среди последних наиболее интересные для разведки площади. Руководствуясь указанными выше закономерностями, следует в каждом регионе в первую очередь искать сводовые поднятия и линейно вытянутые валы, к ко-

тому

и, а в

части

тных

туры,

обход-

ефти.

струк-

туры

водо-

жении

АЗЕВО-

ДЖАКЕ в

вании

евоне,

их ва-

НОВО-

на за-

адный

ЛЕКЕС-

структур-

склон

еверо-

отло-

ристоку

го по-

скими

урного

блного

Акта-

о пер-

енных

споло-

кениях

склон

и дел-

делах

ерес в

иенный

пружен

льного

поиски

непо-

остоку

им для

1. Все скважинные месторождения Татарии контролируются девонскими поднятиями первого и второго порядков, последние в большинстве своем тесно связаны с выступами фундамента. Так, например, Ромашкинское месторождение приурочено к погребенному Закамскому куполу Татарского свода, а такие месторождения, как Бавлинское, Ново-Елховское, Акташское и Бондюжское

выражены лам. С вал недавно от ской, Елаб. В предела контролиру большие у очень част месторожде

2. Водо- шается при кинского —1490—149 скоплени вышение В временно с Камских м положение личение эти подтверждении встречи. В процессе крупную ла- шеся коли процессе да- турах Елаб лах послед ванные уч- пласти. Та- дений Тата- связи с уда- ными нефть- месторожде-

3. Боль- зинных сво- логического моноклинального типа обнару- ном склоне ном крыле- жей встреч- кинского ме- ской и дру- пашинско-к- купола Тата- залежи неф- тированные- рождения и (Сулинская

Приведе- ных месторо- нов Волго-У

ская области), она позволяет обоснованно подходить к оценке перспектив нефтеносности слабо изученных территорий и выделять среди последних наиболее интересные для разведки площади. Руководствуясь указанными выше закономерностями, следует в каждом регионе в первую очередь искать скважинные поднятия и линейно вытянутые валы, к которым обычно бывают приурочены девонские месторождения нефти. Однако здесь необходимо отметить, что не всегда и не везде структуры I и II порядков, имеющие в разрезе терригенного девона песчаные коллекторы, являются нефтеносными. Примером «пустых» структур подобного типа могут служить Токмовский свод, Керенско-Чембарский и Окско-Цининский валы, западная часть Жигулевской дислокации, а в Татарии Пичкасско-Бугровский вал, расположенный в западной части Мелекесской депрессии. Таким образом, для формирования нефтяных месторождений недостаточно иметь только благоприятные структуры, содержащие в разрезе коллекторы и непроницаемые покрышки, необходимо, чтобы эти структуры обязательно были расположены в зоне нефтегазонакопления или находились на путях миграции нефти.

В Татарской АССР поиски новых девонских месторождений скважинного типа следует проводить на северо-восточном и южном продолжении Акташско-Ново-Елховского вала, на юго-западном продолжении Азево-Салаушского, Усть-Икского и Елабужско-Бондюжского валов, а также в пределах Аксубаевско-Нурлатского вала. Кроме этого, на основании палеотектонических построений и обильных нефтепроявлений в девоне, большой практический интерес для поисков погребенных девонских валов представляет территория, расположенная между Акташско-Ново-Елховским валом на востоке и Аксубаевско-Нурлатским валом на западе, охватывающая в современном структурном плане юго-западный склон Закамского купола Татарского свода и восточный борт Мелекесской депрессии. Безусловно перспективным для поисков девонских структур и связанных с ними нефтяных залежей является восточный склон Камского купола и в первую очередь площадь, примыкающая с северо-запада к Елабужско-Бондюжскому валу.

Весьма перспективным в отношении нефтеносности девонских отложений является Южно-Бавлинский район, расположенный к юго-востоку от Туймазинско-Бавлинского вала. Здесь на фоне моноклинального погружения терригенных отложений девона, наряду с литологическими залежами в пласте D<sub>3</sub>, могут быть обнаружены залежи структурного типа в пласте D<sub>1</sub>, приуроченные к локальным поднятиям. Подобного типа залежь вскрыта на Фоминовском месторождении.

Проблема нефтеносности девонских отложений Мензелинско-Акташинского района Татарии, который всеми оценивается как высоко перспективный, в первую очередь зависит от нахождения здесь погребенных девонских структур, так как любая благоприятная ловушка, расположенная в указанном регионе, может оказаться нефтеносной.

Для поисков литологических залежей нефти в девонских отложениях перспективными являются все склоны Закамского и восточный склон Камского куполов Татарского свода, восточный борт Мелекесской депрессии, а также крылья всех крупных валов, расположенных в пределах указанных выше регионов.

На территории соседних областей и республик огромный интерес в отношении поисков большой девонской нефти представляет погребенный Оренбургский, или Пилюгинский свод, который с юга и севера окружен глубокими додевонскими впадинами и расположен в зоне регионального нефтегазонакопления.

На территории Куйбышевской области необходимо усилить поиски новых крупных валов, в первую очередь в южной части области, непосредственно к югу от Мухановской группы месторождений и к востоку в пределах Оренбургской области. Считаем также перспективным для

поисков девонских месторождений юго-восточное продолжение Аксубаевско-Нурлатского вала (Челно-Вершинский р-н) и южное окончание Акташско-Ново-Елховского вала (Шенталинский и Клявлинский р-ны).

В Удмуртской республике поиски девонских месторождений следует проводить вдоль восточного склона Камского купола Татарского свода, где наряду с литологическими залежами, связанными с выклиниванием терригенных отложений девона к вершине Татарского свода, могут быть встречены залежи сводового типа, приуроченные к погребенным девонским структурам. Одним из районов наиболее возможного нахождения девонских структур является так называемый Нылгинский вал, установленный гравиметрическими работами, по данным которых наивысшая абсолютная отметка залегания поверхности фундамента в своде вала достигает —1450 м, т. е. выше, чем в пределах Татарского свода.

В Кировской области перспективы нефтеносности девонских отложений в первую очередь следует связывать с северной частью Казанско-Кировской депрессии, где в последнее время из терригенных отложений девона получен приток жидкой нефти (скв. № 6) и наметились участки (Сырянская площадь) с благоприятными структурными условиями для формирования сводовых залежей нефти, приуроченных к погребенным девонским поднятиям.

Таковы основные положения о закономерностях размещения девонских нефтяных месторождений Татарии и вытекающие из них выводы о направлении дальнейших поисково-разведочных работ в некоторых районах Волго-Уральской области.

А. Г. Салихов

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ  
ГРАВИТАЦИОННО-МАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В СВЯЗИ С ПЕРСПЕКТИВАМИ ПОИСКОВ  
НЕФТЕНОСНЫХ СТРУКТУР  
В ТАТАРИИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ОБЛАСТЯХ

К славному юбилею — 40-летию Татария стала крупнейшей нефтяной базой Советского Союза. Контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР в течение семилетия предусматривается увеличение добычи нефти более чем в два раза. Обеспечение намеченного прироста может быть достигнуто лишь путем выявления новых нефтяных месторождений. Для этого уже сейчас необходимо найти площади, перспективные в отношении поисков погребенных структур. В связи с этим обширная территория на востоке и западе Татарии, севернее известного Ромашкинского месторождения нефти, к западу и к югу от него, привлекает в последнее время пристальное внимание многих исследователей, как высокоперспективная для поисков новых нефтяных месторождений.

На этой территории в течение последних лет проводились поисково-разведочные работы, в результате которых как на правобережье, так и на левобережье Камы был открыт ряд месторождений нефти. Хотя геологическое строение некоторых участков этой площади изучено довольно детально, все же значительная часть проходимых бурением структурно-поисковых скважин сосредоточена в пределах отдельных, сравнительно небольших по площади участков, где выявлены структуры с промышленными запасами нефти. Так что большая часть рассматриваемой территории все еще остается слабо изученной.

Наряду с поисково-разведочным и структурно-картировочным бурением здесь в изучении тектонического строения применялись также геофизические методы исследования, представленные, главным образом, гравиметрией и магнитометрией, частично сейсморазведкой и электроразведкой.

Данные вертикального электрического зондирования, полученные различными исследователями на небольших участках юга, юго-востока и северо-востока Татарии, а также в узкой полосе вдоль р. Камы от г. Чистополя до Камского Устья и по Волге от г. Казани до г. Ульяновска (Ф. В. Ореховский, С. Д. Цеков, И. И. Крейнес, С. И. Гаврилов, С. П. Шпизель, А. В. Кавин и другие, 1938—1953 гг.) характеризуют геологическое строение лишь самых верхних слоев палеозойских отложений. Материалы электроразведки методом становления поля, характеризующие глубину залегания и рельеф поверхности фундамента, получены в результате опытных работ Татарского геофизического треста (К. М. Тен, 1959 г.) по одному профилю, расположенному в восточной части республики. По предварительным данным точность определения глубин

бины залегания фундамента соответствует приблизительно 10% мощности осадочной толщи.

Сейсморазведочными работами методом отраженных волн изучены отдельные площади на юго-востоке путем постановки опытных работ Туймазинской геофизической экспедицией ВНИИГеофизики (1949—1950 гг.) и на крайнем северо-востоке закамской части Татарии с охватом Азово-Салаушской площади Северного Прикамья (опытно-производственные, профильные исследования треста «Татнефтегеофизика», нач. экспедиции В. П. Боронин, 1956—1959 гг.).

Сложность сейсмогеологических условий в разрезе палеозойских отложений, чрезвычайно пологий характер девонских структур на изученных площадях значительно ограничивают возможности поисков локальных поднятий III порядка с помощью этого мощного метода. На данном этапе развития техники и методики интерпретации сейсмики отраженных волн в условиях нашей республики, по-видимому, возможно обнаружить лишь крупные структурные образования типа валов с амплитудой более 50—70 м. Несколько таких поднятий, подобных Елабужско-Бондюжскому валу, намечены по результатам геологической интерпретации материалов на Усть-Иксской площади трестом «Татнефтегеофизика» (М. Б. Кадисов, А. А. Мень, Г. М. Донов, 1959 г.). Выявление крупных палеозойских поднятий с помощью сейсморазведки имеет важное значение в деле открытия новых нефтяных месторождений. Возможности сейсморазведки в деле поисков крупных погребенных поднятий еще далеко не исчерпаны.

Магнитометрические работы в Татарии впервые были начаты Казанской магнитной обсерваторией в 1931 году в связи с осуществлением плана генеральной магнитной съемки территории СССР. Измерения составляющих магнитного поля земли при этом проводились по маршрутным съемкам, в основном, с целью выявления крупных магнитных аномалий. В них участвовали Н. Ф. Пушкин, Е. В. Кракау, М. Ф. Монахова и А. В. Бердяева [3, 7, 16]. Одновременно с этой съемкой были начаты более детальные полевые работы по измерению вертикальной составляющей магнитного поля с целью выявления возможностей использования результатов их геологической интерпретации в поисково-разведочных работах на нефть. Последние осуществлялись различными геофизическими организациями: трестом «Востокнефть» (В. П. Орлов, 1934 г.), экспедицией Уральского Геологического Управления (Д. С. Миков и Б. Д. Дорофеев, 1937—1938 гг.), Государственным Союзным Геофизическим трестом — ГСГТ (Б. С. Максимов, 1938—1939 гг., А. Г. Куришев, 1946 г.) и ВНИИГеофизики (К. Г. Брэнштейн, А. П. Верхотина, 1946 г.).

Отчетные карты вертикальной составляющей магнитного поля земли по проведенным работам довольно детально характеризуют распределение аномалий на исследованных участках. Однако в тот период в ряде случаев даже соседние площади не увязывались между собой, так как между ними существовали полосы, не охваченные съемками. В связи с этим Туймазинская геофизическая экспедиция ВНИИГеофизики проводила комплексные магнитные и гравиметрические наблюдения на обширной территории закамской части республики (Э. Э. Фотиадин, П. И. Лукавченко, Е. М. Петрова, 1949—1951 гг.). Измерение вертикальной составляющей магнитного поля при этом осуществлялось магнитными весами М-2, на тех же точках измерялась и составляющая гравитационного поля. Такая же методика измерений была принята в партиях Казанской геофизической экспедиции Татарского геофизического треста при совместных работах с Геологическим институтом КФАН СССР в северных районах Татарской АССР (Н. В. Черноморский, А. Г. Губайдуллин, А. Г. Салихов, Е. П. Степанов и др., 1950—1956 гг.).

Более поздние магнитометрические работы в Татарии проводились Казанской геофизической экспедицией с целью детализации ранее выяв-

ленных аномалий (В. Б. Андреев, 1958—1959 гг.). При этих съемках за счет сгущения сети наблюдения и многократности замеров достигнута значительная точность измерений. Кроме перечисленных выше наземных магнитометрических работ вся рассматриваемая территория была охвачена аэромагнитной съемкой. Она выполнена аэромагнитной партией треста «Сибнефтегеофизика» (Р. А. Гафаров, 1955 г.).

Составленные по результатам проведенных работ карты абсолютных и аномальных значений вертикальной составляющей магнитного поля приведены к различным эпохам. Сводные же карты мелкого масштаба составлены без строгого учета изменения значения магнитных аномалий во времени.

Основная цель постановки всех магнитометрических работ до недавнего времени заключалась, главным образом, в попытках проведения прямых поисков погребенных палеозойских поднятий путем выявления магнитных аномалий. Фактически достаточно обоснованных выводов о наличии новых структурных образований в осадочной толще республики никому сделать не удалось. Более того, по мере накопления данных о магнитных свойствах пород осадочной толщи постепенно начало укореняться мнение о том, что материалы магнитометрических съемок могут характеризовать лишь неоднородность петрографического состава кристаллического фундамента и поэтому они не могут быть использованы в нефтепоисковых работах. Однако последующие работы показали наличие косвенных закономерных связей между гравитирующими — магнитоактивными основными массами и рельефом поверхности фундамента (А. Г. Салихов, 1956 г., В. П. Степанов, 1958 г.). На основе этого были разработаны способы определения глубины залегания и рельефа поверхности фундамента [18, 24]. По этому пути наметились возможности использования результатов магнитометрических работ в поисково-разведочном деле на нефть и газ.

Гравиметрические наблюдения в Татарии впервые проводились в 1896 г. А. В. Красновым, затем эти наблюдения продолжались в 1899—1902 гг. Д. И. Дубяго и В. А. Барановым, в 1907—1909 гг.— В. А. Барановым и Л. Гааземаном. На основе этих работ впервые было получено значение силы тяжести для Казанской астрономической обсерватории из непосредственных связей с Варшавой, Москвой и Потсдамом.

Дальнейшее уточнение полученного значения осуществлялось в 1911 г. В. А. Барановым и Т. А. Банаховичем, а в 1913 г.— Л. Гааземаном.

Уточненное значение ускорения силы тяжести близко к современному, определенному в результате работ по созданию опорной сети под руководством проф. Ю. Д. Буланже.

С 1930 по 1939 г. на территории Татарии проводилась общегосударственная гравиметрическая съемка с участием в 1930 г. И. А. Дюкова и Г. В. Агафонова, в 1934 г. Н. П. Макарова, в 1935 г. Г. В. Агафонова и Мишустиной, в 1936 г. вновь Н. П. Макарова, в 1938 г. В. Федорова. Ускорение силы тяжести во всех этих работах определялось маятниками приборами. Ошибки наблюдений достигали  $\pm 1,5 \pm 7,0$  мгл, иногда  $\pm 8,5$  мгл.

Одновременно с общесоюзной съемкой на небольшом участке в 1938 г. Восточным отделением ГСГТ проводилась вариометрическая съемка. Этими работами руководил В. Н. Ежов. Кроме того, в том же в 1938 году Р. Ф. Володарский проводил маятниковую съемку с целью выявления структур кристаллического фундамента юго-восточных районов республики. В 1939 году А. Ф. Чернышевым по заданию ГСГТ осуществлялась маятниковая съемка в Балтасинском и Сабинском районах.

С 1949 г. в связи с тектоническим районированием в Закамской части Татарии проводились систематические гравиметрические исследования с применением современной аппаратуры.

Туймазинская геофизическая экспедиция ВНИИГеофизики проводила гравиметрическую съемку Закамской части территории Татарии (1949—1951 гг.). Наблюдения здесь производились гравиметрами ГКМ-5, ГКМ-6 и Мотт-Смитт. Работами экспедиции руководили Э. Э. Фотиади, П. И. Лукавченко, а съемкой — Е. М. Петрова. Пункты наблюдения при этом располагались с густотой на 5—10 км<sup>2</sup>. Достигнутая точность измерения, согласно отчету, характеризуется  $\pm 0,68$  мгл.

На основании качественной и частично количественной интерпретации карт аномалий силы тяжести сделаны выводы о приуроченности структур осадочных образований к пониженным участкам аномалий. Природа аномалий объясняется не только влиянием осадочной толщи, но главным образом неоднородностью пород фундамента. Одновременно с этими работами гравитационно-магнитные наблюдения осуществлялись сотрудниками экспедиции КФАН СССР в юго-восточной части республики (А. Г. Салихов, 1950—1951 гг.). При наблюдениях использовался гравиметр СН-3, обеспечивающий точность  $\pm 0,3$ —0,4 мгл. На основании произведенных исследований был сделан вывод, о том, что «на исследованной площади имеются тектонически активные зоны, приуроченные к площадям резкого изменения горизонтальных градиентов силы тяжести. Данные геологических и других исследований позволяют говорить о приуроченности к этим тектонически активным зонам палеозойских структур».

В тот период в приволжской части Западной Татарии проводила съемку партия треста «Моснефтегеофизика» (Р. Ф. Володарский, 1952 г.).

Дальнейшие гравиметрические съемки велись партиями Казанской экспедиции треста «Татнефтегеофизика» в северо-восточных и северо-западных районах Татарии со значительным охватом прилегающих территорий Пермской и Кировской областей, Удмуртской и Марийской АССР (А. Г. Салихов, 1953—1956 гг., В. П. Степанов, З. М. Слепак, 1957—1959 гг.). Эти работы выполнялись по заданию бывшей Главнефтегеофизики МНП СССР — в соответствии с планом общесоюзной площадной съемки. При этом применялись отечественные гравиметры СН-3, ГАК-ЗМ, ГВ-52 и высотомеры-автоматы ВА-53. В процессе полевых работ с целью оценки предыдущих съемок производились повторные наблюдения на ранее созданных опорных пунктах. В измеренных величинах выявились значительные расхождения. Одновременно с полевыми наблюдениями выполнялось предварительное обобщение, направленное на повышение эффективности материалов гравитационно-магнитных съемок. Впервые в КФАН СССР был разработан способ определения глубин залегания и рельефа поверхности кристаллического фундамента, получивший подтверждение последующим глубоким бурением на различных площадях Татарии, Удмуртии и Кировской области.

Результаты повторных гравиметрических измерений на опорных пунктах позволили предварительно оценить аномальные участки на ранее заснятых площадях Татарии и ставить под сомнение некоторые аномалии в западной части республики. В связи с этим в 1956 году одна партия Казанской экспедиции Татарского геофизического треста занималась повторной съемкой в южной части Казанского прогиба.

В связи с дальнейшими детальными работами и с целью практического использования результатов гравиметрических исследований в разведочном деле было необходимо оценить и частично уточнить материалы площадных съемок. Исходя из этого гравиметрическая партия по заданию треста «Татнефтегеофизика» проводила профильную съемку в западных и юго-восточных районах Татарии (А. Г. Салихов, В. Б. Андреев, 1957 г.). Всего было проложено 11 профилей, на которых произведены вычисления отметок поверхности фундамента и оценка двух съемок. Сделан вывод о целесообразности постановки детальных площадных съемок.

В юго-восточной и северо-восточной части республики, а также в За-

падной Татарии Казанская экспедиция (В. П. Степанов, С. С. Хамидов, З. М. Слепак, 1958—1959 гг.) занималась съемкой миллигального сечения, с целью детализации ранее выявленных аномалий. Установлено, что детальные наблюдения обеспечивают более точное определение глубины залегания и рельефа кристаллического основания. Составлены карты фундамента.

Работы, в той или иной степени связанные с обобщением материалов гравитационно-магнитных съемок и разработкой основных положений геологической интерпретации, были начаты еще в 1930—1940 гг. Выполнились они в основном по данным общесоюзной площадной съемки исследователями различных организаций.

На первых этапах развития методики геологической интерпретации А. Д. Архангельский, В. В. Федынский, Н. С. Шатский, А. А. Михайлов, Е. Н. Люстик, Э. Э. Фотиади, Д. С. Халтурин, А. А. Борисов и др. изучали зависимость распределения гравитационно-магнитных полей от геологического строения крупных регионов, включающих и рассматриваемую территорию.

Исходя, главным образом, из качественного истолкования, а именно из рассмотрения характера распределения аномалии (протяженности, формы, интенсивности и площади их распространения), используя частично количественные расчеты, исследователи стремились установить соотношения между наблюдаемыми аномалиями и участками фундамента, имеющими определенную геотектоническую характеристику. При этом регионы, закрытые чехлом осадочной толщи, характеризовались по аналогии с «открытыми» участками (Балтийский, Украинский, Воронежский щиты, Складчатый Урал и Тиман). По аналогии в тот период пришли к выводу о соответствии слабых, расплывчатых аномалий геотектонически устойчивым участкам фундамента, а аномалий большой протяженности и значительной интенсивности — сильно эродированным складчатым сооружениям.

Из соотношения гравитационно-магнитных аномалий и взаимного их расположения определялся возраст разнотипных сооружений фундамента. Взаимное срезание одних геофизических аномалий другими, отличающимися простираемостью, истолковывалось в связи с разновозрастностью этих геологических сооружений. Время образования последних устанавливалось путем прослеживания аномальных зон до районов поверхностного залегания, возраст которого был известен из геологических данных.

Распределение вертикальной составляющей магнитного поля в виде так называемых «мозаичных» аномалий рассматривался (А. Д. Архангельский и др.) либо как поле глубоко эродированных глыб докембрийского возраста (Окско-Уфимская глыба), либо как «внутрикарельские массивы» более древних образований (Н. С. Шатский и др.).

А. Д. Архангельским впервые были сформулированы следующие основные возмущающие гравитационное поле факторы:

- 1) глубинные изменения плотности в подкоровом веществе земли, определяющие основной фон аномального поля;
- 2) изменение рельефа поверхности складчатого (кристаллического) фундамента;
- 3) неоднородность внутренней структуры этого фундамента вследствие смены в нем пород различного петрографического состава, а следовательно, и различной плотности.

Позднее Э. Э. Фотиади [28] на основе более детального анализа геологических и геофизических материалов формулировку А. Д. Архангельского заменил на следующую:

- 1) глубинные факторы, находящиеся преимущественно в пределах нижних частей земной коры и на ее нижней границе;
- 2) неоднородность структуры складчатого (кристаллического) фундамента;

3) неоднородность структуры осадочного покрова.

Полосовые магнитные аномалии большой протяженности по мнению Э. Э. Фотиади отражают разломы, раскололшие кристаллическое основание на крупные блоки.

О природе гравитационно-магнитных аномалий рассматриваемой территории в последнее время среди геофизиков, работающих в Волго-Камском крае, наблюдается вполне установившееся единогласие. Последнее явилось как результат комплексных изучений данных физических свойств пород, гравитационной и магнитной развязки, а также геологических материалов глубокого бурения. Известно, что в течение последних лет в различных научно-исследовательских и производственных организациях уделялось особое внимание изучению физических свойств образований осадочной толщи фундамента и, в частности, плотности, магнитной восприимчивости пород, слагающих рассматриваемую территорию. Так из опубликованной и фондовой литературы известно, что подобные работы проводились в Геологическом институте КФАН СССР (А. И. Кринари, А. Г. Салихов, 1951—1959 гг.) совместно с Казанской экспедицией (В. И. Терехов, В. Л. Зубков, 1953—1959 гг.), кафедрой геофизических методов разведки КГУ (В. П. Боронин, 1955—1958 гг.), а также сотрудниками ВНИИГеофизики.

В течение последних лет, по мере накопления фактических данных о распределении плотности пород осадочной толщи и фундамента рассматриваемой территории, материалы гравитационно-магнитных съемок подвергались несколько углубленному анализу.

Некоторые обобщающие работы по истолкованию материалов рассматриваемых видов исследований проводились в Геологическом институте Казанского филиала АН СССР совместно с трестом «Татнефтегеофизика». Основные результаты по рассматриваемому вопросу состоят вкратце в следующем.

1. Наблюдаемые в Татарии гравиметрические и магнитные максимумы обусловлены распределением плотности и магнитной восприимчивости пород, залегающих, главным образом, в толще фундамента (в верхней части земной коры). Возмущающими массами здесь являются образования основного ряда (диабазы, габбро-диабазы, базальты).

2. Зоны повышенных горизонтальных градиентов силы тяжести рассматриваются как мобильные участки, вдоль которых в течение длительного геологического периода происходили подвижки отдельных крупных блоков фундамента. Отражают они наиболее резкое изменение поверхности возмущающих масс. К этим зонам в Татарии и прилегающих областях в большинстве случаев приурочены положительные структуры девона и карбона.

3. Качественная гравиметрическая и магнитометрическая характеристика расположения известных положительных структур с учетом геологического строения данного региона позволяет в первом приближении наметить зоны вероятных структурных образований в девоне на неизученных участках.

4. На основе количественной интерпретации аномалий силы тяжести установлена определенная закономерная зависимость между глубиной залегания возмущающих масс и рельефом поверхности кристаллического основания, которая состоит в том, что большими отметками масс соответствуют большие отметки фундамента и наоборот — меньшим глубинам гравитирующих масс соответствуют меньшие глубины до поверхности фундамента. Последние определяются по численным значениям этой зависимости. Здесь необходимо заметить, что аналогичная зависимость между глубиной залегания магнитоактивных масс и глубиной до поверхности кристаллического основания для некоторых типов магнитных аномалий Татарии недавно была установлена В. П. Степановым [24]. При этом им получены две зависимости: первая — для районов Татарского

свода и его склонов, вторая — для районов впадин, окаймляющих Татарский свод. Существование двух зависимостей по одному и тому же методу, очевидно, несколько затрудняет интерпретацию магнитных аномалий на неизученных территориях. Однако при условии использования данных опорного бурения в процессе интерпретации магнитных аномалий слабо изученных в геологическом отношении площадей можно выбрать лишь одну — нужную зависимость.

Карта аномалий силы тяжести и вертикальной составляющей магнитного поля земли подвергалась качественной интерпретации также на кафедре геофизических методов разведки КГУ.

В. П. Боронин [5], исходя из распределения гравитационных аномалий и изучения плотности пород осадочной толщи палеозоя, сделал заслуживающую внимания попытку установить связь между рассматриваемыми аномалиями и распределением положительных структур в карбоне и в верхнем девоне. Основной вывод по этому вопросу заключается в следующем:

«Поскольку для возникновения локальных минимумов силы тяжести основное значение имеет послойная зональность плотности в мощных толщах карбонатных отложений, то с подобного рода минимумами должны увязываться в Татарии структуры, проявленные, как правило, в карбоне или карбоне и верхнем девоне, которые, как показывает практика, далеко не всегда отражаются в пермских отложениях и в этих случаях не могут быть успешно выявлены структурно-картировочным (крелиусным) бурением» [5].

Следует заметить, что мнение о послойной зональности плотности пород и обоснование на этом поисков локальных структур в осадочной толще девона и карбона в настоящее время не разделяется многими геофизиками и геологами, работающими в Волго-Камском крае.

Не оспаривая здесь вывода о зональном изменении плотности пород мощной осадочной толщи карбона и девона, укажем лишь, что имеются данные, противоречащие этому положению.

Кроме указанных выше исследований, в 1955—1957 гг. работа по анализу и обобщению сводных гравиметрических и магнитометрических карт Волго-Уральского нефтеносного района была выполнена сотрудниками ВУФВНИИГеофизики (Л. Д. Немцов, М. А. Айзенберг, 1959 г.) и ВНИИГеофизики по теме № 137 (В. А. Клубов, Н. В. Подоба, А. Д. Соловьева и другие). В последней работе большое внимание уделено петрографическому изучению и определению плотности пород осадочной толщи и верхней части кристаллического фундамента. На этой основе определена природа локальных гравитационных аномалий за счет изменения петрографической неоднородности фундамента, т. е. его плотностного состава. Высказано соображение о природе региональных гравитационных аномалий в связи с влиянием рельефа условного базальтового слоя.

Большой фактический материал накоплен в Татарии в результате гравитационно-магнитных съемок. Разработка эффективных способов геологической интерпретации этого материала с целью выявления структур кристаллического фундамента и осадочной толщи составляет задачу первой очередности.

В ряде районов Советского Союза в настоящее время проводятся гравиметрические работы миллиметровой съемки. В дальнейшем на основе применения высокоточной аппаратуры предусматривается значительное расширение объема этих работ и повышение точности съемок. В связи с этим в ближайшее время будут созданы новые приборы, применение которых обеспечит составление карт с сечением изоаномал через десятые доли мгл.

Наряду с этим ставится задача повышения эффективности гравиразведки в деле поисков полезных ископаемых. Это, как известно, в значи-

тельной степени зависит от практических возможностей расшифровки результатов полевых наблюдений.

Известно, что практическое использование результатов гравитационно-магнитных исследований достигается путем качественной и количественной интерпретации аномалий. Качественная интерпретация обычно сводится к выявлению каких-либо взаимосвязей между распределением элементов физического поля и геологическими объектами изучаемой площади. Для этого делают сопоставление карт аномалий с геологическими картами. С этой целью наблюденные аномалии разделяют на остаточные и региональные. Существует ряд способов разделения суммарных гравитационных полей. Последние для целей поисков глубинных структур в некоторых случаях дают удовлетворительные результаты. Ожидаемые результаты в этих случаях зависят, главным образом, от тесноты связи между распределением аномалий и изучаемыми объектами.

Количественная интерпретация аномалий заключается в том, что по распределению элементов гравитационного (магнитного) поля вычисляются элементы залегания возмущающих масс.

Вопросами теории и практики интерпретации в последнее время занимались многие советские и зарубежные исследователи-геофизики. В настоящее время разработаны различные приемы частичного решения прямой и обратной задач гравиметрической разведки. Однако немногие из них доведены до стадии практического использования. Поэтому необходимость разработки способов, позволяющих достаточно точно, без особых трудностей и быстро находить элементы залегания и гравитационное действие масс, ощущается давно. Выполненная тематической партией КГЭ совместно с Геологическим институтом КФАН СССР (А. Г. Салихов, Л. А. Жаркова, 1960 г.) работа в одном из основных разделов имеет целью восполнить некоторые пробелы в этой области.

В большинстве распространенных способов интересующие интерпретатора данные отыскиваются либо по кривым аномалии вертикальной составляющей силы тяжести, либо по кривым ее производных. Совместное рассмотрение вертикальной составляющей, ее градиентов и экстремального расстояния до последних при решении задачи не имеет места. Это объясняется тем, что элементы залегания гравитирующих масс находятся в сложной зависимости от характера распределений аномалий и являются функциями нескольких переменных. Поэтому точно выразить искомую величину аналитически одновременно в зависимости от первой и второй производных потенциального поля невозможно.

В практике количественной интерпретации пользуются обычно упрощенными способами, позволяющими для частных случаев вычислять искомую величину приближенно. Однако в зависимости от различных условий приближенное вычисление не всегда дает удовлетворительные результаты. Разработанный и приведенный в этой работе номографический способ решения прямой и обратной задач гравиметрии для некоторых гравитирующих масс, имеющих геометрически правильные формы, является принципиально новым.

В его основу положено одновременное использование аномальных значений вертикальной составляющей гравитационного поля, горизонтального и вертикального градиентов, а также экстремального значения расстояния до максимальных градиентов. Преимущество его перед другими способами, на наш взгляд, состоит в быстроте вычислений с практической достаточной точностью и в возможности сразу же определять (по данным карт аномалий) глубины нижней и верхней грани, горизонтальные размеры, а также среднюю плотность на границе раздела двух сред. При известных же перечисленных размерах тела легко решается прямая задача по определению аномального значения силы тяжести,

второй горизонтальной и вертикальной производных потенциала и экстремального расстояния до горизонтального градиента.

С целью выбора достаточно большого числа вариантов решения прямой и обратной задачи, номограммы построены для шести различных форм тел, которым могут быть уподоблены шесть различных случаев геологического строения, обусловленных аномалиями. В тех случаях, когда формы тел точно совпадают с теоретическими, принятыми при построении номограммы, глубины залегания и горизонтальные размеры ее определяются с большой точностью. Если при интерпретации будут использованы карты детальных — высокоточных съемок, из которых достаточно точно можно определить вертикальный градиент, то в этих случаях избыточная плотность гравитирующего тела определяется также практически точно.

Высокая точность результатов интерпретации достигается за счет использования при построении номограммы точных формул, значительная часть которых получена в процессе выполнения плана научных исследований в 1958—1960 гг.

Очевидно, если точнее будут определены глубины до границы раздела плотностей, то и результаты геологической интерпретации окажутся более точными. Следовательно, использование материалов полевых гравиметрических съемок в нефтепоисковых работах будет эффективнее.

Пологое залегание погребенных структур, отсутствие непосредственных связей их с гравитационно-магнитными аномалиями и отсутствие прямых признаков для поисков этих структур, а также значительное несоответствие структурных элементов различных слоев осадочной толщи палеозоя чрезвычайно затрудняют подготовку площадей под глубокую разведку в Татарии.

Однако, наличие косвенных закономерных связей в распределении гравиметрических аномалий с зонами расположений девонских структур, а также возможность приближенного определения рельефа и отметок фундамента позволяют в значительной мере судить о вероятном наличии девонских структур.

Сопоставление гравиметрических аномалий с магнитометрическими показывает, что большинство из них сопровождается аналогичными максимумами и минимумами магнитного поля земли. Так например, положительные гравитационные аномалии площадью в несколько сотен квадратных километров, выявленные в районе д. Сосновка, Б. Варзи, и отрицательные аномалии у г. Сарапула, у д. Поршур на обеих картах близко соответствуют как по площади, так и по конфигурации. На фоне такого распределения крупных аномалий в пределах отдельных площадей выявлены более мелкие полосовые магнитные аномалии, которые обычно располагаются в зонах повышенных значений горизонтальных градиентов аномалий силы тяжести.

Данные о больших градиентах аномалий силы тяжести и соответствие им резкой границы раздела плотностей типа ступени в современных тектонически активных районах Средней Азии были приведены в работе А. А. Шрейдера [29].

Несколько позднее (1951 г.) А. Т. Донабедовым и Ю. А. Мещеряковым [10] была описана приуроченность на Русской платформе некоторых структур осадочной толщи к этим зонам.

Выводы, полученные этими исследователями, а также анализы геолого-геофизических материалов Волго-Уральской области позволили автору данной работы истолковать зоны повышенных горизонтальных градиентов как тектонически активные участки, то есть как местоположения древних тектонических разломов земной коры. Возможность выделения зон разломов на основе материалов гравиметрических съемок, вдоль которых в течение длительного геологического времени происходили многократные поднятия и опускания отдельных участков земной

коры, а также истолкования приуроченности к этим зонам структур осадочной толщи впервые были описаны в 1952 году.

С тех пор прошло достаточно много времени, в течение которого накоплены данные качественной интерпретации и значительный фактический материал, подтверждающий это положение и связанные с ним практические выводы. Теперь у большинства геофизиков и геологов не вызывает сомнения отражение глубинных разломов на гравиметрических картах в виде повышенных значений горизонтальных градиентов аномалий гравитационного поля.

По материалам площадных гравиметрических съемок в восточной части Татарии и прилегающей к ней территории Удмуртии выделены несколько зон разломов (фиг. 1).

Полосовые магнитные аномалии на юго-востоке Татарии наблюдаются в пределах Туймазинской, Ойкино-Алтуниńskiej структур, в районе д. Кряжлы, Секретарка, Фоминовка. В Билярско-Елабужской зоне они прослежены в районе д. Тихоново (Соболеково), Ниж. Афанасьево — Соколки; в Тюлячинско-Асинерской зоне — у д. Ямышка, Безменшур, Асинер, Н. Кизнерка и Б. Волково; в Ижевско-Ст.-Зятчинской зоне — у д. Ст. Зятцы и у г. Ижевска и др.

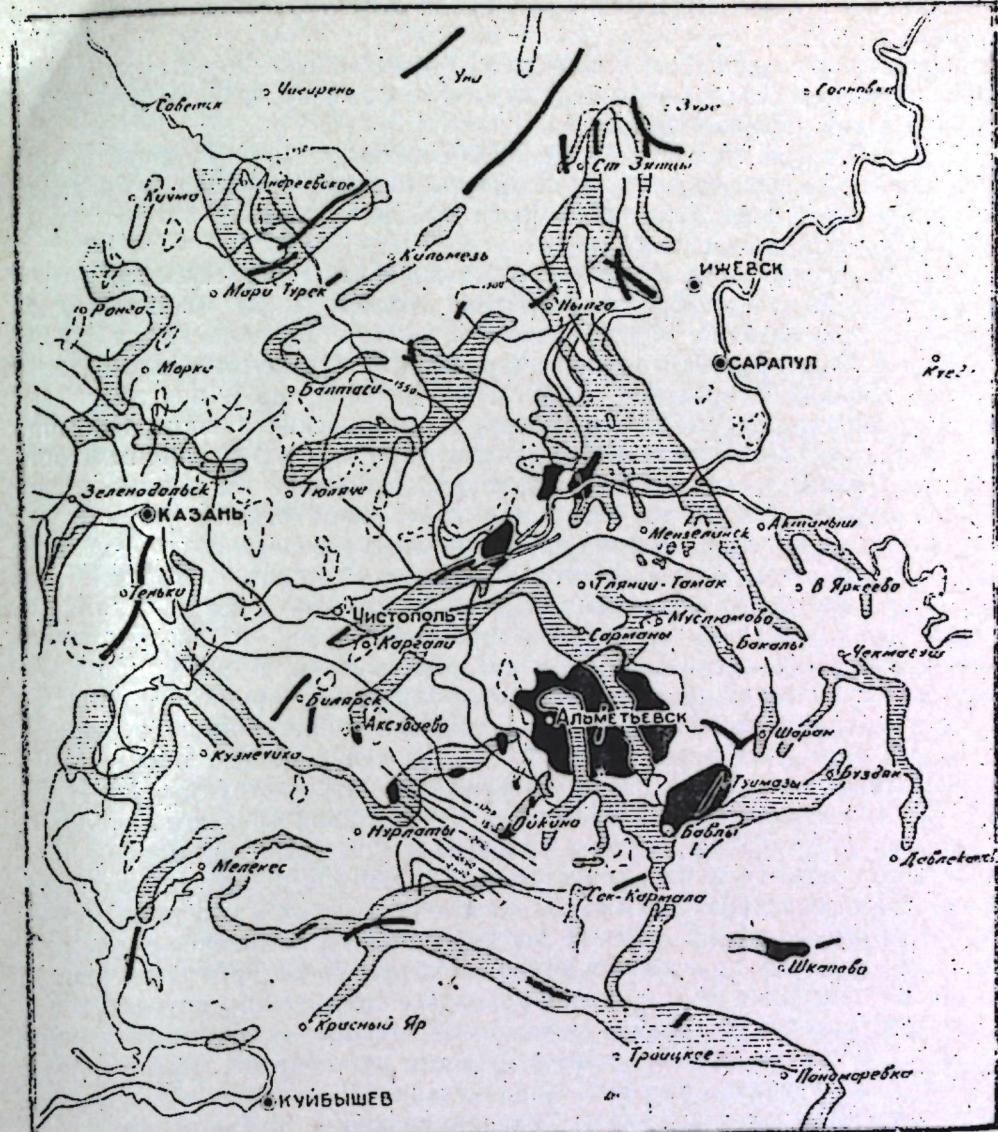
Приуроченность узких полосовых магнитных максимумов к зонам тектонических разломов фундамента может быть объяснена внедрением в верхние слои фундамента пород, содержащих в своем составе магнитоактивные компоненты в местах крупных разломов древнего заложения. К последним в ряде случаев приурочены девонские структуры.

Отсюда интерпретационное значение узких полосовых магнитных максимумов в Татарии состоит в том, что они в ряде случаев соответствуют местоположению девонских структур (Бавлинская, Туймазинская, Елабужская, Ойкино-Алтунинская структуры) и самостоятельно указывают продолжение зон разломов. Это особенно важно на тех участках, где либо в результате погрешностей измерений, либо по ряду геологических причин по гравиметрическим данным трудно проследить продолжение данной зоны разлома.

Замечательным является тот неоспоримый факт, что известные положительные структуры девонских образований в большинстве случаев характеризуются повышенными значениями горизонтальных градиентов силы тяжести.

Очевидно, что численные значения градиентов будут зависеть в основном от расстояния между уровнем моря и границей раздела плотностей, а также от амплитуды в неровностях рельефа самой границы раздела. Значение градиентов на структурах, расположенных в пределах древнего Волго-Камского щита, за исключением некоторых случаев, может быть оценена величиной от 8 Е и выше. Причем структуры девонских образований располагаются большой осью вдоль зон тектонических разломов. Последние по восточной и южной границе Татарского свода фундамента близко совпадают с границей выклинивания бавлинских отложений, то есть прослеживаются вдоль границы структур I и II порядка. Здесь в зонах разломов располагаются Ромашкинская, Бавлинская, Черемшанская, Нурлатская, Аксубаевская, Ойкино-Алтунинская, Голощурминская структуры, а за пределами Татарии — группа структур Больше-Кинельской, Мало-Кинельской и Жигулевской дислокации, Субхангуловская, Шкаповская и другие структуры.

Однако при такой интерпретации зон повышенных горизонтальных градиентов гравитационного поля, без привлечения других вспомогательных материалов для отдельных участков тектонических разломов в не изученных бурением районах можно говорить лишь о вероятном случае образования здесь глубинных структур. Положительные структурные формы девонских образований размещаются, как видно из фиг. 1, не на всей зоне тектонического разлома, а главным образом на отдельных его



Карта разломов кристаллического фундамента Татарии и прилегающих к ней территорий.

1—положительные структуры девонских отложений; 2—положительные структуры пермских отложений; 3—зона разломов по гравиметрии; 4—зона разломов по магнитометрии; 5—изогипсы поверхности фундамента.

участках. Лишь при благоприятных геологических условиях структуры располагаются непрерывной цепью и занимают сравнительно большой участок зоны разлома, например, в районе Больше-Кинельской, Мало-Кинельской и Жигулевской дислокации. В других же менее благоприятных условиях расстояния между двумя положительными девонскими структурами в пределах данной зоны может достигать значительных размеров. Поэтому для однозначного решения задачи поисков структур по гравиметрическим данным в малоизученных районах необходимо привлечь материалы высокоточных гравиметрических съемок, результаты их не только качественной, но и количественной интерпретации, а также

использовать закономерности размещения структур общегеологического порядка.

Исследованиями Л. Н. Розанова [17] установлена группа структур, прослеживающихся по всем горизонтам разреза, которые не имеют несоответствия в форме залегания.

В работах Б. М. Юсупова, А. М. Мельникова, С. П. Егорова и других показано, что структурные элементы перми и карбона в пределах купольных поднятий Татарского свода в ряде случаев не соответствуют форме залегания девонских слоев.

Л. Ф. Солонцовым подмечено, что в пределах Урало-Поволжья многие структуры осадочного покрова типа «валов» А. Д. Архангельского окружают древнейшие кристаллические щиты и располагаются по существу в зоне древних тектонических разломов докембрийского заложения (Большой-Кинельский, Бавлинско-Туймазинский и другие валы). Весьма характерно, что в этих зонах докембрийских разломов обычно наблюдаются соответствия в форме залегания пластов различных горизонтов. Плановое соответствие структур подтверждается данными глубокого бурения также по разломам, прослеживающимся по контуру структуры II порядка. В этих благоприятных геологических условиях образования куполовидных поднятий осадочной толщи создаются возможности для более определенного решения задачи поисков локальных структур на основании материалов гравиметрических и магнитометрических съемок. Следовательно, в некоторых случаях, в пределах отдельных зон разломов, расположенных на границах крупных поднятий, использование геолого-геофизических данных может помочь в выявлении девонских локальных структур. С этой целью необходимо считать перспективными участки, расположенные по контуру структур I и II порядков в тектонических разломах, которые характеризуются положительными структурами верхних слоев палеозоя. Для выявления этих участков, очевидно, нужно сопоставлять карты зон повышенных градиентов гравитационного поля и локальных полосовых магнитных максимумов со структурными картами, составленными в комплексе с материалами крелиусного бурения, например, со структурной картой по маркирующему прослою в швагериновом горизонте сакмарского яруса. Однако для этого материалы гравиметрических и магнитометрических съемок должны обеспечивать достаточную точность наблюдений, чтобы по ним можно было уверенно наметить зоны тектонических разломов и вычислить элементы залегания масс, обуславливающих наблюдаемые аномалии.

Расчеты показывают, что достоверность результатов при вычислении глубины залегания возмущающих масс, а следовательно и фундамента, при других равных условиях, зависит в основном от точности определения горизонтального градиента. Среднее значение последнего, взятого, например, в шестикилометровой зоне, должно определяться с точностью порядка 0,7—1%. Такая точность может быть достигнута лишь при условии, если полевая съемка обеспечивает составление гравиметрических карт с сечением изоаномал через 0,5 и менее мгл. Современная гравиметрическая аппаратура при двухкратной методике наблюдений позволяет осуществить составление карты через 0,4—0,5 мгл.

На основе повторных и более детальных съемок, проведенных гравиметрическими партиями треста «Татнефтегеофизика» (1956—1959 гг.), выявлены большие погрешности не только в проведении отдельных изоаномал, но и в измерениях аномалий на ряде опорных пунктов.

Использование материалов, содержащих недопустимые погрешности, не может обеспечить даже приближенную качественную и количественную интерпретацию.

Известно, что до недавнего времени материалы гравиметрических съемок, за исключением единичных случаев, не подвергались количественной интерпретации.

Отсутствие количественных данных, хотя бы приближенно характеризующих положение непосредственной тесной связи наблюдаемых аномалий со структурными элементами поверхности кристаллического основания и слоев осадочной толщи, привело к развитию одностороннего, подчас неверного, качественного истолкования аномалий. Первые работы по количественной интерпретации гравитационно-магнитных аномалий платформенных областей выполнены сравнительно недавно. Среди них на наш взгляд наиболее значительными по содержанию были результаты интерпретации Московской гравиметрической аномалии, выполненной Е. Н. Люстихом [13], и истолкование магнитометрических аномалий Б. А. Андреевым [1]. Однако эти исследования все же содержали количественную характеристику лишь немногих аномалий. Массовая количественная интерпретация гравиметрических и магнитометрических аномалий рассматриваемой территории не была сделана. Применением количественных способов интерпретации было показано [13], что массы, обуславливающие наблюдаемые аномалии, во всех случаях залегают на глубинах ниже поверхности кристаллического основания. Поэтому практическое использование этих данных было затруднено. Применение результатов расчетов для изучения тектонического строения стало возможным лишь после накопления данных глубокого бурения о глубине залегания фундамента. Лишь эти данные позволили установить закономерные связи между распределением аномалий, возмущающими массами и рельефом поверхности фундамента. Основные результаты и обоснование существования этих связей были изложены нами в специальной работе. Здесь полезно привести некоторые данные о структурных элементах поверхности кристаллического фундамента рассматриваемого района и результаты проверки расчетных данных бурением. Установленные закономерности в распределении возмущающих масс и поверхности фундамента позволили вычислить его отметки на различных площадях и установить на участке севернее Татарского свода предполагаемые погребенные поднятия. Наиболее отчетливо оконтуренные из них являются: Ленинское, Андреевское и Нылгинское поднятие [20].

В 1957—1959 гг. геологические результаты способа (данные о рельфе фундамента и о глубине его залегания) прошли частичную проверку бурением. В частности были разбурены новые площади (Андреевское поднятие у д. Аркуль в Кировской области и Казанский прогиб в Татарии), где отметки поверхности кристаллического основания, полученные путем линейной интерполяции данных скважин, отстоящих на большие расстояния, и вычисленные для этих участков по материалам гравиметрических съемок, сильно отличались. Известно, что до постановки поисково-разведочных работ поверхность фундамента в районе д. Аркуль предполагалась на отметках —2100 м, а в районе д. Кошка и Маклашевка — около —1900 м.

Скважина, заложенная у д. Аркуль (Андреевское поднятие), достигла поверхности кристаллических образований на отметке —1785 м. Вычисленная же отметка в районе расположения этой скважины, определенная по двум расчетным точкам (№ 206, 207), составляет —1687 м. Следовательно, расхождение между вычисленной отметкой и полученной по бурению составляет —98 м.

В пределах Казанского прогиба отметки фундамента были вычислены в 1956 г. по данным повторных гравиметрических работ. Отметки фундамента в районе д. Кошки, Маклашевка, Русский Юрткуль и Базарные Матахи были получены соответственно равными —2039 м (точка № 240), —2062 м (точка № 239), —2069 м (точка № 238) и —1879 м (точка № 241). Расчетные глубины в данном районе также подтвердились последующим бурением. Согласно полученным данным расхожде-

ния между сопоставляемыми величинами на точках № 241, 239 и 240 не превышают соответственно 100, 50 и 60 м.

В 1959 г. поисково-разведочная скв. 5, расположенная у д. Ст. Сюровий в 20 км к северо-западу от д. Нылго, вскрыла поверхность фундамента на отметке — 1708 м, что и подтвердило приподнятое залегание кристаллического основания в этом районе.

Несколько скважин за этот период вскрыли фундамент и на других площадях. Данные отметок кристаллического фундамента, полученные путем расчета и последующим бурением, приведены в таблице I.

Таблица I

№ п/п	Название площадей и №№ скважин	Отметка фунда- мента по данным		Расхождения вы- численных отметок		№№ расче- тных точек
		бурения	грави- метрии	в м	в % к глубине	
1	Чигиринская скв. 2	-1874	-1862	+12	1	по интерпо- ляции
2	Бугровская 10	-1938	-2150	-112	5,6	238 интер- поляц.
3	Бондюжская 70	-1610	-1654	-44	2,5	25
4	Лашевская 53	-1570	-1620	-50	3	15—73
5	Лашевская 12	-1696	-1761	-65	3,7	152
6	Аркульская 1	-1785	-1687	-98	5,4	206—207
7	Колбовская 2	-1730	-1820	-90	4,8	по интерпо- ляции

Из таблицы видно, что среднеквадратическая погрешность определения отметок фундамента на перечисленных шести площадях не превышает +74 м, а на Нылгинской площади она достигает 250 м и более.

Определение глубины залегания и рельефа поверхности фундамента по материалам гравиметрических съемок — дело еще новое. Оно требует дальнейшего всестороннего изучения. Прежде всего, путем полевых детальных наблюдений необходимо уточнить исходные для расчета карты распределения аномалий. Во-вторых, неотложной задачей является усовершенствование и разработка новых способов количественной интерпретации аномалий, поскольку примененный способ при вычислении глубины залегания возмущающих масс является сугубо приближенным.

Эти исследования позволят более углубленно изучить существенные связи между характером распределения гравитационных, магнитных аномалий и рельефом поверхности кристаллического фундамента, между характером распределения глубинных масс и ориентировкой зон разломов, к которым в большинстве случаев приурочены структурные образования осадочной толщи. В связи с большими возможностями гравиразведки следует заметить, что в 1959 году в результате поисково-разведочных работ трестом «Татнефтегазразведка» в зонах разломов фундамента, выделяемых по материалам гравитационно-магнитных съемок, выявлено несколько структур с промышленным скоплением нефти. Среди них, в частности, открыто новое нефтяное месторождение на рекомендованной (1955 г.) Геологическим институтом совместно с трестом «Татнефтегеофизика» Салаушской площади.

Имеющиеся в настоящее время данные о расположении тектонических разломов в фундаменте и возникших в связи с разломами структурных образований осадочной толщи, а также материалы приближенного вычисления отметок кристаллического основания позволяют наметить по гравитационно-магнитным картам участки, перспективные для поисков девонских структур.

Исходя из изложенного, имеются основания рекомендовать в Восточной Татарии для поисков положительных структур участки в пределах следующих зон разломов: Биярско-Елабужской, Аксубаево-Сарманов-

ской, Сарманово-Шаранской, Чекмагушско-Актанышской и Актанышско-Зятцинской. По аналогии с разбуренными площадями на этих участках следует ожидать наличие положительных структур девона, карбона и перми. Поэтому поисково-разведочные работы здесь целесообразно продолжать на следующих площадях:

- 1) на выявленных крелиусным бурением по нижней перми Старо-Кармалинской и Актанышской структурах;
- 2) на участке между д. Голюшурма и Мензелинском, расположенным от устья р. Ик, полосой вдоль нее, проходящей севернее г. Мензелинска;
- 3) между Елабужской и Соболековской структурами вдоль Камы;
- 4) в районе д. Ст. Домосейкино, а также д. Сок-Кармала на Южно-Бавлинской площади;
- 5) в Южно-Бавлинской зоне градиентов, расположенной по меридиану г. Бавлы и прослеживающейся южнее Бавлов на 70 км.

Исключительно важное значение в выявлении новых нефтеносных структур имеет территория Удмуртии в районе Нылгинской разведочной площади. Глубокое бурение, ориентирование по материалам гравиразведки, здесь выявило промышленное скопление нефти.

Первоочередными задачами научно-исследовательских и полевых работ в Татарии являются:

- 1) постановка тематических исследований с целью углубленной геологической интерпретации материалов гравитационно-магнитных съемок, путем применения различных способов качественного и количественного истолкования аномалий. Полученные при этом материалы позволяют составить карты вертикальных и горизонтальных градиентов и пересчета потенциала в нижнее и верхнее полупространства, карты рельефа поверхности возмущающих масс и фундамента, а также прогнозные схемы расположения структур III порядка;
- 2) продолжение тематических работ по составлению номограмм для интерпретации гравитационных аномалий, а также отысканию путей приложения этих номограмм к случаю магнитных аномалий;
- 3) постановка детально-поноковых гравиметрических, детально аэромагнитных исследований с последующей углубленной интерпретацией полученных материалов;
- 4) постановка электроразведочных (методом становления поля) и сейсмических исследований для изучения рельефа отражающих поверхностей в осадочной толще и глубинного строения фундамента восточных и западных районов Татарии;
- 5) расширение научно-исследовательских работ по разведочной геофизике в Казанском филиале АН СССР.

Осуществление намеченных работ позволит значительно повысить эффективность геофизических методов в деле поисков новых нефтяных месторождений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Б. А. Определение поверхности кристаллического фундамента платформенных областей по магнитным аномалиям. Прикладная геофизика, вып. 13. Гостоптехиздат, 1955.
2. Архангельский А. Д., Михайлов А. А., Федынский В. В., Листих Е. Н. Геологическое значение аномалий силы тяжести в СССР. Изв. АН СССР, сер. геологич. № 4, 1937.
3. Бердяева А. В. Отчет о работах Казанской партии генеральной магнитной съемки в 1933 г. Бюллетень генеральной магнитной съемки, вып. 4, 1934.
4. Богданов А. И., Дюков А. И., Федынский В. В. Геофизические методы поисков и разведки полезных ископаемых в СССР. Советская геология, вып. 60, 1957.
5. Бородин В. П. Тектоническое строение территории Татарской АССР по данным гравитационных и магнитных съемок. Автореферат диссертации. Фонды треста «Татнефтегазразведка», 1957.

6. Буланже Ю. Д. Некоторые вопросы методики гравиметрической съемки. Прикладная геофизика, вып. 1, 1945.
7. Бюллетень Генеральной магнитной съемки. Изд. Главной геофизической обсерватории, вып. 1, Л. 1933.
8. Геологическое строение и нефтеносность Татарской АССР. Сб. статей, ВНИТОнефть, Гостоптехиздат, 1948.
9. Горшков Г. П. Землетрясения на территории Советского Союза. Госиздат. географич. литературы, 1949.
10. Доналев А. Т., Мещеряков Ю. А. О соотношениях между локальными антиклинальными структурами и аномалиями силы тяжести в пределах Русской платформы. ДАН СССР, т. XXIX, № 8, 1951.
11. Егоров С. П. Шугуровское месторождение нефти. Геологическое строение и нефтеносность Татарской АССР. Гостоптехиздат, 1948.
12. Лукавченко П. И. Гравиметрическая разведка на нефть и газ. Гостоптехиздат, 1956.
13. Люстик Е. Н. Количественная интерпретация некоторых гравитационных аномалий Русской платформы. Прикладная геофизика, вып. 6. Гостоптехиздат, 1950.
14. Маловичко А. К. Об определении контактной поверхности по гравитационным аномалиям. Прикладная геофизика, вып. 5, Гостоптехиздат, 1948.
15. Мельников А. М. О зональном распространении нефтяных залежей Татарии. Геология нефти и газа. Гостоптехиздат, вып. 10, 1959.
16. Пушкин Н. Ф. Отчет о работах по генеральной магнитной съемке в Татарской АССР в 1931 г. Бюллетень генеральной магнитной съемки. Изд. главной геофизической обсерватории Л., 1933.
17. Розанов Л. Н. История формирования тектонических структур Башкирии и прилегающих областей. Гостоптехиздат, 1957.
18. Салихов А. Г. К вопросу геологической интерпретации гравитационных аномалий в условиях Татарской АССР. Изв. КФАН СССР, сер. геол., юбилейный сборник, 1957.
19. Салихов А. Г. О практической применимости некоторых формул для определения глубины залегания возмущающих гравитационное поле масс. Изв. КФАН СССР, сер. геологич. наук, вып. 7, 1959.
20. Салихов А. Г. Структурные элементы кристаллического фундамента Удмуртии, восточных районов Марийской Республики, Кировской области и западной части Пермской области. Перспективы нефтегазоносности и направление геологоразведочных работ в северо-восточных районах Урало-Волжской области. Гостоптехиздат, 1958.
21. Салихов А. Г., Степанов В. П. Некоторые результаты работы с различными типами гравиметров. Техбюллетень «Татарская нефть», № 1, 1958.
22. Салихов А. Г., Степанов В. П. О распределении плотности пород палеозоя Татарии. Техбюллетень «Татарская нефть», № 3—4, 1958.
23. Солонцов Л. Ф. Основные черты тектоники Урало-Волжской области в до-девонское (бавлинское) время в связи с проблемой ее нефтеносности. Перспективы нефтегазоносности и направление геологоразведочных работ в северо-восточных районах Урало-Волжской нефтеносной области. Гостоптехиздат, 1958.
24. Степанов В. П. Геологическая интерпретация магнитных аномалий в условиях Татарской АССР. Материалы первой конференции молодых научных работников г. Казани, 1959.
25. Федынский В. В. Геофизическая разведка на нефть в СССР за годы Отечественной войны. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофизич., т. № 5, 1944.
26. Уманцев Д. Ф. Плотностная характеристика геологического разреза мезокайнозоя западной части Западно-Сибирской низменности. Сб. Прикладная геофизика, вып. 18, Гостоптехиздат, 1958.
27. Флоринский В. П., Лапинская Т. А., Киязев В. С. Основные магматические породы южной части Татарской АССР. ДАН СССР, т. 81, № 6, 1952.
28. Фотиади Э. Э. Геологическое строение Русской платформы по данным региональных геофизических исследований и опорного бурения. Гостехиздат, 1958.
29. Шрейдер А. А. Основные результаты общей геофизической съемки западной части Средней Азии. Прикладная геофизика, вып. 4, 1948.
30. Юсупов Б. М. К истории формирования Татарского свода. ДАН СССР, т. 95, № 5, 1954.

Г. Я. Якупов

### НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И НЕОТЛОЖНЫЕ ВОПРОСЫ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ НА НЕФТЬ РАБОТ В ТАТАРИИ

Сорокалетие Татарской Автономной Советской Социалистической Республики знаменуется крупными достижениями в области развития нефтяной и газовой промышленности.

По природным запасам нефти и по уровню годовой добычи Татария сейчас занимает первое место среди нефтяных районов Советского Союза.

Семилетним планом развития народного хозяйства страны предусматриваются еще более высокие темпы роста нефтяной и газовой промышленности.

К концу 1965 года добыча нефти и газа по Татарскому экономическому району увеличится по сравнению с 1958 г. соответственно в 2,3 и 4,8 раза.

В решении этих исторических задач, стоящих перед нефтяниками Татарии, немаловажную роль играет правильная организация поисков и разведки новых нефтяных месторождений, усовершенствование методики геолого-геофизических исследований и разработка рационального комплекса поисково-разведочных работ применительно к различным геологотектоническим условиям отдельных районов.

Татарская Республика располагается в центральной части обширной Русской платформы, простирающейся от Уральских гор на востоке до Скандинавских и Карпатских гор на западе, от Баренцова моря на севере до Кавказских гор на юге.

В пределах Русской платформы нефтяные месторождения приурочиваются к пологим тектоническим структурным элементам различных типов, размеров и конфигураций.

На территории Татарии развиты структуры преимущественно типа куполовидных поднятий. Нефтеносными здесь являются отдельные стратиграфические горизонты карбона и девона, образующие складки второго «порядка», которые генетически связаны с более крупными тектоническими элементами кристаллического фундамента — поднятиями первого «порядка» (Татарским сводом, его бортовыми частями, восточным бортом Мелекесской депрессии). Глубины залегания нефтеносных горизонтов колеблются в пределах от 600—700 м (верей-намюрские), 900—1000 м (угленосный горизонт), до 1450—1700 м (девонские).

Основными эксплуатационными объектами из них в настоящее время являются нефтеносные горизонты, приуроченные к девонским отложениям. Верей-намюрские, угленосные горизонты введены в эксплуатацию только на двух промыслах, и их роль в общей добыче нефти незначительна.

Кроме того, крелиусными скважинами установлено наличие нефти в сакмарских отложениях нижней перми на Сулинской разведочной площади. Этот нефтеносный горизонт еще не оконтурен и в эксплуатацию не введен. По данным испытаний, дебиты скважин небольшие и не превышают 5—7 тонн в сутки.

Значительная часть выявленных в Татарии нефтеносных глубинных девонских структур (Азнакаевская, Акташская, Поповская, Черемшанская, Ново-Ибрайкинская и некоторые другие) не имеют прямого отображения в структурном плане вышележащих образований.

Девонские, каменноугольные и пермские образования характеризуются единым структурным планом на Елабужской, Бондюжской, Первомайской, Аксубаевской площадях.

Помимо этих тектонических форм в Татарии довольно часто встречаются так называемые «структуры без корней». К ним относятся локальные пермские и каменноугольные структуры третьего порядка, под которыми в терригенном девоне не установлено поднятий (Шугуровская, Крым-Сарайская и некоторые другие структуры).

Такие разнообразные типы структур в Татарии несомненно обусловливают необходимость применения соответствующего комплекса поисково-разведочных на нефть работ.

Однако приходится констатировать, что в этом отношении у нас в Татарии не все обстоит благополучно.

В настоящее время работы, проводимые по поискам и разведке новых нефтяных месторождений разведочными организациями Татарского совнархоза, по нашему мнению, осуществляются без достаточного учета указанных обстоятельств.

В этом можно убедиться, если рассмотреть весь комплекс проводимых работ, который заключается в нижеследующем:

На локальных верхнепермских структурах, выявленных в период съемочных работ 1933—1952 гг., или в так называемых «закрытых» районах, где верхнепермские образования не выведены на дневную поверхность, проводится структурно-картировочное бурение со вскрытием сакмарских отложений нижней перми, залегающих на глубинах 300—400 м от дневной поверхности. Площадь считается подготовленной для ввода в глубокое нефтепоисковое бурение на девон и карбон, если устанавливается поднятие при указанном мелком структурном бурении.

Затем на этих структурах осуществляется бурение глубоких поисково-разведочных скважин с задачами установления наличия нижнекаменноугольных и девонских поднятий, выявления нефтеносных горизонтов в разрезах этих отложений; при наличии таковых производится испытание на приток нефти.

Таков фактический комплекс проводимых нефтепоисковых работ. Здесь, конечно, мы не видим дифференциального подхода к районам и площадям с различными структурно-тектоническими условиями.

Из геофизических методов поисков и разведки в Татарии применялись в какой-то степени почти все известные в настоящее время способы (гравиметрия, магнитометрия, электроразведка, сейсморазведка), но результаты их применения нельзя считать удовлетворительными.

В Татарии, за исключением Салаушской разведочной площади, пока не известно ни одного месторождения нефти, которое было открыто на структурах, подготовленных для ввода в глубокое разведочное бурение с помощью применения геофизических методов. Салаушская площадь, расположенная в северо-восточной части республики, была рекомендована под глубокую разведку Геологическим институтом Казанского филиала Академии наук СССР и трестом «Татнефтегеофизика» на основании материалов гравитационно-магнитной съемки, проведенной в 1954 году, и в 1959 году скважиной № 4 установлено наличие промышленной девонской нефти на этой площади. Последние годы, правда, делаются большие уси-

лия внедрить в практику нефтепоисковых и разведочных работ отдельные виды геофизических исследований, в частности сейсморазведку и гравитационно-магнитные исследования, которые в ряде районов страны дают неплохие результаты. Исследования показали, что относительно лучшие данные получаются пока от комплексного применения гравиметрии и магнитометрии. В настоящее время геофизики с помощью этих методов с успехом (с точностью до 150—200 м) определяют глубину залегания кристаллического фундамента на отдельных пунктах; ведутся дальнейшие работы по усовершенствованию этой методики с целью применения ее для определения положения фундамента осадочного покрова и выяснения его структурно-морфологических элементов. Если эта задача будет решена, то гравитационно-магнитный метод действительно займет одно из ведущих мест в комплексе нефтепоисковых работ.

Результаты работ по внедрению сейсморазведки пока нельзя считать успешными. На ряде площадей указанные сейсморазведкой структуры (максимумы) при глубоком бурении не подтвердились. Например, Азевская площадь, где скважина № 12, заложенная на сейсмическом максимуме, фактически оказалась на глубоком погружении фундамента.

Такое положение с применением сейсморазведки геофизики объясняют сложностью геологического строения недр Татарии, главным образом наличием мощной выклинивающейся терригенно-сарайлинской толщи и аналогичных отложений верхней перми. Это, конечно, отчасти верно. Но, кроме того, на успешность сейсморазведки и других геофизических методов, по нашему мнению, влияют некоторые нерешенные вопросы и организационного характера, в частности вопрос об объединении геофизических и геологических служб в единую организацию и о комплексировании проводимых геологических и геофизических работ.

Раньше, до реорганизации Управления промышленности и строительства и создания совнархозов, работы по подготовке площадей для ввода в глубокое нефтепоисковое бурение производились двумя самостоятельными союзными главками — «Главнефтегазразведка» и «Главнефте-геофизика». Подготовкой площадей первый из них занимался с помощью геологических методов — поверхностной структурно-геологической съемкой и структурно-картировочным бурением, а второй — с применением геофизических методов (сейсморазведка, гравиметрия, магнитометрия, электроразведка). Соответствующее комплексирование геологических и геофизических методов отсутствовало, площади вводились в глубокое разведочное бурение без достаточного и всестороннего обобщения геолого-геофизических материалов, и тем самым вызывалась излишняя затрата разведочного метражи и средств. Примером в этом отношении, помимо упомянутой уже Азевской площади, может служить еще Токмак-Коранская площадь в Ютазинском районе Татарии и некоторые другие. По данным сейсморазведки Токмак-Коранская площадь рассматривалась как крупная девонская структура, гипсометрически не уступающая соседней Туймазинской, и на основании этих данных там началась глубокая разведка без проведения структурно-поискового бурения. Однако результаты глубокого разведочного бурения не подтвердили наличия здесь девонских структур. Отложения девона залегают в этом районе на низких гипсометрических отметках и моноклинально погружаются в восточном направлении.

Организационный вопрос в полной мере не решен, и в настоящее время вместо упраздненных главков существуют самостоятельные геологические и геофизические тресты, работы которых так же плохо комплексируются и страдают параллелизмом.

По нашему мнению, подготовка площадей для постановки дальнейших разведочных работ должна проводиться единой геологической организацией с таким расчетом, чтобы иметь полную возможность для комплексирования и экспериментирования указанных методов.

Исходя из изложенного, мы считаем необходимым пересмотреть существующий комплекс и организационную структуру нефтепоисковых и разведочных работ, применяемых в Татарии.

С нашей точки зрения, приводимый ниже комплекс нефтепоисковых работ и организационная структура их проведения являются более рациональными.

## I. Рациональный комплекс нефтепоисковых и разведочных работ в пределах Татарии и соседних районов

1. На всех площадях, представляющих интерес в отношении нефтеносности по общегеологическим предпосылкам с учетом имеющихся материалов (геоморфологических, региональных и местных структурно-геологических, геофизических и аэрофотосъемочных и др.), провести сейсморазведку в комплексе с гравитационно-магнитными исследованиями, которые, по утверждению геофизиков, являются наиболее эффективными в геологических условиях рассматриваемой территории, с целью выявления наличия глубинных девонских структур.

2. На объектах, подготовленных сейсморазведкой и гравитационно-магнитными исследованиями, осуществить структурно-поисковое бурение со вскрытием отложений нижней перми и верхней части верхнего карбона на всей разбуриваемой площади и девона на наиболее ответственных участках структур.

Для бурения скважин до отложений девона и кристаллического фундамента, залегающего на глубинах порядка 1800 м, применять станки легкого типа «Уфимец», «УРБ-7» или «УБШ-1», которые в 1960 году будут находиться в серийном производстве, а для вскрытия нижнепермских и верхнекаменноугольных образований, залегающих на глубинах 300—400 м, целесообразно использовать буровые установки «УРБ-ЗАМ», являющиеся прекрасным агрегатом для этих целей.

Количество мелкоструктурных и глубоких структурно-поисковых скважин будет зависеть от размеров и конфигураций выявляемых тектонических форм в пермских, каменноугольных и девонских отложениях.

Проведение второго этапа нефтепоисковых работ является довольно трудоемким и ответственным периодом, так как от их результатов зависит успех дальнейших поисков и разведки новых нефтяных месторождений. В этот период выявляется наличие нефтеносных горизонтов, приуроченных к различным стратиграфическим единицам (пермским, каменноугольным, девонским) и тектоническим элементам, устанавливается соотношение пермских, каменноугольных, девонских структурных форм, положение кристаллического фундамента, характер и тип коллекторов, а при наличии нефтеносных горизонтов в указанных образованиях производится опробование их и предварительная промышленная оценка путем спуска соответствующих испытателей пластов.

На основании изучения и обобщения материалов по проведенным работам выбираются объекты для дальнейшей разведки новых нефтяных месторождений.

Однако следует здесь отметить, что для подготовки площади сейсморазведка и гравитационно-магнитные исследования пока не всюду могут давать необходимые исходные данные, поскольку эти методы, как уже было сказано, в условиях Татарии все еще не вышли из стадии экспериментального состояния. Вот почему структурно-поисковое бурение приходится вести без данных геофизики, что, конечно, удлиняет срок подготовки структур и удорожает стоимость проводимых работ. Заложение скважин в таком случае будет производиться по системе треугольников или по профилям, как это делается в подобных «закрытых» районах. Однако мы считаем, что при дальнейшем развитии геофизических методов, особенно сейсмики и гравиметрии, последние не только могут ориен-

тировать направление разведки, но и полностью исключать надобность проведения структурно-поискового бурения.

3. При наличии соответствующих структур в исследуемом районе, подготовленных геофизическими методами и структурно-поисковым бурением по каменноугольным и девонским отложениям, проводится третий, последний этап нефтепоисковых и разведочных работ — глубокое разведочное бурение до вскрытия поверхности кристаллического фундамента или бавлинской свиты. В задачу разведочного бурения входят уточнение положения структур, выявленных предыдущими исследованиями, установление наличия нефтеносных горизонтов и испытание их на приток, оконтуривание, подготовка площадей в пробную эксплуатацию.

Как видно из изложенного, предлагаемый нами комплекс нефтепоисковых работ в значительной мере отличается от применяемого в настоящее время трестом «Татнефтегазразведка» комплекса. В нашем комплексе, в отличие от существующего, подготовка площадей под разведку девонских нефтеносных горизонтов будет производиться как по пермским, так и по девонским отложениям, а не только по пермским, как это делается сейчас. Кроме того, в предлагаемом комплексе геофизические методы занимают определенное и ведущее место, и тем самым создаются лучшие условия для более широкого экспериментирования разведочной геофизики, а также делается четкое разграничение задач, выполняемых глубокими поисковыми и разведочными скважинами, и это обстоятельство будет способствовать правильной эксплуатации буровой техники.

В отношении конкретных площадей, представляющих интерес для постановки нефтеразведочных работ с помощью предлагаемой нами методики, следует отметить, что северо-восток Татарии, южная и восточная части Кировской области, южные и центральные районы Удмуртии безусловно являются первоочередными объектами. В этих районах, как известно, отмечается несовпадение структурного плана ряда отложений, и в связи с этим гораздо целесообразнее проведение геофизических методов разведки в комплексе с мелким и глубоким структурным бурением.

## II. Организация нефтепоисковых и разведочных работ

Как уже было сказано выше, подготовка площадей для глубокого разведочного бурения в пределах Татарии ведется различными организациями — геофизическими и геолого-поисковыми конторами, подчиненными различным трестам — «Татнефтегеофизика» и «Татнефтеразведка», и применяются различные методы без достаточного их комплексирования.

Такое положение безусловно нельзя считать нормальным. Исходя из этого, мы считаем целесообразным на эти разведочные организации возложить совершение определенные, специализированные и комплексные задачи, а именно:

1) Тресту «Татнефтегеофизика» поручить подготовку площадей для ввода в глубокое нефтепоисковое бурение с помощью всех известных в настоящее время способов (геологических и геофизических) и с обязательным комплексированием проводимых работ, и этот трест должен явиться единой геологоразведочной организацией в подготовке площадей к глубокому разведочному бурению. В связи с этим обстоятельством геофизическому тресту необходимо передать освобождающиеся буровые бригады мелкого структурного бурения от треста «Татнефтегазразведка» и поручить им бурение мелких и глубоких структурных скважин малого диаметра легкими станками типа «УРБ-ЗАМ», «УРБ-7», «УБШ-1», «Уфимец» или другими.

2) Трест «Татнефтегазразведка», который сейчас занимается подготовкой площадей для глубокого бурения геологическими методами, т. е. мелким (до 400 м) структурно-картировочным бурением, а также разве-

дочным бурением на этих подготовленных площадях, следует специализировать исключительно на проведении глубокого разведочного бурения, совершившись освободив его от работ по подготовке площадей, поскольку этим делом более квалифицированно и более прогрессивными методами может заниматься трест «Татнефтегеофизика».

При положительном решении рассматриваемого вопроса трест Татнефтегеофизику возможно следовать называть по-новому—трестом «Татнефтеискиси», т. к. он будет заниматься поисками новых нефтеносных структур и подготовкой их для дальнейшего разведочного бурения как единой геологической организации.

Следует при этом иметь в виду, что в случае уменьшения объемов работ, соответствующих масштабам самостоятельных трестов, подготовку площадей для глубокого разведочного бурения и проведение самого глубокого разведочного бурения следует безусловно сосредоточить в одном объединенном поисково-разведочном тресте, где упомянутая специализация по комплексной подготовке площадей и бурение разведочных скважин на них должны сохраняться в пределах производственных контор, подчиненных объединенному тресту.

В заключение следует отметить, что разработка рационального комплекса нефтеисковых работ в Татарии, специализация производственной деятельности разведочных организаций и устранение параллелизма в деле подготовки площадей для ввода в глубокое разведочное бурение являются неотложной задачей татарских нефтяников.

Правильное разрешение этих вопросов будет содействовать умножению нефтяных ресурсов страны и досрочному выполнению семилетнего плана развития народного хозяйства Советского Союза.

Г. Л. Миропольская

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ЛИТОЛОГИИ И ФАЦИЙ  
В ЭЙФЕЛЬСКО-ПАШИЙСКИХ  
ОТЛОЖЕНИЯХ НА ВОСТОКЕ ТАТАРИИ

С открытием нефти в терригенных отложениях девона на востоке Татарии началось всестороннее изучение девонских отложений в ЦНИЛе «Татнефтегазразведка» (М. Л. Килигиной, В. И. Троепольским, С. С. Эллерном и др.), Казанском университете (Е. И. Тихвинской и др.), Геологическом институте КФАН (И. А. Антроповым, Г. П. Батановой, Е. Т. Герасимовой, А. И. Кринари, Л. Ф. Солонцовым, Б. М. Юсуповым и др.). Почти одновременно исследования девонских отложений проводились в центральных институтах Москвы (В. А. Долицким, А. И. Ляшенко, М. Ф. Мирчинком, А. Н. Петровской, С. Г. Саркисяном, Г. И. Теодоровичем, М. Ф. Филипповой и др.) и Ленинграда (С. М. Домрачевым, К. И. Ломть, З. Л. Маймин, Д. В. Наливкиным, В. Н. Тихим и др.). В последние 3—4 года большой вклад в дело изучения геологии девона востока Татарии вносят ученые ТатНИИ (И. М. Акишев, Г. П. Батанова, А. Р. Кинзикеев, С. Н. Шаньгин и др.). Каждым из указанных коллективов освещались вопросы палеонтологии, литологии, стратиграфии, тектоники и палеогеографии.

Не останавливаясь на всем комплексе указанных исследований, отметим, что особое внимание с 1950 г. (в ГИ КФАН) было обращено на всестороннее изучение литологии, фациальных особенностей продуктивной толщи девона и выявление закономерностей размещения нефтеносных пород-коллекторов.

В 1949—1950 гг. в ГИ КФАН, а еще ранее в ЦНИЛе «Татнефтегазразведка», упор был сделан на детальную литологическую обработку девонского кернового материала из разведочных скважин района д. Бавлы, Крым-Сарай, Шугурово, Ойкино, Алтунино, Тукмак, Голюшурма, Боровка, проведенную Е. Т. Герасимовой, А. С. Ильясовой, Н. М. Ковязиным, В. Н. Логиновой, Г. Л. Миропольской, Л. Ф. Солонцовым, Ю. В. Сементовским.

В 1951 г. объем литологических исследований ограничился пашийской свитой на территории разбуриваемого Ромашкинского месторождения (рукопись, фонды КФАН). В результате обобщения большого количества фактического материала, обработанного Е. Т. Герасимовой, В. Н. Логиновой, А. С. Ильясовой, Г. Л. Миропольской и Л. Ф. Солонцовым, автором были выделены в пашийской свите пять литологических пачек: нижняя алевролито-песчаниковая (горизонт  $D_1$ ), алевролито-аргиллитовая, алевролито-песчаниковая (горизонт  $D_2$ ), алевролито-аргиллитовая и алевролито-песчаниковая (горизонт  $D_3$ ). Была дана подробная литологическая характеристика всех типов пород, наблюдавшихся в пашийской свите. Например, среди песчаников были установлены две разности,

одна из которых отмечалась только в трех верхних пачках, среди алевролитов — шесть разностей, три из них не отмечались в нижней половине свиты, среди аргиллитов — четыре разности, две из них связаны только с верхней половиной свиты и т. д. В каждой из перечисленных разностей пород были выявлены присущие ей особенности. На основании полученных результатов автор пришел к выводу, что нижняя половина пашийской свиты (горизонт  $D_1$  и перекрывающая его алевролито-аргиллитовая пачка) по литологическим особенностям близка к образованиям живетского яруса и резко отлична от осадков верхней части пашийской свиты ( $D_1 - D_0$ ). Выявленный размытый и перерыв в осадконакоплении на грани обеих отличных по составу частей разреза пашийской свиты позволили автору высказать предположение о разновозрастности пашийской свиты и отнесении нижней половины ее к живетскому ярусу. Более поздние исследования Г. П. Батановой (1953), А. А. Рождественской (1954) и других подтвердили это положение. Было доказано отсутствие перерыва в осадкообразовании между аргиллитами, залегающими над «средним известняком», и песчаниками горизонта  $D_1$ , фациально замещающими друг друга, и наличие перерыва перед кыновской свитой. В горизонте  $D_1$  геологами-разведчиками в 1951 г. выделялось три нефтеносных пласта:  $D_0$  и  $D_1$ , разобщенный на две части ( $D_1^1$ ,  $D_1^2$ ), ритмично чередующихся с глинистыми образованиями. Пласти  $D_0$  и  $D_1^1$  рассматривались нами как фациальные аналоги верхней алевролито-аргиллитовой пачки в типовом разрезе у д. Туймазы. В состав  $D_1^2$  включены и песчаники, замещающие верхнюю часть алевролито-аргиллитовой пачки между  $D_1$  и  $D_2$ , по нашему мнению, верхнеживетского возраста. К работе были составлены карты нефтяных пластов  $D_1^1$  (В. Н. Логиновой и Л. Ф. Солонцовым) и  $D_1^2$  (Е. Т. Герасимовой, А. С. Ильясовой). На картах, охватывающих территорию Миннибаевской, Абдрахмановской, Ромашкинской площадей, было дано, кроме литологического состава пород, изменение мощности пласта и содержания песчаных и глинистых фракций в породах.

Следующая обобщающая рукописная работа 1952 г. по терригенному девону включала юго-восток Татарии и прилегающие районы. Литологические исследования, продолжавшиеся в том же направлении, подтвердили выводы, высказанные в 1951 г., только на большем регионе, и позволили выявить некоторые новые закономерности как в пашийской свите, так и в более древних живетских отложениях (по стратиграфической схеме 1951 г.). Для пашийской свиты, например, установлено частичное формирование куполовидных поднятий на месторождении в момент осадконакопления с окончательным оформлением в последующий период геологической истории. Прослежено трансгрессивное наложение нижнеживетских наслоений (песчаниковый горизонт  $D_4$  и карбонатно-аргиллитовая пачка) на породы бавлинской свиты и кристаллического фундамента, а также несогласное перекрытие их вышележащими отложениями с признаками размыва и вывода нижнеживетских осадков на дневную поверхность. В составе нижнеживетского подъяруса было обнаружено резкое литологическое различие пород в обеих пачках. На контакте пачек выявлен размытый и в связи с этим высказана мысль, что нижняя пачка (горизонт  $D_4$ ) является по возрасту более древней, чем верхняя. В верхнеживетском подъярусе было выделено четыре пачки пород, фациально не выдержаных в пространстве: нижняя алевролито-песчаниковая (горизонт  $D_{14}$ ), алевролито-аргиллитовая, алевролито-песчаниковая (горизонт  $D_{15}$ ) большего объема, чем у д. Туймазы, и карбонатно-аргиллитовая. В каждой пачке, как ранее для пашийской свиты и нижнеживетского подъяруса, дана подробная литологическая характеристика каждого типа пород, прослежена приуроченность в разрезе выде-

ленных среди них разностей и изменение их в пространстве. Установлена литологическая близость осадков верхнеживетского подъяруса, нижней половины пашийской свиты и верхней пачки нижнеживетского подъяруса. В подошве горизонта  $D_1$  зафиксировано в двух пунктах скопление гравия кварца и кварцита. Осадки пашийского и живетского возраста отнесены к морским образованиям, отлагавшимся в неоднородных условиях мелководного моря, претерпевшего неоднократные погружения и опускания при общем развитии трансгрессии.

1953—1955 годы были посвящены литологическим исследованиям нефтяных пластов коллекторов в горизонте  $D_1$  пашийской свиты. В этот период основное внимание было сосредоточено на а) выработке единой индексации нефтяных пластов, б) выявлении закономерностей распространения продуктивных пластов и условий их образования, в) разработке наиболее целесообразного метода составления литолого-фациальных карт для продуктивных пластов, пригодных для нужд проектирования, разработки и внутриконтурного завоевания. В процессе работы были составлены многочисленные карты крупного масштаба для Миннибаевской площади и написаны объяснительные записки к ним. На первых трех картах литологической изменчивости нефтяных коллекторов в пластах  $D_0$ ,  $D_1^1$ ,  $D_1^2$  Г. Л. Миропольской и Е. Т. Герасимовой, в результате обобщения литологических исследований, было показано: изменение состава пород в пластах, колебание мощности пласта и средневзвешенное содержание песчаных и глинистых фракций в породах. Было подмечено ухудшение состава коллекторов от нижнего пласта к верхнему. На следующих картах в тех же пластах и на той же площади, кроме основного типа коллектора и мощности пласта в целом, была нанесена мощность качественных, промышленных коллекторов и показано строение каждого пласта. При этом выявилось трехслойное строение пласта  $D_1^2$ , включающего нижний песчаниковый прослой из аргиллитовой пачки верхнеживетского подъяруса, средний, наиболее мощный и выдержаный в пространстве («основной») и верхний маломощный («неустойчивый»). Выяснилось, что с изменением строения пластов, их расчленением на несколько прослоев и пропластков происходит ухудшение состава коллекторов, сокращение мощности, что подмечено по периферии Миннибаевской площади. Позже для пластов  $D_1^0$ ,  $D_1^1$ ,  $D_1^{2a}$ ,  $D_1^{2b+2a}$  на Миннибаевской площади составлены карты на большем фактическом материале. Последнее построение позволило проследить смещение к востоку наилучших коллекторов в двух верхних пластах. Дальнейшие исследования привели к выводу о равнозначности верхних двух пластов ( $D_1^0$ ,  $D_1^1$ ) и трех частей в пласте  $D_1^2$  ( $D_1^{2a}$ ,  $D_1^{2b}$ ,  $D_1^{2c}$ ), что и нашло отражение на картах пяти пластов, составленных для Миннибаевской площади. На них геолог Объединения «Татнефть» Н. С. Ерофеев, обобщая результаты промыслового геологии, нанес контур распространения промышленных коллекторов. В конце 1953 г. была предложена новая индексация пяти пластов: «А», «Б», «В», «Г», «Д», именуемых уже как прослои в горизонте  $D_1$ , и окончательно выработана методика составления карт с нанесением на них состава основного типа коллектора, эффективной мощности промышленных коллекторов и контура промышленной нефтеносности. В заключение по новой методике были составлены карты для пяти прослоев на Миннибаевской площади (Г. Л. Миропольской, Е. Т. Герасимовой и Н. С. Ерофеевым) и написана объяснительная записка к ним. Аналогичные карты для Абдрахмановской площади и объяснительная записка к картам были закончены Е. Т. Герасимовой, при участии Г. Л. Миропольской и Н. С. Ерофеева, в начале 1954 г. В итоге годичных исследований было установлено: 1) качественные коллекторы в каждом прослое образуют линзообразные залежи раз-

ного простирания, близкого к меридиональному, реже широтному; 2) пять песчаниковых прослоев составляют единый нефтяной резервуар, обусловливая совместную их разработку, ввиду слияния местами двух, трех или всех прослоев в единый монолитный песчаниковый пласт; 3) осложнения при освоении месторождения, в частности при введении внутренконтурного заводнения, вызваны фациальным замещением песчаников в прослоях глинисто-алевролитовыми образованиями, а следовательно, ухудшением состава коллекторов и сокращением их мощности; 4) формирование пяти песчаниковых прослоев, чередующихся с глинистыми образованиями, отражает ритмически повторяющиеся тектонические движения при осадконакоплении в условиях мелкого моря.

В 1954—1955 гг. литологическими исследованиями была охвачена вся территория Ромашкинского месторождения. На Миннибаевской и Ромашкинской площадях ответственным за обработку кернового материала и составление был автор, на Акташской, Сулеевской, Абдрахмановской площадях — Е. Т. Герасимова, на Аргуновской и Азнакаевской — В. Н. Логинова. В заключительной работе по месторождению принял участие, кроме Н. С. Ерофеева, главный геолог Объединения «Татнефть» М. В. Мальцев. Литологические исследования этих лет подтвердили ранее высказанные выводы для пашийской свиты и горизонта Д<sub>1</sub>. В процессе работы был установлен целый ряд новых закономерностей, выявление которых возможно было лишь на широкой территории Ромашкинского месторождения. а) Была прослежена миграция качественных коллекторов повышенной мощности с западных площадей в восточные в двух верхних прослоях («А» и «Б») и ухудшение характеристики коллекторов в трех нижних («В», «Г» и «Д») прослоях в том же направлении. б) В основании песчаниковых прослоев или ритмов отмечены следы размыва локального характера и установлены местами перерывы в осадконакоплении между прослоями «Б» и «В». в) Выявлено литологическое своеобразие пород, слагающих каждую глинистую перемычку между песчаниковыми прослоями. г) В формировании алевролито-песчаниковых прослоев, кроме тектонического фактора, существенную роль играли течения, господствовавшие вдоль берега суши (Татарского свода) и обусловившие определенную направленность линз — полос песчаников, близкую к меридиональному.

Исследования, проведенные на месторождении в 1953—1955 гг., получили положительную оценку со стороны производственных, проектирующих организаций («Татнефть», ВНИИ), а карты использованы при составлении проекта разработки месторождения. Аналогичная работа проводится в последние годы (1957—1959 гг.) геологами ТатНИИ на отдельных площадях. Однако основные положения, высказанные в 1951—1955 годах, не потеряли своего значения до сих пор, а подтверждаются и детализируются все новыми материалами.

Расширение разведочных работ с целью оконтуривания Ромашкинского месторождения и выявления новых нефтяных залежей, месторождений вызвало охват более широкой территории литологическими исследованиями. 1956—1957 гг. посвящены в связи с этим изучению литологии и фациальных особенностей эйфельско-пашийских<sup>1</sup> отложений на востоке Татарии. Не останавливаясь на деталях литологического строения указанных отложений, выявленных в прежние годы, отметим только то новое, что удалось установить за этот период, не касаясь фаций, которые будут освещены ниже.

Во время формирования осадков эйфельского яруса суши господствовала на большей территории востока Татарии. Поэтому образования горизонта Д<sub>У</sub> занимали крайний юго-восток Татарии и вклинивались

<sup>1</sup> Решением конференции 1956 г. к эйфельскому ярусу отнесены осадки, ранее индексируемые как нижнекиветские.

местами между южным и северным куполами Татарского свода. В горизонте Д<sub>У</sub> выделено пять детально охарактеризованных типов разрезов, сменяющих по простиранию друг друга.

Вышележащие осадки карбонатно-аргиллитовой пачки, трансгрессивно перекрывая ранее отложенные, захватывают несколько большую территорию и вклиниваются (без соединения?) с юго-запада и северо-востока между южным и северным куполами Татарского свода. Следовательно, мобильная зона между куполами наметилась уже в эйфельское время, а возможно и в более раннее, если учесть литологическое своеобразие горизонта Д<sub>У</sub>; перерыв в осадконакоплении на грани с перекрывающими образованиями и высказывание автора о более древнем возрасте горизонта Д<sub>У</sub>. Литологическая невыдержанность осадков верхней пачки обусловила выделение в ней четырех типов разрезов.

Все более молодые накопления живетского яруса трансгрессивно перекрывают на территории востока Татарии образования эйфельского яруса, а на севере — разрушенные породы кристаллического фундамента. К живетскому ярусу отнесены осадки не только выделенных ранее четырех пачек, но и нижней половины пашийской свиты. Поэтому в живетском ярусе наблюдается не два ритма в осадконакоплении, а три, каждый из которых характеризуется присущими ему особенностями. Региональный перерыв в осадконакоплении установлен перед отложениями горизонта Д<sub>Ш</sub>, которые отвечают максимальному развитию трансгрессии. Указанный перерыв сопровождался размывом, перемыванием, выводом на дневную поверхность ранее сформированных осадков и отсутствием местами контактирующих частей разреза. Эти факты позволили расчленить живетский ярус на две части или подъярусы: нижнекиветский (горизонт Д<sub>У</sub>) и алевролито-аргиллитовая пачка) и верхнекиветский, начиная с горизонта Д<sub>Ш</sub>. Как и в эйфельском ярусе, в каждой из выделенных пачек прослежено несколько типов разрезов, отраженных на соответствующих картах и детально описанных. В ряде пачек — горизонтов (Д<sub>1</sub>, Д<sub>Ш</sub>, Д<sub>И</sub>) установлено закономерное распределение песчаниковых линз, полос, чередующихся с глинистыми образованиями, того же почти меридионального простирания, которое отмечалось ранее в горизонте Д<sub>1</sub>. При этом в горизонте Д<sub>Ш</sub> прослежена четкая смена песчаников с северо-запада на юго-восток алевролитами песчаными, а затем глинистыми. В горизонте Д<sub>Ш</sub> распределение указанных пород обратное. Наконец, подмечена связь доломитов, слагающих «средний известняк», с нефтеносными, наиболее приподнятыми участками структур. На склонах их наблюдается постепенное замещение доломитов известняками, почти не затронутыми доломитизацией.

В пашийской свите был решен вопрос о возрасте размыва, по мнению автора — нижнекиветского, наблюдавшегося на территории, прилегающей к северному куполу Татарского свода. Литологическими данными была доказана несостоительность высказываний Е. И. Тихвинской (1956), С. С. Эллерна, В. И. Троепольского с соавторами (1955, 1956), А. И. Крициари (1956), Г. П. Батановой (1958) и др. о верхнекиветском возрасте регионального размыва, так как перерыв в осадконакоплении начинается с выпадения из разреза «верхнего известняка» (нижнекиветского), то есть самой нижней части киветской свиты. Ближе к Татарскому своду не фиксируются в разрезе девона нижняя аргиллитовая часть киветской свиты, песчаники горизонта Д<sub>0</sub> и затем перекрывающие его аргиллиты. Соответственно выпадают из разреза пашийской свиты верхние песчаниковые прослои, затем нижние и даже отложения верхних двух пачек в верхнекиветском подъярусе. Кроме того, установлены брекции на контакте пашийской и киветской свит в зоне частичного их размыва, а признаки омеления в породах из кровли пашийской свиты — восточнее этой зоны.

Региональные размывы и перерывы при формировании эйфельско-пашийских осадков, данные о которых обобщены автором в 1956 г., зафиксированы в основании крупных ритмов в осадконакоплении, а именно: на контакте бавлинской свиты и эйфельского яруса, в средней части эйфельского яруса, перед отложениями нижне-, верхнеживетского подъярусов, пашийской и кыновской свит. Доказаны эти перерывы в осадконакоплении, кроме литологического отличия каждой из указанных частей разреза (ритмов), размывами на грани с подстилающими отложениями. В результате размывов в подошве каждого раздела зафиксированы брекчии, гравий, базальные песчаники, установлено выпадение из разреза части контактирующих образований, а также признаки омеления, предшествующие размывам. Ритмичность меньшего масштаба в горизонтах Дш, Д<sub>1</sub>, реже Д<sub>2</sub> сопровождалась локальными размывами на древних структурах.

Перерывы в осадконакоплении и размывы помогли обосновать некоторые стратиграфические построения, в частности: 1) отнесение осадков горизонта Ду к более древним образованиям, чем эйфельские фаунистически охарактеризованные образования верхней пачки, 2) расчленение животного яруса на нижний и верхний подъярусы по подошве горизонта Дш, 3) причленение нижней половины пашийской свиты (по схеме 1951 г.) к верхнеживетскому подъярусу. Эти стратиграфические выводы были сделаны на основании литологических данных, так как в эйфельско-живетско-пашийских образованиях были выделены три литологически отличные по составу и своеобразные части разреза. В нижнюю из них, незначительную по мощности, включены были осадки горизонта Ду. В средней, наиболее мощной части терригенного девона объединены верхняя пачка эйфельского яруса и шесть пачек, обособленных в животном ярусе. Третьей части соответствовала пашийская свита или горизонт Д<sub>1</sub>.

Кроме решения общих вопросов литологии и условий образования осадков, некоторое внимание уделено процессам диагенеза в эйфельско-пашийских отложениях. Так, была прослежена распространенность сульфидов (сфалерита, халькопирита, галенита) в эйфельско-пашийских отложениях на востоке Татарии и выявлены условия их образования. Суммируя в 1958 г. все факты, связанные с выделениями сульфидов, автор пришел к следующим выводам: а) в эйфельском и нижнеживетское время выделения сульфидов тесно связаны с кристаллическим фундаментом; б) в верхнеживетский период сульфиды приурочены к районам, подверженным наибольшим тектоническим нарушениям — к периферии южного купола Татарского свода и зонам погружения на нем; в) в пашийской свите сульфиды констатированы только в наиболее приподнятой и интенсивно нефтенасыщенной части Ромашкинского месторождения; г) выделения сульфидов неравномерно распределены по изученному разрезу, отмечаясь во всех типах пород, но с большей распространностью не в пористых песчаных разностях, а в плотных алевролито-глинистых и сидеритовых образованиях; д) выделения сульфидов приурочены к местам, где создавалась после литификации осадков восстановительная обстановка (выделения нефти, битума, обугленные обрывки растений, остатки фауны, стяжения пирита и сидерита); е) выделения сульфидов связаны с трещинками, пустотами, реже полостями фауны и флоры; ж) по времени образования сульфиды отнесены к вторичным минеральным выделениям, выпадение которых происходило из каких-то водных растворов, связанных, по мнению Л. М. Миропольского (1951, 1952, 1954, 1955), с магмопроявлениями в кристаллическом фундаменте и внутриформационными девонскими вулканическими излияниями.

В 1959 г. автор проследил распространенность фосфоритов в эйфельско-пашийских отложениях, чтобы выяснить условия их образования. Было установлено, что породы, обогащенные стяжениями фосфорита,

отмечаются, во-первых, среди аргиллитов в карбонатно-аргиллитовых пачках эйфельского яруса и верхнеживетского подъяруса (над «средним известняком» и выше горизонта Д<sub>1</sub>), а, во-вторых, неоднократно наблюдаются в пашийской и кыновской свитах среди брекчий и разнообразных пород с обломками перемытых осадков. Стяжения фосфорита констатированы в зонах, приуроченных к склонам южного и северного куполов Татарского свода. Основная масса фосфоритов связана с линзами сидерита и сидеритизированными участками пород. Стяжения фосфоритов, скопляющиеся в прослойки до 10 см в эйфельском и животном яруса, отнесены к первичным образованиям, а в пашийской и кыновской свитах — к вторичным, переотложенным за счет размыва первых.

На основании многолетних литологических исследований, результаты которых изложены выше, автор в 1957 г. дал подробную характеристику фаций в эйфельско-пашийских отложениях для востока Татарии, составив девять литолого-фаунистических карт крупного масштаба для каждой выделенной пачки в изученном разрезе девона.

В настоящее время характеристика фаций в девонских отложениях Волго-Уральской области в общих чертах освещена целым рядом исследователей: Л. А. Гуляевой (1953, 1957), К. И. Ломоть (1955), О. Н. Малышевой (1956), И. С. Муравьевым (1956), Б. Я. Полонской (1955), Г. И. Теодоровичем и С. Г. Саркисяном (1947, 1955, 1956), Е. И. Тихвинской (1956), В. Н. Тихим (1956), В. И. Троепольским (1955—1956), А. А. Трофимуком (1955), С. С. Эллерном с соавторами (1956) и многими другими. Автором же основное внимание уделено фациям продуктивных горизонтов в эйфельско-пашийских отложениях. Последние рассматриваются как образования мелкого моря, в пределах которого выделено несколько фаций: а) прибрежья, б) кос, отмелей, подводных возвышенностей, в) замкнутых или не вполне обособленных депрессий, впадин или «гафов» (Н. М. Страхов, 1956), г) заливов, лиманов, лагун, д) открытого мелкого опресненного моря, е) застойных водоемов, ж) открытого мелкого моря. Среди них фации прибрежья, кос, отмелей, подводных возвышенностей и депрессий характерны для продуктивных горизонтов, а остальные в основном свойственны карбонатно-алевролито-аргиллитовым пачкам.

Для фаций прибрежья характерно накопление преимущественно грубообломочного материала (галечки, гравий, грубого песка). Поступление его шло в основном за счет абразии берегов разрушающей деятельностью волн и отчасти денудации суши поверхностными водами, которые вызывали в какой-то мере и опреснение морских вод. Аккумуляция поступавшего в море грубообломочного материала протекала, видимо, довольно интенсивно, особенно при заполнении пониженных участков, но ограничивалась сравнительно узкой полосой шириной всего в несколько километров, окаймлявшей сушу и отдельные выступавшие острова.

Насколько подвижна была среда в зоне прибрежья, можно судить по частой смене прослоев и слойков с разной крупностью зерен, нередко имеющей характер косой слоистости, а также слабой отсортированности зерен. Абсолютно преобладающий кварцевый состав обломочного материала, мало заметная отсортированность («мусорность») и слабая окантованность зерен подчеркивают сходство обломочного материала с продуктами коры выветривания и свидетельствуют о быстром захоронении.

Колебательные волновые движения в зоне прибрежья ложили свой отпечаток на осадки, образованные в этих условиях. Так, они мешали развитию и сохранению фауны (причем отрицательно сказывалось и опреснение бассейна в этой зоне), способствовали дальнейшему раздроблению поступавшего в эту зону растительного детрита и выносу его, наряду с илистым и тонкозернистым материалом, в условия замедленной циркуляции, и, наконец, обуславливали аэрацию осадков. Поэтому даже та часть органического вещества, которая захоронялась

вместе с обломочным материалом, подвергалась в какой-то мере разложению под воздействием активного свободного кислорода. Это определяло окислительные условия накопления осадков, а в связи с опреснением среда становилась, вероятно, слабо щелочной. Однако подобные окислительные условия не были стабильными. Местами с изменением гидродинамического режима и в более углубленных участках моря обстановка изменялась и осадконакопление происходило в слабо восстановительных условиях, чему обязано появление в породах сидерита и пирита.

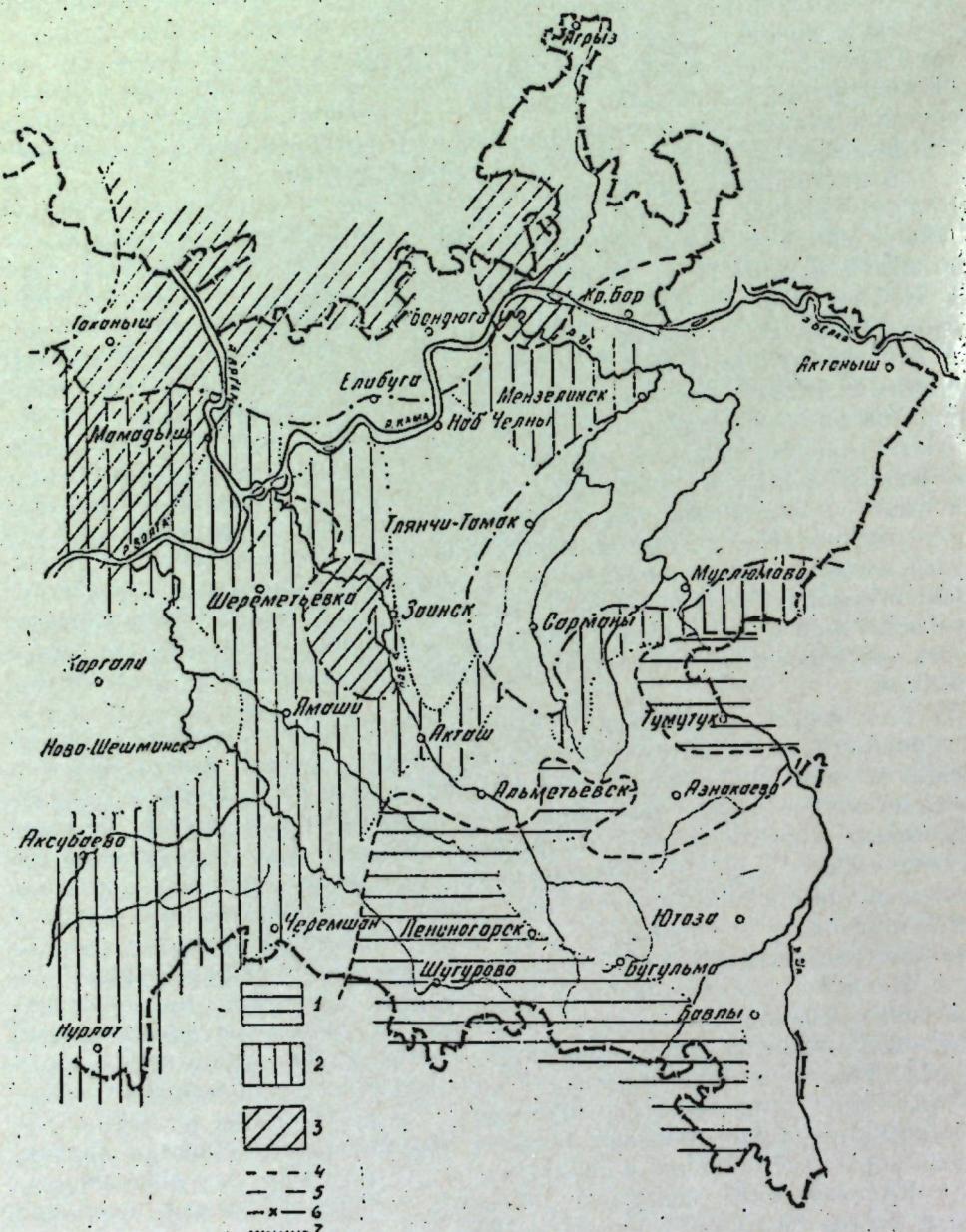


Рис. 1. Распространенность фации прибрежья в эйфельско-живетских отложениях ( $>50\%$  разреза).

### Условные обозначения:

Распространенность фации: 1— в горизонте  $D_4$ , 2— в горизонте  $D_1$ , 3— в горизонте  $D_{III}$ ; границы распространения осадков: 4— горизонта  $D_4$ , 5— горизонта  $D_1$ , 6— горизонта  $D_{III}$ , 7— границы фации.

Осадки фации прибрежья представлены гравелитами, гравийно-, грубо- и разнозернистыми песчаниками. Все эти разности кварцевые, нередко косослонистые, пористые, слабо сцементированные. Цементом в песчаниках и гравелитах служит изредка каолинит (горизонт  $D_4$ ), чаще гидрослюды, иногда регенерационный или тонкозернистый кварц, сидерит и пирит.

Гравелиты и грубо-разнозернистые песчаники, наблюдавшиеся в основании алевролито-(гравийно)-песчаниковых пачек или продуктивных горизонтов ( $D_4$ ,  $D_4'$ ,  $D_5$ ,  $D_6$  — прослой «Г»), отвечали периодам трансгрессий: нижнеэйфельской, нижне-верхнеживетской и пашийской. Граница распространения грубозернистых пород фации прибрежья про-двигалась во времени соответственно направлению трансгрессии с юга и юго-востока на северо-запад (см. рис. 1). Роль гравийно-песчаниковых образований сокращается снизу вверх по разрезу терригенной толщи девона, особенно заметно с верхнеживетского времени (горизонт  $D_5$ ). Это связано с ослаблением тектонических подвижек Татарского свода и некоторой стабилизацией линии моря после верхнеживетской трансгрессии.

С удалением от берега моря фация прибрежья сменялась фацией кос, отмелей, подводных возвышенностей. Последняя охватывала значительные площади мелководного шельфа шириной до нескольких десятков километров вдоль берега моря (см. рис. 2). Здесь происходило накопление в основном мелкозернистых песков и алевритов. Основная масса обломочного материала в них выносилась сюда с суши водными потоками, а некоторая, не успев осесть в прибрежной зоне, поступала с отливным течением. Здесь происходило накопление осадков в виде кос, отмелей, подводных возвышенностей за счет колебательных волновых движений и при участии течений. Воздействие морских вод в этих условиях сводилось к транспортировке взвешенного и осевшего обломочного материала, его перекатыванию, волочению по дну и неоднократному переотложению под действием усиления или изменения направления течений, возникающих волнений и других причин. В результате неоднократного переотложения обломочный материал приобретал несколько большую окатанность, становился лучше отсортированным и сокращался в размерах с удалением от береговой линии моря. С течением времени (от основания эйфельского яруса вверх по разрезу) подобный процесс сортировки и поверхностной обработки обломочного материала проявлялся все с большей отчетливостью. На этом общем фоне прослеживались периодически повторяющиеся отклонения, связанные с интенсивным разрушением суши и обильным выносом обломочного материала в периоды изменений гидродинамического режима вследствие кратковременных наступлений (трансгрессии) моря. Ослабление трансгрессии в конце верхнеживетского и пашийского времени привело к накоплению довольно хорошо отсортированных в основном мелкозернистых песков и алевритов (горизонты  $D_2$  и  $D_1$ ). Это было время некоторой относительно длительной стабилизации и ослабления трансгрессии, время многократного перемывания и переотложения обломочного материала. Лишь в начале пашийского времени и к концу его эта нормализация бассейна осложненная накоплением некоторого количества неотсортированного обломочного материала.

Под действием течений, обычно направленных вдоль берега моря, и волновых движений, перпендикулярных к ним, обломочный материал распределялся в виде ряда параллельных полос, кос, отмелей, в той или иной мере повторяющих очертания береговой линии суши и островов. Подобный характер песчаных наносов прослежен во всех прослоях горизонтов  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  и  $D_4$  с закономерным расположением песчанико-вых линз, полос, кос, отвечающих направлению господствующих водных потоков, течений вдоль берега моря с северо-запада на юго-восток.

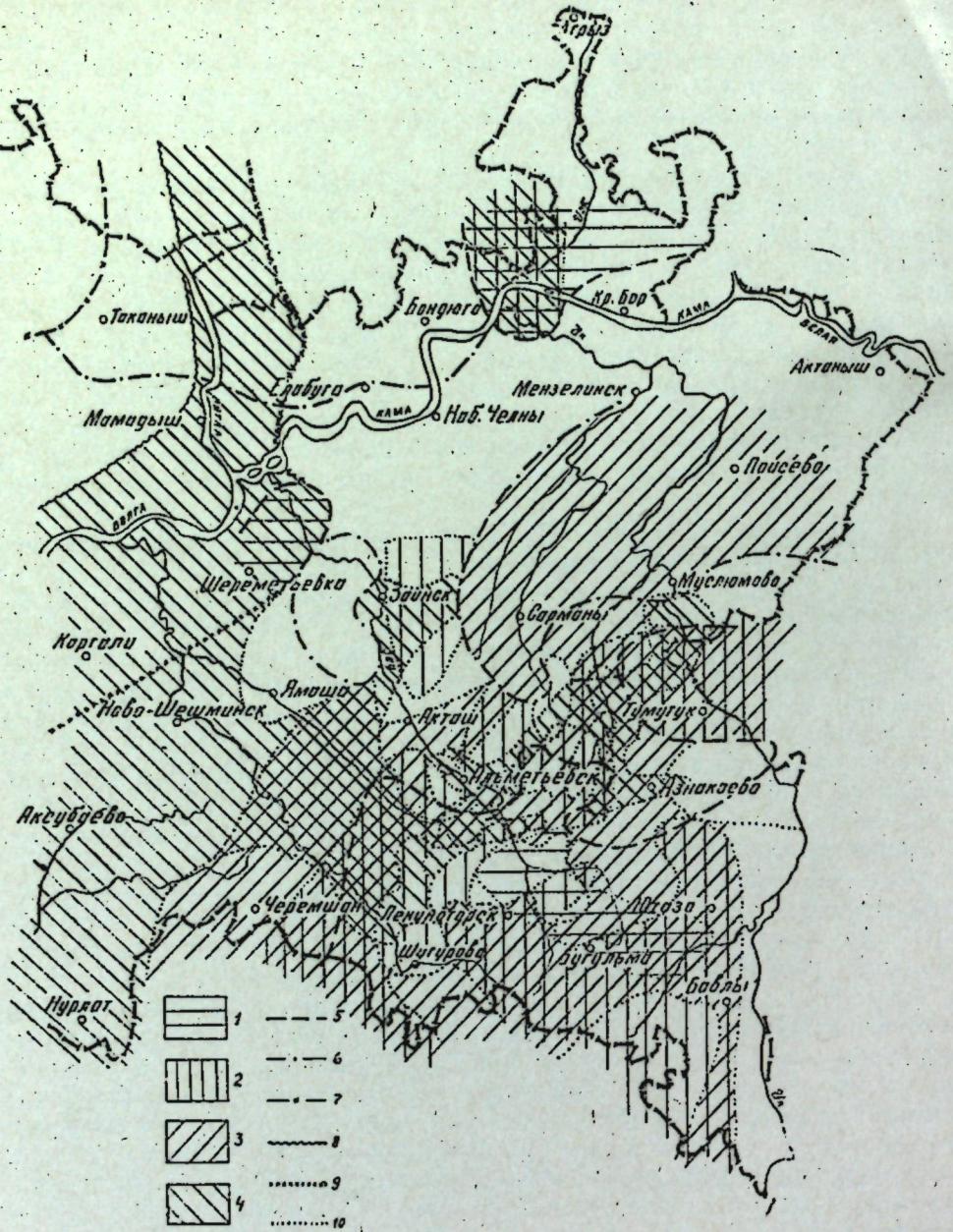


Рис. 2. Распространенность фаций кос, отмелей, подводных возвышенностей в животико-пашийских отложениях ( $>50\%$  разреза).

#### Условные обозначения:

Распространенность фаций: 1—в горизонте  $D_{IV}$ , 2—в горизонте  $D_{III}$ , 3—в горизонте  $D_{II}$ , 4—в пашийской свите (горизонте  $D_I$ ); границы распространения осадков: 5—горизонта  $D_{IV}$ , 6—горизонта  $D_{III}$ , 7—горизонта  $D_{II}$ , 8—пашийской свите; 9—границы фаций, 10—граница распространения пашийской свиты.

О подвижности водной среды, силье течений в условиях кос, отмелей, подводных возвышенностей свидетельствует не только сортировка, окатанность и закономерное распределение обломочного материала. О них можно судить и по наличию в осадках косой слоистости, частично по отсутствию в осадках фауны, глинистого, тонкозернистого материала, а также растительного детрита, который, как и в фации прибрежья, большей частью выносился, размельчаясь, в более спокойную обста-

новку. Лишь только часть растительного детрита скаплялась по слоистости, а более крупные обрывки растений иногда захоронялись вместе с обломочным материалом. Источником многочисленного растительного детрита являлась суши в эйфельско-нижнекиветское время и одновременно с ней песчаные плоские насыпи в верхнекиветско-пашийское время, покрытые, по данным Л. С. Тузовой (1953, 1956), богатой наземной и земноводной растительностью.

Благодаря воздействию волновых движений и течений, господствующих в условиях отложения кос, отмелей, подводных возвышенностей, масса органического материала, поступавшего в осадок, успевала разложиться, не вызывая сколько-нибудь заметной восстановительной обстановки. Постоянно осуществлявшаяся вертикальная циркуляция благоприятствовала аэрации осадка, притом на некоторую глубину. Лишь временами в захороненных осадках при разложении органического вещества возникал избыток  $\text{CO}_2$  при недостатке кислорода, что вело к образованию сидерита, а позднее и пирита. В большинстве же случаев накопление осадков в опресненном бассейне происходило в слабо окислительной обстановке, притом обладающей чаще нейтральной или слабо щелочной средой.

Все приведенные особенности условий накопления осадков запечатлены в породах рассматриваемой фации. Они представлены мелкозернистыми песчаниками и песчаными алевролитами. Для песчаников и песчаных алевролитов свойственна светло-серая окраска, неравномерно- или равномернозернистая структура, пористое сложение, массивная или слоистая, иногда косослоистая текстура. Среди песчаников и песчаных алевролитов устанавливаются выделения сидерита, пирита, кварца и включения обугленных остатков растений.

Песчаники и песчаные алевролиты, отложенные в условиях кос, отмелей, подводных возвышенностей, широко распространены в терригенной толще девона, сменяя в пространстве и во времени образования фации прибрежья. Подобно грубозернистым образованиям фации прибрежья, песчаники и песчаные алевролиты слагают алевролито-песчаниковые пачки или продуктивные горизонты ( $D_V$ ,  $D_{IV}$ ,  $D_{III}$ ,  $D_{II}$ ,  $D_I$ ). Однако роль их и размещение в пространстве и по разрезу различны (см. рис. 1—2). Так, грубообломочные породы фации прибрежья локализовались в основании песчаниковых пачек по преимуществу в зоне, прилегающей к сушим, а песчаники фации кос, отмелей — в их верхних частях и вдали от берега. При этом, если грубозернистые осадки господствовали в первоначальные этапы развития трансгрессии (горизонты  $D_V$ ,  $D_{IV}$ ), то песчаники и песчаные алевролиты преобладающее развитие получили в верхнекиветское (горизонт  $D_{III}$ ) и пашийское время (горизонт  $D_I$ ).

Песчаники и песчаные алевролиты рассматриваемой фации представляют наибольший интерес, поскольку к ним приурочены промышленные скопления нефти. Практически в песчаниках фации кос, отмелей из горизонтов  $D_V$  и  $D_{IV}$ , благодаря их малому развитию на территории востока Татарии, концентраций нефти почти не наблюдается. Исключение составляет крайний юго-восток (пос. Бавлы). В то же время в Западной Башкирии в горизонтах  $D_V$ ,  $D_{IV}$  нередко устанавливается нефтенасыщение, так как осадки кос, отмелей здесь более развиты, чем в Татарии. Несколько большего внимания заслуживают песчаники и песчаные алевролиты фации кос, отмелей из горизонта  $D_{III}$ . Слагают песчаники и песчаные алевролиты либо все три прослоя в горизонте  $D_{III}$ , либо (чаще) нижний из них, либо верхний песчаниковый прослой, в котором и наблюдается нефтенасыщение в приподнятых участках структур восточнее линии г. Елабуга — д. Чупаево. К югу и юго-востоку песчаники и песчаные алевролиты в нижней части горизонта  $D_{III}$  утрачивают свое значение, появляясь вновь лишь в кровле горизонта в повышенных участках структур у пос. Туймазы, Бавлы.

В вышележащем разрезе девона в горизонтах  $D_1$  и особенно  $D_2$  песчаники и песчаные алевролиты получают максимальное развитие. Здесь они в большинстве случаев нефтеносны, если имеется структура, надежная непроницаемая покрышка и другие необходимые условия. Обращает на себя внимание неодинаковая приуроченность песчаников и песчаных алевролитов данной фации в пространстве. Так, в горизонте  $D_{11}$ , прослое «Д» из верхней пачки живетского яруса и двух верхних прослоях в горизонте  $D_1$  («А» и «Б») основная масса песчаников с повышенной мощностью локализуется не непосредственно у береговой линии моря, а вдали от нее. Это позволяет нам рассматривать их как образование, отложенные в начальный период регressiveйной стадии жизни бассейна, как и песчаники верхнего прослоя в горизонте  $D_{11}$ . Насоборот, песчаники пашийской свиты в нижней части (прослои «Г», «В») разреза, как и в горизонтах  $D_2$ ,  $D_{14}$ ,  $D_{15}$ , констатируются в широкой полосе, окаймляющей осадки фации прибрежья вокруг северного купола Татарского свода. В восточной части Ромашкинского месторождения роль песчаников фации кос, отмелей в прослоях «Г» и «В» резко сокращается. При этом крупность слагающих песчаники зерен постепенно уменьшается с запада и северо-запада на восток и юго-восток, а отсортированность улучшается. Все это дает основание рассматривать песчаники в прослоях «Г» и «В» из пашийской свиты и горизонты  $D_2$ ,  $D_{14}$ ,  $D_{15}$  относящимися к трансгрессивным стадиям жизни девонского моря. Исходя из изложенного, можно с учетом тектонического строения наметить зоны распространения наиболее коллекторов нефти — песчаников фации кос, отмелей в терригенной толще девона (см. рис. 2).

Фация замкнутых или не вполне обособленных депрессий, впадин или «гафов» размещается или около плоских песчаных островов, или обычно между косами, отелями, подводными возвышенностями, чередуясь с ними и преобладая за областью их распространения (см. рис. 3). Для фации депрессий, впадин свойственна более замедленная циркуляция морских вод. Здесь в местах, предохраненных от действия волн, отлагался в основном тонкозернистый обломочный и иллистый материал, т. е. та часть сносимого материала, которая не могла осесть в зоне прибрежья и подводных возвышенностей. В осадок поступало в большом количестве органическое вещество. Его накопление шло за счет более дисперсного детрита растений и фитопланктона.

Состав комплекса спор и пыльцы верхнедевонского времени, по данным Л. С. Тузовой (1953, 1956), указывает на развитие растительности, приспособленной к водному и отчасти наземному режиму. Отмечаемые в осадках редкие представители *Lingula* sp. и другой фауны, по данным Г. П. Батановой (1955—1956), С. С. Эллериа, Е. И. Иванова (1954—1955) и других исследователей, свидетельствуют, что в опресненных условиях морского бассейна развивались лишь формы, способные переносить изменение гидрологического режима бассейна.

Гидродинамический фактор при накоплении осадков рассматриваемой фации в значительной степени утрачивал свое значение. Воздействие волнений, течений в замкнутых депрессиях и впадинах лишь иногда сопровождалось взмучиванием осадка и приносом более крупного (песчаного) обломочного материала. Однако динамика водной среды была недостаточной для сортировки и привноса крупных частиц. С этим же связано ослабление вертикальной циркуляции и недостаточность постоянной аэрации придонной части бассейна и только что отложенного осадка. Тонкозернистость и глинистость осадка в свою очередь затрудняли газообмен между осадком и перекрывающим столбом воды. Поэтому разложение массы органического вещества, поглощая свободный кислород, вело к избытку  $\text{CO}_2$  и созданию восстановительной обстановки в придонной части котловин и способствовало образованию сидерита и пирита.

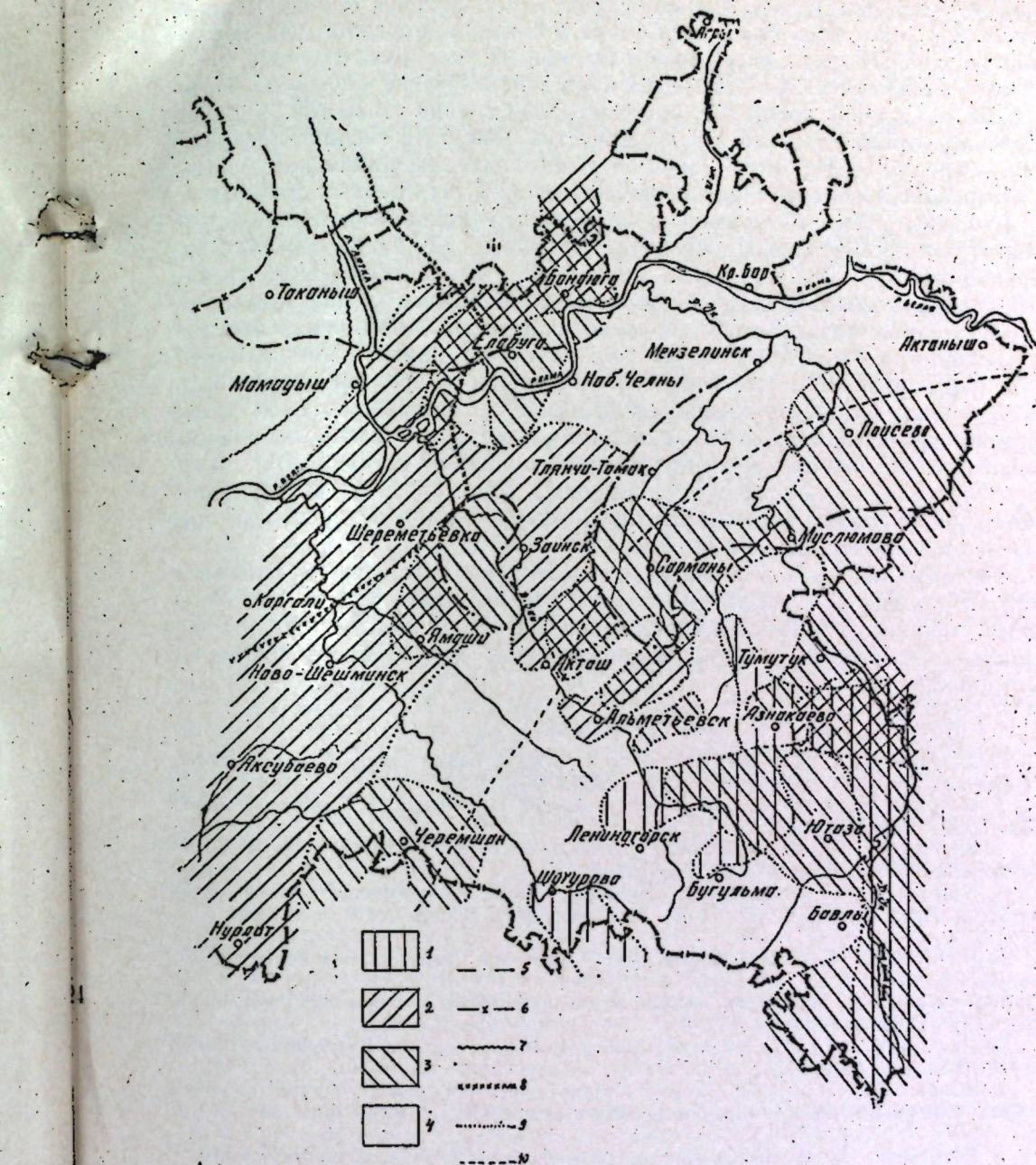


Рис. 3. Распространенность фации депрессий, впадин в эйфельско-живетских отложениях (>50% разреза).

#### Условные обозначения:

Распространенность фации: 1 — в горизонте  $D_2$ ; 2 — в горизонте  $D_{14}$ ; 3 — в горизонте  $D_{15}$ ; 4 — в горизонте  $D_1$ ; границы распространения осадков: 5 — горизонта  $D_{14}$ , 6 — горизонта  $D_{15}$ , 7 — горизонта  $D_1$ , 8 — пашийской свиты, 9 — границы фации, 10 — граница частичного размытия пашийской свиты.

В депрессиях и впадинах формировались алевролиты, в разной степени песчаные, глинистые, аргиллиты, обогащенные песчано-алевритовыми зернами обломочного материала, и иногда песчаники алевритоглинистые. Указанные породы обычно пятнисто окрашены в желтовато-буро-серые тона, изредка (горизонты  $D_2$  и  $D_1$ ) в зеленовато-серые. Структура у них неравномернообломочная, текстура неяснослойистая,

реже тонкослоистая. Все эти особенности обусловлены неравномерным распределением глинистого обломочного материала разного размера в участки, линзы, прослойки, обычно без четких контуров. В глинистых и песчано-алевритовых участках отмечается присутствие обрывков растений, спор. Сидерит среди них распространен в виде стяжений, главным образом в глинистых участках и в качестве цемента в песчано-алевритовых, а иногда и сферолитов, наиболее обычных для пашинской свиты.

Указанные образования так же, как осадки двух первых фаций, распространены преимущественно в алевролито-(гравийно)-песчаниковых пачках или продуктивных горизонтах (Д<sub>у</sub>, Д<sub>и</sub>, Д<sub>ш</sub>, Д<sub>и</sub>, Д<sub>т</sub>). В пространстве песчано-глинисто-алевролитовые накопления фации депрессий, впадин либо располагаются между песчаниковыми наносами фации кос, отмелей, подводных возвышенностей, либо, чаще, господствуют за областью их распространения (см. рис. 3), как результат дальнейшей механической дифференциации обломочного материала. Во времени роль их была неодинакова. Так, если в нижнеэйфельское и нижнекиветское время песчано-глинисто-алевролитовые образования пользовались небольшим развитием, то начиная с верхнекиветского подъяруса (горизонт Д<sub>ш</sub>), когда происходит некоторая стабилизация трансгрессии и устанавливается многократное перемывание и дифференциация осадков, они приобретают широкое распространение.

Изложенные выше основные положения по литологии и фациям в эйфельско-пашинских отложениях для востока Татарии в настоящее время уточняются и прослеживаются на более широком регионе с целью выявления наиболее перспективных районов для поисков нефтяных месторождений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антропов И. А. и Батанова Г. П. Стратиграфия девона Татарии. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
2. Батанова Г. П. Стратиграфия франских отложений в Татарской АССР. ДАН СССР, т. 89, № 1, 1953.
3. Батанова Г. П. Брахиоподы девона восточной части Татарской АССР. Труды ВНИГРИ, новая серия, вып. 88, 1955.
4. Батанова Г. П. Лингуиды девонских отложений центральной части Волго-Уральской области. ДАН СССР, т. 105, № 4, 1955; Изв. КФАН СССР, сер. геол., № 5, 1955.
5. Батанова Г. П. К экологии фауны девонского моря востока Русской платформы. Изв. КФАН СССР, сер. геол., № 4, 1956.
6. Гуляева Л. А. Осадки сероводородных бассейнов геологического прошлого. ДАН СССР, т. 92, № 5, 1953.
7. Гуляева Л. А. Геохимия отложений девона и карбона Куйбышевского Поволжья. Изд. АН СССР, 1956.
8. Долицкий В. А. Перерывы в осадконакоплении девона восточной части Русской платформы. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
9. Казмина Т. И. Геохимические условия образования девонских и более древних отложений Волго-Уральской области. Труды ВНИГРИ, нов. серия, вып. 82, 1955.
10. Кирсанов Н. В. и Миропольская Г. Л. О составе и генезисе аргиллитов живетского яруса на востоке Татарии. ДАН СССР, т. 103, № 3, 1955.
11. Криарий А. И. Девонская нефть Татарии. Таткнигоиздат, 1956.
12. Криарий А. И. Новые данные о строении и коллекторских особенностях пород терригенной формации девона Юго-восточной Татарии. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
13. Лометь К. И. Условия образования пород девона и подстилающих их отложений Волго-Уральской области. Труды ВНИГРИ, нов. серия, вып. 82, 1955.
14. Маймии З. Л. Некоторые результаты работ по изучению условий образования нефти. Труды ВНИГРИ, нов. сер., вып. 82, 1955.
15. Маймии З. Л. Краткая геологическая характеристика исследованных районов Волго-Уральской области. Труды ВНИГРИ, нов. сер., вып. 82, 1955.
16. Малышева О. Н. Терригенные отложения девона северной окраины Мелекесской впадины. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, сер. геол., т. 116, кн. 12, 1956.
17. Миропольская Г. Л. Новые данные о литологии пашинской свиты на юго-востоке Татарии. ДАН СССР, т. 98, № 3, 1954.

18. Миропольская Г. Л. Литологические особенности нижнекиветского подъяруса на юго-востоке Татарии. ДАН СССР, т. 103, № 4, 1955.
19. Миропольская Г. Л., Герасимова Е. Т. и Ерофеев Н. С. Литология пашинской свиты юго-востока Татарии. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
20. Миропольская Г. Л. Краткая литологическая характеристика отложений живетского яруса и пашинской свиты на юго-востоке Татарии. Изв. КФАН СССР, сер. геол., № 4, 1957.
- 20а. Миропольская Г. Л. О прерывности осадконакопления в терригенной толще девона на востоке Татарии. Изв. КФАН СССР, сер. геол., № 6, 1956.
- 20б. Миропольская Г. Л. О распространённости сфалерита, халькопирита, галенита в эйфельско-пашинских отложениях на востоке Татарии. Изв. КФАН СССР, сер. геол., № 8, 1960.
21. Миропольский Л. М., Миропольская Г. Л. и Соловцов Л. Ф. О сфалерите в девонских отложениях на востоке Русской платформы. ДАН СССР, т. 77, № 3, 1951.
22. Миропольский Л. М. Галенит в девонских отложениях на востоке Татарии. ДАН СССР, т. 78, № 4, 1951.
23. Миропольский Л. М. и Миропольская Г. Л. Новые данные о сфалерите в девонских отложениях на юго-востоке Татарии. ДАН СССР, т. 80, № 3, 1951.
24. Миропольский Л. М. и Полянин В. А. Халькопирит в девонских отложениях юго-востока Татарии. ДАН СССР, т. 81, № 3, 1951.
25. Миропольский Л. М. и Миропольская Г. Л. Новые данные о галените в девонских отложениях на юго-востоке Татарии. ДАН СССР, т. 83, № 6, 1952.
26. Миропольский Л. М. О сульфидной минерализации в девонских отложениях Татарии. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, геолог., т. 114, кн. 3, 1954.
27. Миропольский Л. М. К общей характеристике первичной и вторичной минерализации в девонских отложениях на юго-востоке Татарии. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, геол., т. 114, кн. 8, 1954.
28. Миропольский Л. М. Еще о сульфидной минерализации в девонских отложениях Татарии. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, геолог., т. 115, кн. 16, 1956.
29. Михайлова Н. А. Петрография живетских отложений Урало-Волжской нефтеносной области и палеогеография их образования. Изд. АН СССР, 1956.
30. Мурашев И. С. Живетские и нижнефранские отложения северной части Татарии и прилегающих районов Кировской области и Удмуртии. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, сер. геол., т. 116, кн. 12, 1956.
31. Полонская Б. Я. Петрография и фациальные особенности девонских отложений Куйбышевского Поволжья. Изд. АН СССР, 1956.
32. Рождественская А. А. О верхней границе живетского яруса в Западной Башкирии по фауне остракод. ДАН СССР, т. 99, № 3, 1954.
33. Саркисян С. Г. и Теодорович Г. И. Обзор фаций девонских отложений Волго-Уральской области. Совет. геология, 38, 1947.
34. Саркисян С. Г. и Теодорович Г. И. Основные черты палеографии девонской эпохи Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1955.
35. Саркисян С. Г. Основные черты палеогеографии девонского периода Урало-Волжской области. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
36. Страхов Н. М. О типах и генезисе доломитовых пород. Труды геол. ин-та АН СССР, вып. 4, 1956.
37. Теодорович Г. И. О ритмичности в разрезе вероятных нефтематеринских свит (на примере девона Урало-Волжской области). ДАН СССР, т. 86, № 5, 1952.
38. Теодорович Г. И. Геохимические фации и нефтепронизывающие породы девона Урало-Волжской области. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
39. Тихий В. Н. Стратиграфия отложений девона Среднего Поволжья и Заволжья. Сб. Девон Русской платформы. Гостехиздат, 1953.
40. Тихий В. Н. Новые данные по стратиграфии и геологической истории девона Волго-Уральской области. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
41. Троепольский В. И. К вопросу об условиях формирования и сохранения залежей нефти в терригенной толще девона в депрессионных и сводовых областях Поволжья. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, т. 115, кн. 10, 1955.
42. Троепольский В. И. Палеогеография и фациальные особенности осадконакопления на севере и северо-западе Татарии в девонский период. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, сер. геол., т. 115, кн. 16, 1955.
43. Троепольский В. И. и Эллер С. С. Татария в девонский период. Таткнигоиздат, 1956.
44. Троепольский В. И. Коллекторы нефти, карбона и девона Татарии. Учен. зап. Каз. гос. ун-та, сер. геол., т. 116, кн. 12, 1956.

45. Трофимук А. А. Условия образования девонских нефтяных залежей Восточной Татарии и Западной Башкирии. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, т. 115, кн. 10, 1955.
46. Тузова Л. С. Спорово-пыльцевая конференция. Сборник тезисов, 1953.
47. Тузова Л. С. Спорово-пыльцевые комплексы терригенной части девона и нижнего карбона востока Татарии и их значение для стратиграфии. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Изд. АН СССР, 1956.
48. Тузова Л. С. Стратиграфическое значение спор и пыльцы девона востока Татарии. Изв. КФАН СССР, сер. геол., № 7, 1959.
49. Эллери С. С., Троепольский В. И. и Бальчунас А. Е. О живетских отложениях Татарии. ДАН СССР, т. 79, № 1, 1951.
50. Эллери С. С. и Иванов Е. Е. Палеофаунистическая характеристика девонских отложений Татарской АССР. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, сер. геол., т. 114, кн. 7, 1954.
51. Эллери С. С., Троепольский В. И., Муравьев И. С., Иванов Е. Е., Коробова Е. Ф., Малышева О. Н., Чурина Н. П. Основы стратиграфии и фациального сложения девона ТАССР. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, т. 115, кн. 10, 1955.
52. Эллери С. С., Тузова Л. С., Павлова Н. Н. Некоторые данные о строении и возрасте терригенної толщи девона в правобережье р. Уфы (Покровский район, БАССР). Уч. зап. Каз. гос. ун-та, т. 117, кн. 9, 1957.

A. I. Кринари

### НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Петрофизика — наука о физических свойствах, их взаимосвязи, связи с литологическими особенностями, условиями возникновения и преобразования горных пород. Как раздел петрографии эта наука возникла и развивалась вместе с ней. В качестве самостоятельного научного направления она обособляется лишь в настоящее время. Это вызвано главным образом широким развитием геофизических методов разведки, документации разрезов скважин и необходимостью количественной интерпретации получаемых материалов.

Наиболее широко геофизические методы применяются при поисках, разведке и разработке нефтяных месторождений (гравиметрия, магнитометрия, электроразведка, сейсморазведка и различные виды каротажа скважин). Они позволяют решать поисково-разведочные задачи значительно быстрее, с меньшими затратами труда и средств, чем при обычных геологических методах исследования (бурение скважин с полным отбором керна). Названные обстоятельства приобретают в современных условиях особо важное значение. Однако эффективность и даже целесообразность применения геофизических методов во многом зависят от совершенства способов интерпретации их результатов. При совершенной интерпретации геофизические исследования способны резко сократить, а в ряде случаев — заменить бурение скважин или отбор керна из них. Несовершенные или ошибочные — удороажают, а иногда и дезориентируют геологоразведочные работы. Уровень интерпретационной техники (в ее геологической части) в основном определяется уровнем развития петрофизики.

Таким образом, широкое развитие петрофизических исследований составляет в современных условиях весьма важную задачу. Решение ее прежде всего позволит не только рационально использовать существующие, но и изыскать новые, наиболее эффективные геофизические методы исследования.

Систематическое изучение физических свойств пород из разрезов Татарии началось с момента открытия промышленных залежей нефти (1943 г.). Эти работы были начаты в ИГИ АН СССР, ВНИГРИ и тресте «Татнефтегазразведка» под руководством П. П. Авдусина, А. Б. Вистелица и В. И. Троепольского. В 1949 г. они начались в Геологическом институте Казанского филиала АН СССР под руководством автора, а несколько позднее — в ЦНИЛе объединения «Татнефть» под руководством И. Ф. Глумова. Изучались пористость, проницаемость, дисперсность и структурные особенности пород. Полученные данные использовались для подсчета запасов нефти, проектирования разработки ее месторождений и направления дальнейших поисково-разведочных работ.

Быстрый рост нефтедобывающей промышленности Татарии вызвал высокие темпы развития, главным образом, бурения. Отбор керна резко сократился, а из большинства эксплуатационных скважин практически прекратился. Основным способом документации пройденных разрезов остался различного вида каротаж. Между тем для подсчета запасов нефти и составления проектов разработки требовались точные данные о составе, коллекторских параметрах и нефтенасыщенности пород, которые до сих пор определялись по керну. Возникла необходимость изыскания способов их определения по каротажным материалам. Эти работы проводились в Московском нефтяном институте им. И. М. Губкина (В. Н. Кобранова, С. А. Султанов, В. М. Добринин и др.) под руководством В. Н. Дахнова, Всесоюзном научно-исследовательском геофизическом институте под руководством Г. С. Морозова. В Татарии они впервые начаты в Геологическом институте КФАН СССР (1952 г.) под руководством автора, позднее (1954 г.) — в Казанском университете под руководством Г. С. Морозова, тресте «Татнефтегеофизика» под руководством Д. А. Шапиро, Всесоюзном нефтяном научно-исследовательском институте (Л. П. Долина) и Татарском нефтяном научно-исследовательском институте (1959 г.) под руководством И. Ф. Глумова.

Кроме каротажных работ большое развитие в Татарии получили геофизические методы разведки (гравиметрия, магнитометрия и сейсмика). Для интерпретации их результатов необходимо знать плотность, магнитные, упругие свойства пород палеозоя и кристаллического фундамента. Для Татарии эти работы были начаты (1953 г.) в Геологическом институте КФАН СССР (А. Г. Салихов). Однако систематическое и массовое изучение этих и других (электрические, радиоактивные) физических свойств пород Татарии началось лишь с 1954 г. объединенной группой исследователей Геологического института КФАН СССР и Казанской геофизической экспедиции треста «Татнефтегеофизика» (под руководством автора).

Ниже в весьма кратком виде даны некоторые результаты этих работ.

1. Электрические свойства. Из этих свойств изучаются удельное сопротивление, потенциалы самопроизвольной (ПС) и вызванной (ВП) поляризации с одновременным исследованием состава, структурных, текстурных и коллекторских параметров пород. Причем изучение ведется путем постановки опытов в лаборатории, обобщения данных электрометрии скважин и результатов исследования кернов. Эта работа имеет цель выявить для условий Татарии количественные взаимосвязи между названными свойствами с тем, чтобы определить состав, пористость, проницаемость и нефтенасыщенность пород в разрезе по электрокаротажным материалам.

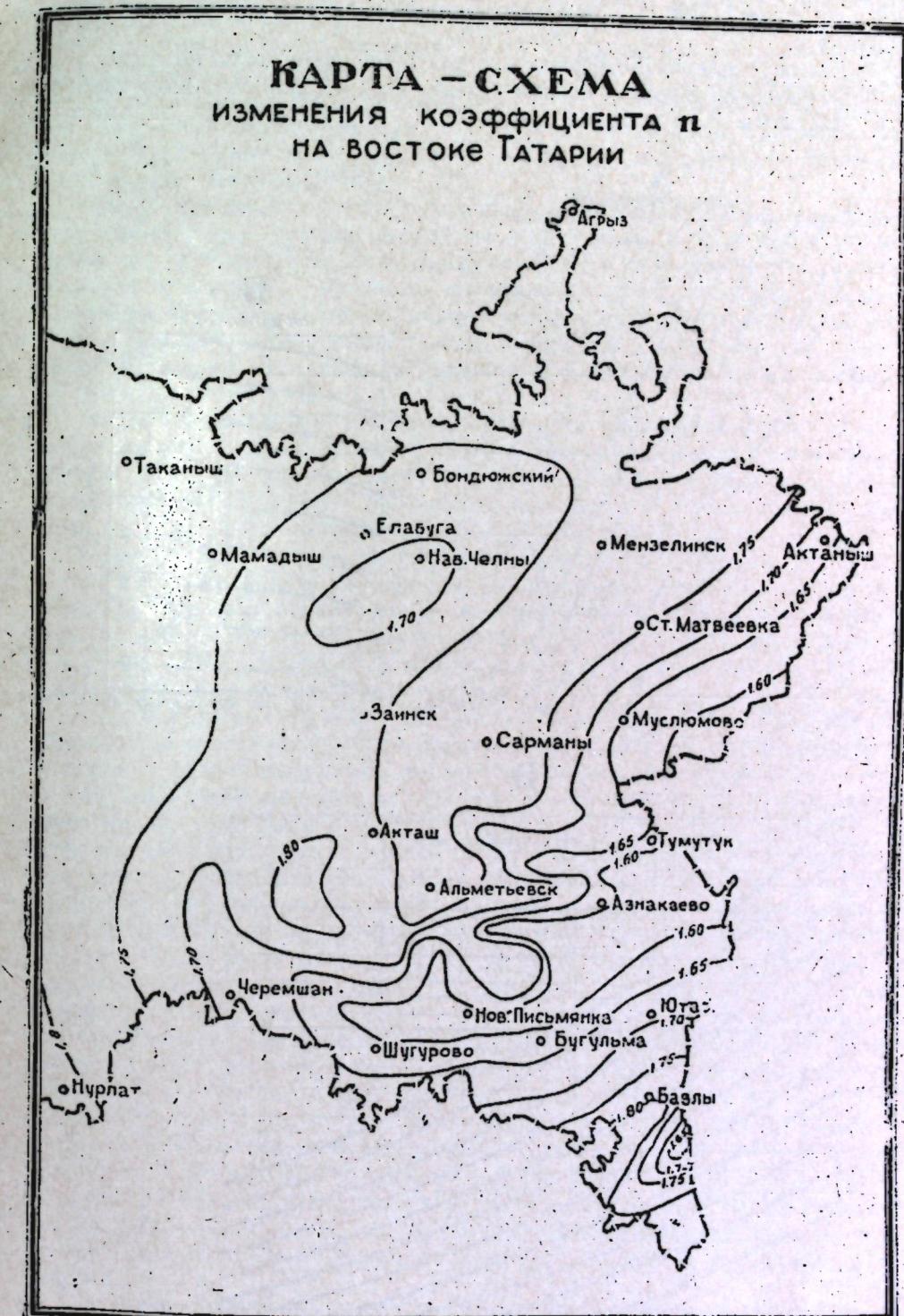
Проведенными работами для терригенных отложений девона установлено, что удельное электрическое сопротивление водоносных пород  $\rho_{\text{вн}}$  зависит от их пористости  $m$ , структурных особенностей и удельного сопротивления пластовых вод  $\rho_u$ . При этом

$$\rho_{0,n} = \frac{0,034}{m^n} \quad (1)$$

где  $n$  — параметр, зависящий от структурных особенностей пород; 0,034 — удельное сопротивление пластовой воды при пластовой температуре ( $38^{\circ}\text{C}$ ) ом. м.

$$\text{Откуда } m = 100 \sqrt{\frac{0,034}{\rho_{в,п}}} \% \quad (2)$$

Установлено также, что структурный параметр  $\pi$  зависит от возраста состава осадков и положения скважины на структуре, т. е. имеет определенные региональные закономерности изменения. Эти изменения для под-коллекторов горизонта  $D_1$  восточной части Татарии приведены на рисунке 1.



PUC

Учитывая весьма незначительные колебания удельного сопротивления пластовых вод в терригенных отложениях девона Татарии для определения пористости водоносных пород пашийского горизонта по их удельному сопротивлению  $R_{\text{пп}}$ , мы рекомендуем палетку, изображенную на рисунке 2.

Для определения коэффициента открытой пористости по этому способу необходимо, кроме удельного сопротивления пласта, знать глубину его залегания  $H$ , пластовое давление  $P_{\text{пл}}$  и структурный параметр  $n$ .

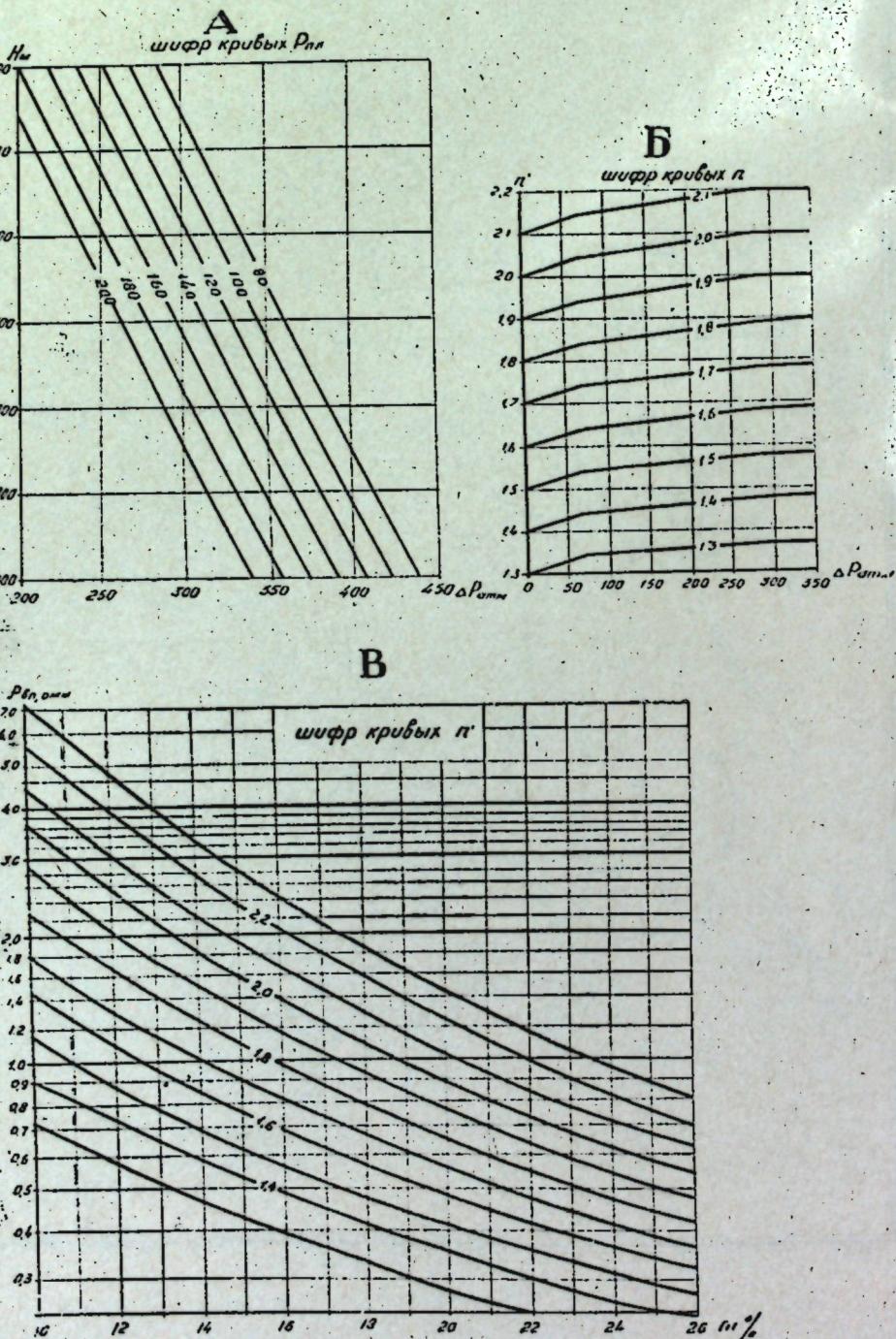


Рис. 2. Палетка для определения коэффициента открытой пористости водоносных пород и их удельного электрического сопротивления.

Пород. Последний мог бы быть определен по карте (рис. 1), если бы фактический материал позволил составить ее в более крупном масштабе. Впредь до составления такой карты можно принять следующие значения структурного параметра (для терригенных отложений девона): 1) на Бавлинском месторождении — 1,75, 2) на южных и восточных площадях Ромашкинского месторождения — 1,63, 3) на центральных площадях Ромашкинского месторождения — 1,70, 4) на северных площадях Ромашкинского месторождения — 1,75, 5) на Акташском, Ново-Елховском и Нурлатском месторождениях — 1,80; 6) на Елабужско-Бондюжской группе месторождений — 1,73.

Имея указанные данные, с помощью графика А палетки определяют разность ( $\Delta p$  — нижняя шкала) между горным и пластовым давлениями [по глубине залегания (левая шкала) и пластовому давлению (наклонные линии)], с помощью графика Б — структурный параметр в пластовых условиях  $n'$  [по величине структурного параметра в лабораторных условиях ( $n$ ) и перепаду давления на пласт (нижняя шкала)] и с помощью графика В — коэффициент открытой пористости (нижняя шкала).

Экспериментальное изучение зависимости удельного электрического сопротивления пород  $R_{\text{пп}}$  от степени водонасыщения  $K_{\text{в}}$  позволило уточнить существующий способ определения нефтенасыщенности продуктивных пластов девона по каротажным данным. Разработанные для этого специальные палетки приведены на рисунках 2 и 3.

Порядок работ по оценке нефтенасыщенности следующий:

1) по каротажным материалам определяется глубина залегания, мощность, удельное электрическое сопротивление, открытая пористость и структурный параметр ( $n$ ) пласта (последний так, как указано выше);

2) с помощью графиков А и Б палетки рисунка 2 определяется структурный параметр в пластовых условиях ( $n'$ );

3) с помощью графика В той же палетки определяется удельное сопротивление пласта в состоянии полного водонасыщения (по коэффициенту пористости и структурному параметру в пластовых условиях);

4) с помощью палетки, изображенной на рисунке 3, определяется коэффициент нефтенасыщенности пород, для чего из точки на шкале  $S_{\text{пп}}$  (верхняя внизу), соответствующей сопротивлению пласта, восстанавливается перпендикуляр до пересечения с наклонной линией, соответствующей удельному сопротивлению водоносной породы; из полученной точки проводится горизонтальная линия до пересечения с кривой, соответствующей пористости пласта (верхняя шкала); из этой точки пересечения опускается перпендикуляр на шкалу  $K_{\text{в}}$  (нижняя), у конца которого читают коэффициент нефтенасыщенности пород (в процентах к объему пор).

Потенциалы самопроизвольной поляризации зависят от концентрации электролитов в пластовой воде и буровом растворе (от их удельного сопротивления), состава и дисперсности пород, содержания в них глинистого материала и нефти (удельного сопротивления). Причем величина аномалии ПС ( $\Delta \text{ПС}$ ), освобожденная от влияния мощности пласта, его удельного сопротивления и удельного сопротивления бурового раствора, является в условиях палеозоя Татарии мерой открытой пористости. Все это позволило разработать для терригенных отложений девона и карбона бескерновые способы определения открытой пористости продуктивных пластов.

В основе названных способов лежат эмпирические и теоретические зависимости, исключающие влияние на  $\Delta \text{ПС}$  названных выше факторов и определяющие связь между приведенным значением  $\Delta \text{ПС}$  и пористостью. Практически определение пористости по ПС производится с помощью специальных палеток, изображенных на рисунках 4 и 5, в следующем порядке:

а) по диаграммам БКЗ, стандартного зонда и резистивиметра опре-

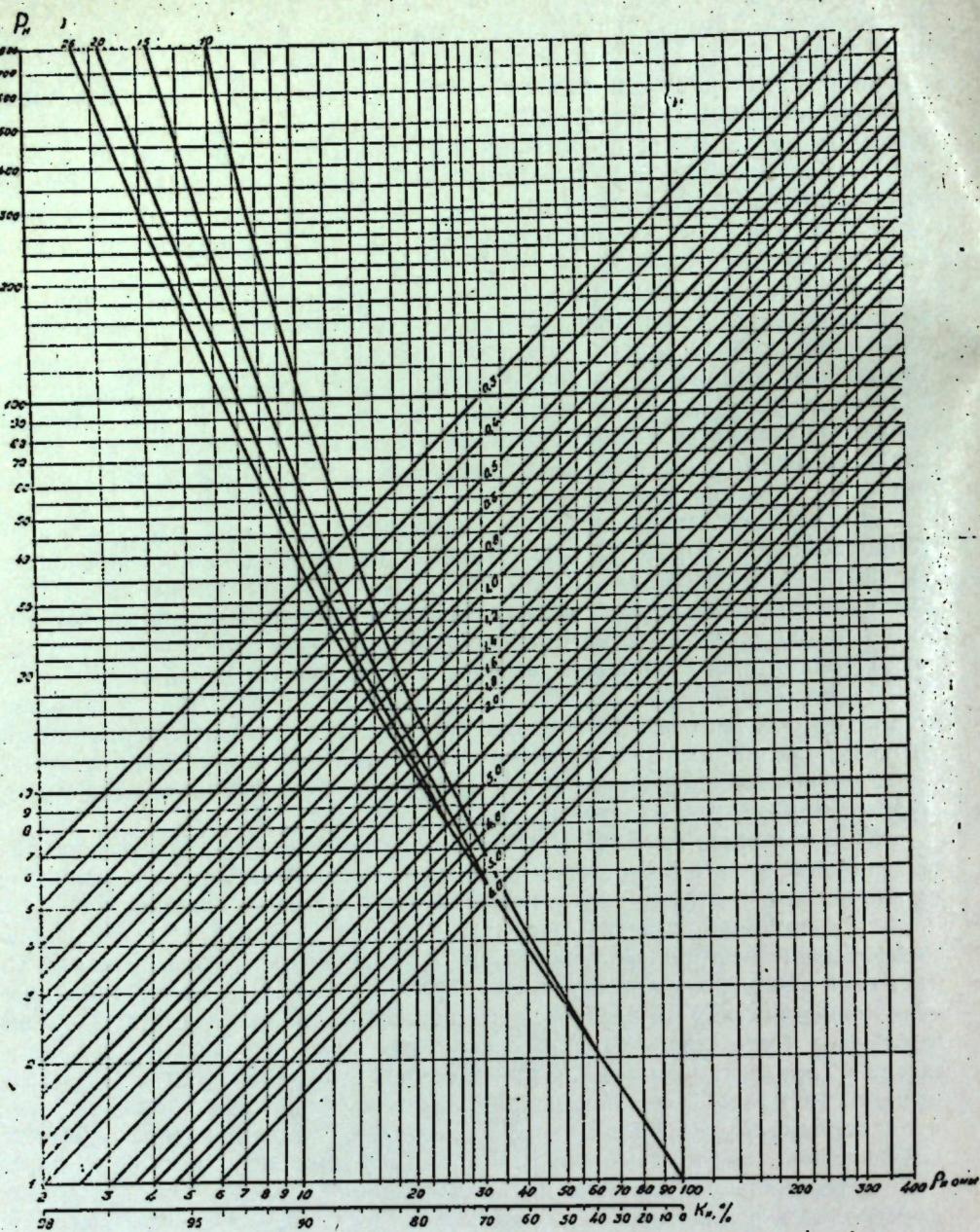


Рис. 3. Палетка для определения коэффициента нефтенасыщенности терригенных пород девона Татарии.

деляются мощность пласта  $h$ , его удельное сопротивление  $\rho_n$  и удельное сопротивление бурового раствора  $\rho_0$ ;

б) на диаграмме стандартного зонда масштаба 1:200 проводится «нулевая» линия для отсчета  $\Delta \Pi С$  и циркулем-измерителем снимается отрезок от этой линии до ее минимального значения против пласта<sup>1</sup>;

в) этот отрезок переносится на шкалу трансформации (соответствующую масштабу записи), по которой определяется величина  $\Delta \Pi С$  в мв;

<sup>1</sup> В терригенной толще девона «нулевая» линия опирается на максимумы ПС против пачек аргиллитов кыновской свиты и живетского яруса (над «средним известняком»), в угленосной свите — на максимумы ПС против глинистых пачек (особенно в основании свиты).

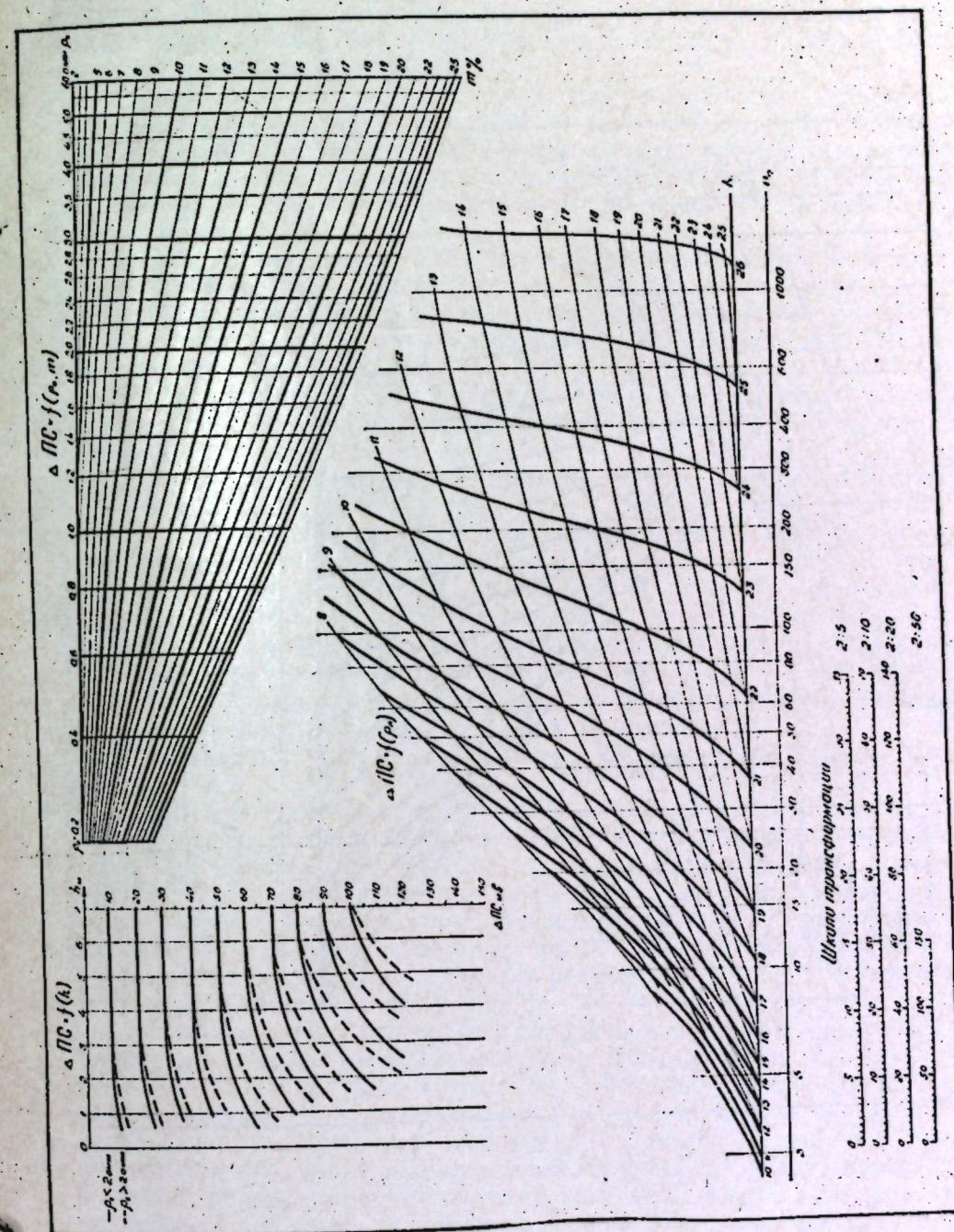


Рис. 4. Палетка для определения коэффициента открытой пористости терригенных пород девона Татарии.

г) по вертикальной линии палетки  $\Delta \text{ПС} = f(h)$ , соответствующей мощности пласта (верхняя шкала палетки) снимается (циркулем-измерителем) отрезок, равный  $\Delta \text{ПС}$  в  $\text{мв}$  (правая шкала палетки), который переносится на вертикальную линию палетки  $\Delta \text{ПС} = f(t)$ , соответствующую удельному сопротивлению бурового раствора (верхняя шкала палетки). Против нижнего конца этого отрезка у соответствующей наклонной линии (правая шкала палетки) определяется число дисперсности (пористость водоносной породы);

д) на палетке  $\Delta \text{ПС} = f(t, \rho_n)$  находят точку пересечения полого наклонной кривой, соответствующей числу дисперсности (эти числа записаны у концов кривых), с вертикальной линией, соответствующей  $\rho_n$  (нижняя шкала палетки); по положению этой точки относительно круто наклоненных кривых определяют пористость пласта в процентах (вторая снизу шкала палетки).

Сопоставление данных о пористости, полученных описанным методом и путем лабораторного определения по керну, дает расхождения около 5% от определяемой величины (при достаточном выносе керна). Это позволило рекомендовать способ определения пористости по ПС для практического использования.

2. Плотность пород. Этот параметр имеет важное значение при интерпретации данных гравиметрических съемок. Он определен более чем по 6000 образцов, взятых из скважин и естественных обнажений. Эти определения позволили в первом приближении изучить изменения плотности пород во времени и пространстве, выявить границы смены плотности в разрезе и оценить влияние на гравитационное поле всей осадочной толщи и ее отдельных комплексов. Установлено, что изменение плотности пород осадочной толщи (миним. 2,27, максим.— 2,63, средняя — 2,53  $\text{г}/\text{см}^3$ ) и метаморфических образований фундамента (миним.— 2,60, максим.— 2,89, средняя — 2,71  $\text{г}/\text{см}^3$ ) не оказывает существенного влияния на величину аномалий силы тяжести. Это влияние составляет обычно 10—15% наблюдаемого аномального поля. Последнее в основном обусловлено магматическими породами основного ряда (плотность их 2,9—3,1  $\text{г}/\text{см}^3$ ), подстилающими и местами прорывающими метаморфическую толщу фундамента.

Плотность осадочных пород зависит от их литологических особенностей, возраста, глубины залегания, вторичных изменений и положения места залегания на тектонической структуре. Причем влияние отмеченных факторов различно у разных типов пород. Так у терригенных и особенно глинистых пород плотность в основном зависит от литологических особенностей и глубины залегания при подчиненном значении других факторов. У известняков и доломитов решающее значение при этом имеют возраст и вторичные изменения.

Увеличение плотности пород с глубиной и возрастом происходит не постепенно, а ступенчато. Такие ступени наблюдаются на глубинах 120—180, 1100—1150, 1550—1620, 1780—1850, 2000—2050 м. По возрасту они приурочены к этапам перерывов в осадконакоплении, связанных с проявлением тектонических напряжений. Отмеченные явления объясняются тем, что, во-первых, изменение плотности пород происходит лишь при определенных критических нагрузках, между которыми этот параметр существенно не меняется, и, во-вторых,—чем больше этапов тектонических напряжений пережила порода, тем выше ее плотность.

Интересные данные получены о характере изменения плотности пород в зонах структур третьего порядка. Установлено, что в общем случае плотность терригенных и глинистых пород выше, а доломитов—ниже в куполах таких структур по сравнению с их плотностью на крыльях и в прогибах между ними. Известняки ведут себя по-разному. Причем величина разности плотности зависит от размеров структуры, но обычно соизмерима с пределами изменения ее от литологических факторов. По-

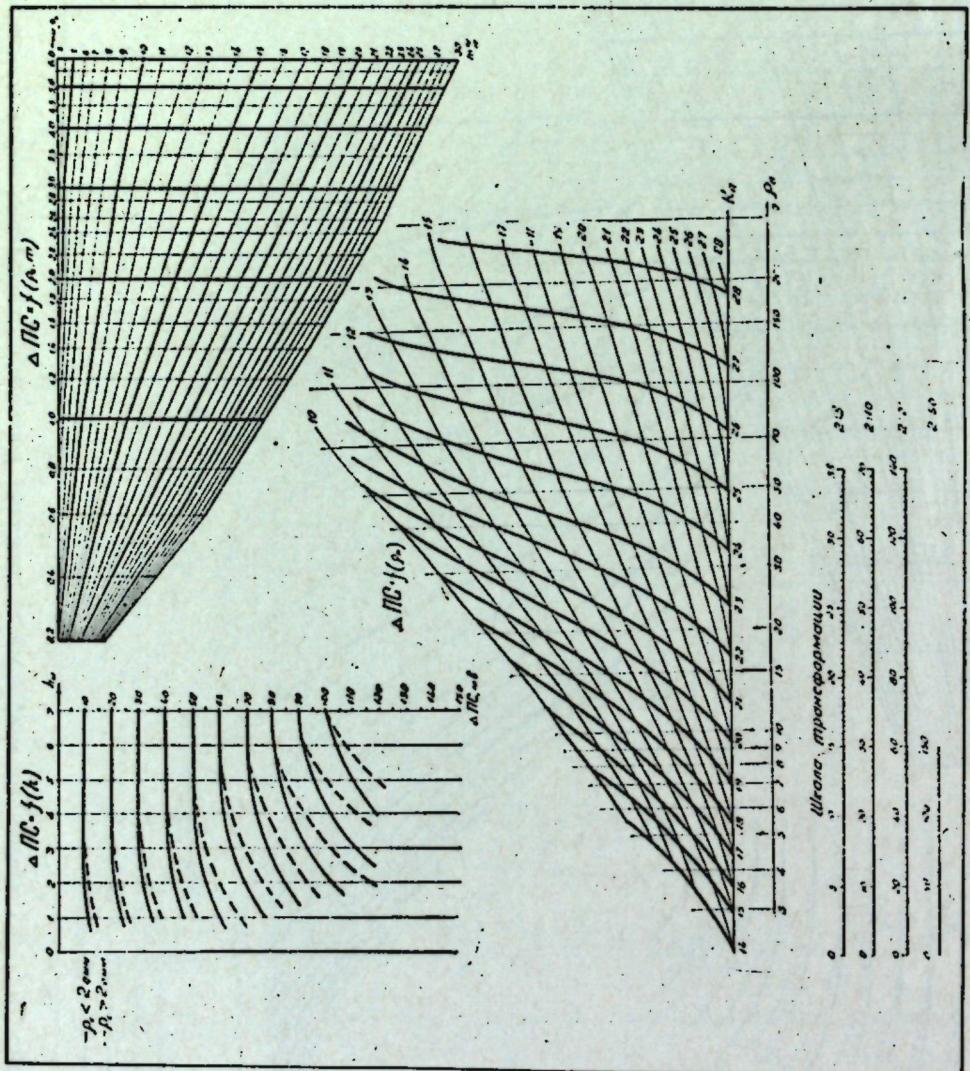
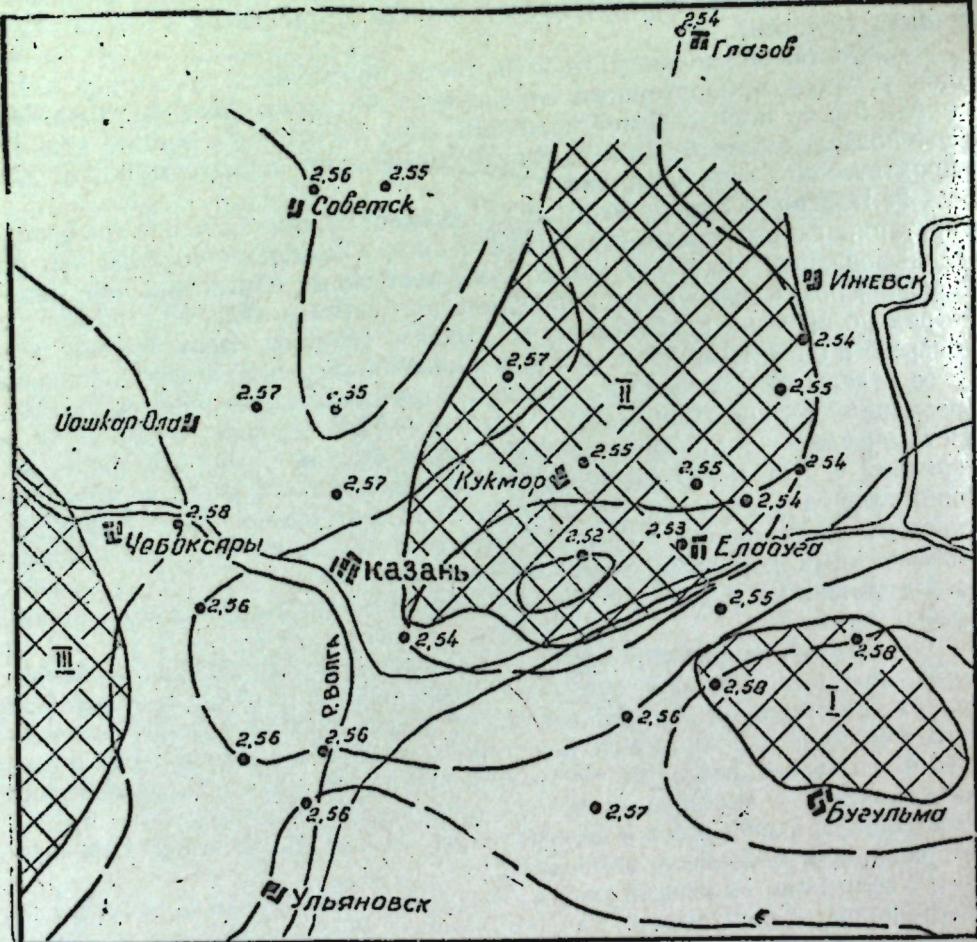


Рис. 5. Палетка для определения коэффициента открытой пористости терригенных пород нижнего карбона Татарии и Удмуртии.

этому средняя плотность того или иного комплекса в какой-либо точке структуры определяется соотношением в разрезе мощности отдельных разностей пород (с присущей им плотностью) и суммарного результата от воздействия названных факторов. В большинстве случаев средняя плотность терригенного девона, например, выше в куполах локальных структур. У карбонатной формации максимум средней плотности может быть в куполе, на крыльях структур или в прогибах между ними. Эти же особенности свойственны и всей осадочной толще. Поэтому говорить о наличии четкой тектонической зональности в изменении плотности, как это делают некоторые исследователи (4), по которой можно было бы безошибочно определять места локальных структур при гравиметрической съемке, для условий Татарии пока нет оснований.



11. Кринари А. И. О зависимости между удельным сопротивлением и коллекторскими свойствами водоносных терригенных пород. Геология нефти, № 7, 1958 г.
12. Кринари А. И. К вопросам изучения физических свойств горных пород. Известия КФАН СССР, юбилейный выпуск, 1958 г.
13. Кринари А. И., Касимов Р. С. Экспресс-метод определения открытой пористости пород по ПС. Технико-экономический бюллетень Татсовиархоза, № 10, 1958 г.
14. Кринари А. И., Зубков В. Л. К характеристике упругих свойств горных пород палеозоя Татарии. Известия АН СССР, серия геофизическая, № 6, 1957 г.
15. Кринари А. И., Салихов А. Г. Материалы к изучению плотности пород палеозоя Татарии и природы гравитационных аномалий. Известия КФАН СССР, серия геологическая, № 7, 1959 г.
16. Кринари А. И., Салихов А. Г. Магнитная восприимчивость горных пород палеозоя Татарии и новые данные о природе магнитных аномалий. Известия КФАН СССР, серия геологическая, № 7, 1959 г.
17. Миропольский Л. М. О сульфидной минерализации в девонских отложениях Татарии. Ученые записки КГУ, том 114, кн. 3, 1954 г.
18. Миропольский Л. М. Еще о сульфидной минерализации в девонских отложениях Татарии. Ученые записки КГУ, том 115, кн. 16, 1955 г.
19. Морозов Г. С. Методы изучения коллекторских свойств девонских песчаников по данным электрического каротажа. Ученые записки КГУ, том 114, кн. 7, 1954.
20. Морозов Г. С. Метод определения плотности осадочных пород по данным каротажа. Ученые записки КГУ, том 116, кн. 5, 1956 г.
21. Салихов А. Г. Некоторые данные о плотности и магнитной восприимчивости пород юго-востока Татарской республики. Известия КФАН СССР, серия геологическая, № 3, 1955 г.
22. Флоренский В. П., Лапинская Т. А., Князев В. С. Некоторые итоги петрографического изучения кристаллического фундамента Волго-Уральской нефтегазовой области. Труды МНИ им. Губкина, вып. 24, 1959 г.
23. Шapiro Д. А. Некоторые вопросы теории диффузионно-адсорбционных (мембранных) потенциалов в буровых скважинах. Прикладная геофизика. вып. 19, 1958 г.

А. И. Кринари, Е. И. Петрув

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ В ОБЛАСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРИБОРОВ ДЛЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Совершенствование способов и приборов для петрофизических (как и для других) исследований составляет весьма важную задачу. В статье излагаются некоторые результаты работ в этом направлении, выполненных авторами за последние годы.

### 1. Определение открытой пористости пород

Известно, что коэффициент открытой пористости определяется обычно методом насыщения образцов керосином. Одни инструкции рекомендуют проводить насыщение под колпаком насоса Комовского (Ф. И. Котяхов, Б. Ф. Ремнев и Г. П. Буторин, 1948; И. А. Преображенский, 1931; П. Екимов, 1952 г.), другие — в конической колбе (Ф. И. Котяхов, 1956; Г. К. Оркин и П. К. Кучинский, 1955). Оба эти способа весьма неудобны в работе и малопроизводительны.

В 1950 г. была сконструирована новая установка (А. И. Кринари, 1955), которая резко увеличивала производительность труда и обеспечивала удобства в работе. Однако систематическая работа на ней выявила возможность дальнейшего усовершенствования.

В 1958 г. был разработан новый, более совершенный вариант этой установки, принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.

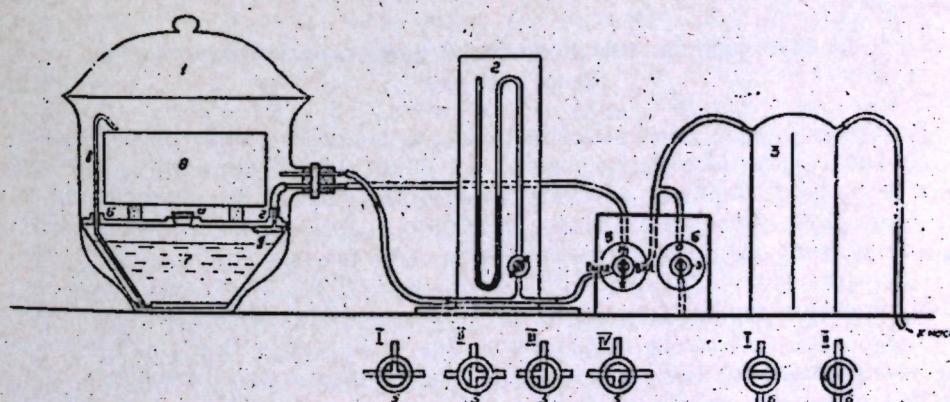


Рис. 1. Схема вакуумной установки для насыщения образцов.

Как видно из схемы, установка состоит из вакуумного эксикатора (1) с боковым тубусом, вакуумметра (2), склянки Тищенко (3) и вакуумного насоса. Названные части установки соединены между собой резиновым шлангом с трехходовым краном (5) и двухходовым краном (6). Для удобства управления эти краны смонтированы на одной панели со шкалами, указывающими на порядок переключений.

В нижней части эксикатора (1) помещен бачок для керосина (7), изготовленный из органического стекла в виде опрокинутого усеченного конуса. В крышке бачка имеется два тубуса: центральный (а) для заливки керосина (закрывается пробкой), боковой (б) для прохода медной фигурной трубы (в), по которой поднимается керосин из бачка, и штуцер (г) для связи с вакуумной линией. Последний с внутренней стороны крышки бачка прикрыт перфорированным колпачком (д) для предохранения от всасывания керосина при работе вакуумного насоса. На крышке бачка устанавливается (на корковых пробках) кристаллизатор (8) с образцами для насыщения.

Порядок работы на установке следующий. Образцы, подлежащие насыщению, помещаются в кристаллизатор друг подле друга (25—30 образцов). Кристаллизатор устанавливается на крышку бачка (на корковых пробках), предварительно наполненного керосином и герметически закрытого. Те образцы, которые при насыщении могут дать осыпь, помещаются в кристаллизатор в открытых блоксах. После этого эксикатор плотно закрывается крышкой, краны (5) и (6) устанавливаются в положение I (на панели крана (5) оно обозначено литером «вкл», а на панели крана (6)—закрыт) и включается вакуумный насос.

Через 20—30 минут после того, как будет достигнуто максимальное разряжение, кран (5) переводится в положение II (на панели оно указано литером «К» — керосин). Осторожно открывая кран (6) на 0,5—1 сек.,пускают в бачок воздух. Он оказывает давление на керосин, который по фигурной трубке (в) поднимается, переливается в кристаллизатор и насыщает образцы. Когда все они окажутся под уровнем керосина, кран (5) переводят в положение I («вкл»). Если разряжение достаточное и в работе вакуумного насоса нет необходимости, то кран (5) переводят в положение III (на панели оно отмечено литером «Н»—насос), насос выключают и кран (6) открывают.

После того, как процесс насыщения образцов закончится, кран (5) медленно переводят в положение IV (на панели оно отмечено литером «выкл»), эксикатор открывают и кристаллизатор с образцами вынимают из установки.

Описанная установка отличается от известных удобством в работе, компактностью и обеспечивает высокую производительность труда (50—60 образцов в день). Она позволяет учитывать частичное осыпание образцов (при насыщении), которое иногда имеет место.

## 2. Оценка содержания реликтовой воды и порометрические исследования

Методика определения реликтовой воды, среднего диаметра пор и распределения их по размерам основана на зависимости капиллярного давления от радиуса поровых каналов. Работы ведутся путем вытеснения из образцов жидкости в специальных приборах, называемых капиллярометрами. Известно два вида таких приборов: стеклянные вакуумные с воронкой Шотта (К. Г. Оркин и П. К. Кучинский, 1953) и напорные с металлическими кернодержателями (Ф. И. Котяков, 1956). Эти приборы обладают рядом существенных недостатков. Так, вакуумные приборы громоздки, малопроизводительны, и в них трудно поддерживать постоянное разряжение в течение нескольких суток. Насыщающая образец жидкость, кроме того, испаряется, что снижает точность определений. Приборы с ме-

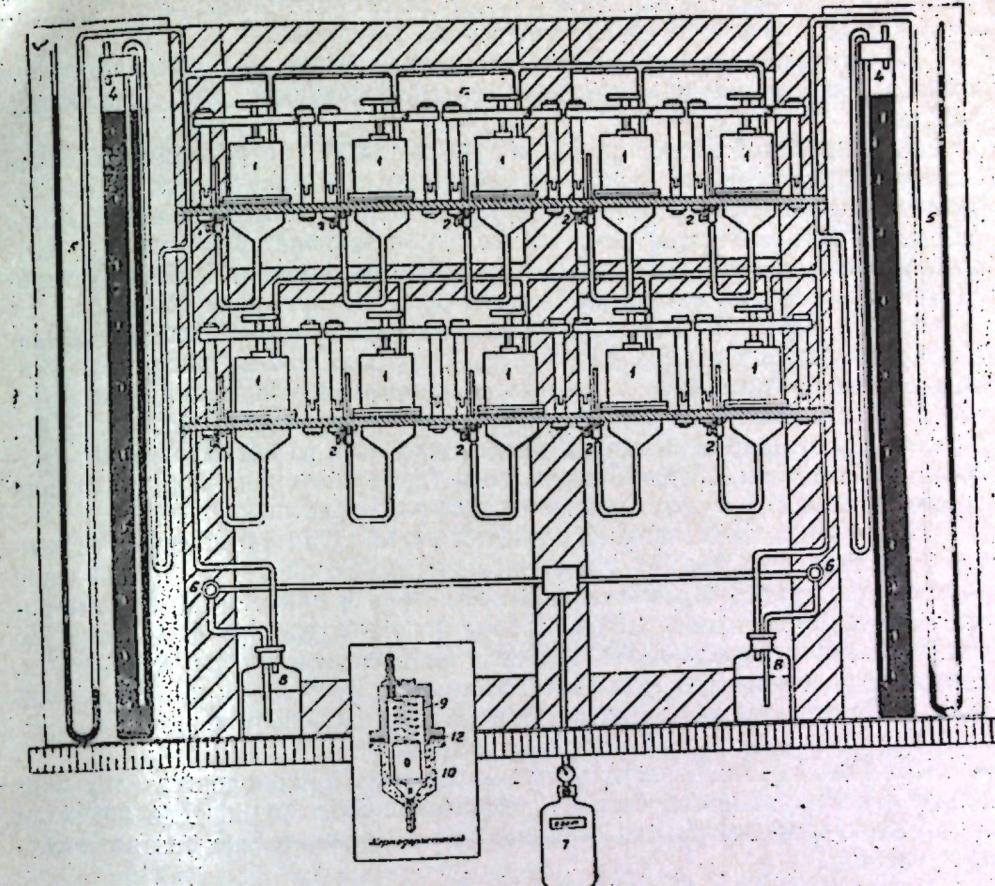


Рис. 2. Схема установки для порометрических исследований.

таллическими стаканами также малопроизводительны, и в них нельзя визуально наблюдать за процессом вытеснения жидкости.

В 1954 г. нами была изготовлена установка, свободная от этих недостатков. Принципиальная схема ее приведена на рисунке 2.

На металлической раме (наклонная штруховка) имеются две полки, на которых в специальных гнездах помещаются по пяти кернодержателей (1), держателей микробюреток (2) и откидных шарирных зажимов (3). На этой же раме укреплены две панели для ртутных ограничителей давления (4) и манометров (5), а также игольчатые вентили (6). Рама крепится к столу, под которым помещается баллон (малый кислородный) для сжатого азота (7) с манометром и игольчатым вентилем. На столе свободно установлены регуляторы подачи газа (8). Баллон (7) соединен с вентилями (6) медной трубкой.

Кернодержатели (1) разъемные. Их верхняя часть — цилиндрическая головка (9) со штуцером и пружиной — изготовлена из металла, а нижняя — воронка (10) с фарфоровой микропористой перегородкой (11) — изготовлена из органического стекла.

Держатели микробюреток (2) имеют вид патрубков, ввинченных в полки снизу, внутри которых свободно перемещается микробюретка. Последняя связана с воронкой кернодержателей резиновой трубкой и удерживается в патрубке на любой высоте пружинным стопором. Для отсчета по микробюретке объема жидкости в держателе имеется сквозной паз, нижний срез которого находится на уровне микропористой перегородки.

Ограничители давления (4) представляют собою толстостенные стеклянные трубы, заполненные ртутью, внутрь которых погружаются стек-

лянныи трубы малого диаметра (1 м.м.). Последние резиновыми шлангами связаны с общей системой газопровода установки.

Регуляторы давления (8) — толстостенные склянки, герметически закрыты резиновыми пробками, через которые опущены две стеклянные трубы.

Перед работой малая трубка ограничителя (4) погружается до отката, а микропористая перегородка кернодержателя насыщается под вакуумом той жидкостью, которой будут насыщены исследуемые образцы (модель пластовой воды). Эта же жидкость заливается в воронку (10), микробюретку и соединяющую их резиновую трубку так, чтобы под перегородкой и в других местах системы не остались пузырьки воздуха.

Схема работы установки следующая. Насыщенные жидкостью образцы заделываются в кернодержатели так, как показано на рисунке 2. Кернодержатели зажимаются в гнездах шарнирными откидными зажимами (3) и соединяются с общим воздуховодом резиновыми трубками. В тех случаях, когда вытеснение насыщающей жидкости из образцов будет проводиться не азотом, а другой жидкостью (керосином, нефтью), последняя предварительно заливается в кернодержатели через штуцеры.

После этого из баллона (7) подается азот. Он поступает через вентили (6) и регуляторы (8) в кернодержатели. Создаваемое им давление фиксируется ртутными манометрами. Как только давление в системе достигло нужной величины, малую трубку ограничителя (4) поднимают до тех пор, пока пузырьки азота не будут прорываться через слой ртути. Давление в системе при этом стабилизируется. Вентилями (6) устанавливают очень медленный приток азота в систему (по числу пузырьков, проходящих через слой воды в регуляторах давления).

При такой системе регулирования давление в кернодержателях поддерживается постоянным весьма продолжительное время. Для перехода на большее давление трубка ограничителя погружается на соответствующую глубину.

Результаты наблюдений оформляются в виде графика и таблицы, приведенных на рисунке 3. Основа их вычерчивается заранее (на кальке и затем размножается в светокопиях). Она построена следующим образом.

Известно, что описываемая методика основана на уравнении вида:

$$P_k = \frac{2\sigma \cos \theta}{r}$$

где  $P_k$  — капиллярное давление (давление вытеснения);

$\sigma$  — поверхностное натяжение насыщающей жидкости;

$\theta$  — краевой угол смачивания;

$r$  — радиус пор.

Если  $\sigma$  и  $\theta$  насыщающей жидкости известны (а они предварительно определяются), то каждому давлению вытеснения соответствует определенный диаметр пор. Поэтому на верхней шкале графика даны давления вытеснения, а на нижней — соответствующие им диаметры пор (в логарифмическом масштабе для 10% раствора NaCl). На вертикальной оси графика нанесена остаточная водонасыщенность ( $K_r$ ) в процентах к объему пор. Эти же данные приводятся в таблице.

Данные эксперимента заносятся сначала в таблицу (вписывается в ее остаточная водонасыщенность при соответствующем давлении), а по ней уже строится график (кривая в координатах: остаточная водонасыщенность — давление вытеснения).

Кривая графика является одновременно кумулятивной кривой размеров пор. По ней, пользуясь известными приемами, определяем:

а) распределение пор по размерам в объеме порового пространства образца;

б) средний (медианный) диаметр пор ( $d_{50}$ );

в) степень их однородности ( $K_u$ ).

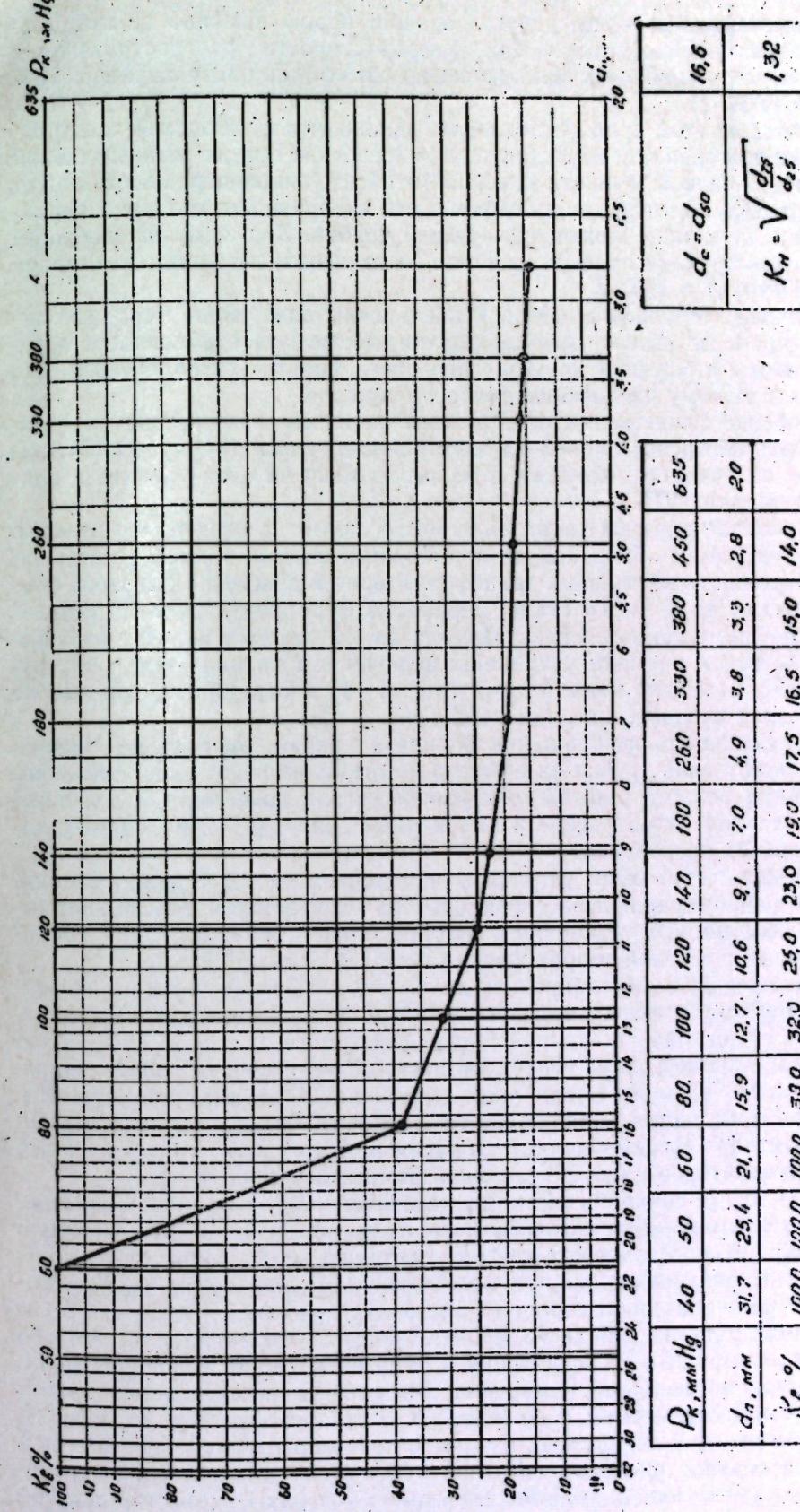


Рис. 3. Форма бланка для записи результатов порометрических исследований.  
Образец № 13  
Скважина № 22  
Порода: песчаник

### 3. Изучение упругих свойств горных пород

Современное изучение упругих свойств пород основано на импульсном ультразвуковом методе. Для замеров скорости распространения в образцах ультразвуковых волн рекомендуют обычно ультразвуковой сейсмоскоп (УЗС-2).

Работа на этом приборе показала, однако, что в заводской конструкции он не пригоден для изучения кернов (особенно при их незначительной длине) из-за низкой точности замеров (относительная погрешность может достигать 28%) и отсутствия стабильности изображения волновой характеристики на экране электронно-лучевой трубы. Это вызвало необходимость реконструкции прибора, которая была выполнена одним из авторов (Е. И. Петров) в 1957 г.

При реконструкции прибора были решены следующие основные задачи: устраниены многочисленные помехи, достигнута стабильность в режиме работы и большая крутизна переднего фронта сигналов. Все это привело к резкому увеличению точности замеров.

Наиболее существенными помехами являлись: воздействие наведенных электромагнитных полей на электронно-лучевую трубку (ЭЛТ), наводки от излучаемого импульса и марок времени на вход усилителя принятых сигналов (УПС).

Устранение влияния электромагнитных полей на электронно-лучевую трубку достигнуто обкладкой ее несколькими слоями трансформаторной стали, экранировкой силовых трансформаторов и дросселей силового блока кожухами из 3—5 мм стали, переносом феррорезонансного стабилизатора на дно силового блока. Помехи же от наводки излучаемого импульса и марок времени устраниены включением специальной фильтрующей ячейки в цепь накала ламп (рис. 4—1) и отрицательного смещения на сетку входного каскада УПС (рис. 4—2).

Нестабильность изображения волновой характеристики на экране электронно-лучевой трубы вызывалась неустойчивостью синхронизации, нарушением режима работы электронной схемы, колебаниями напряжения в питающей электросети и изменением сопротивлений анодных нагрузок при их нагревании.

Эти недостатки были устраниены изменением схемы синхронизации, заменой феррорезонансного стабилизатора электронным (последнее вызвало необходимость установки в силовом блоке дополнительного трансформатора) и заменой сопротивлений типа «ВС» на «МЛТ».

В заводской схеме синхронизации запуск генератора посылок осуществлялся суммированным на потенциометре  $R_7$  напряжением марок времени и 50-периодного напряжения, подводимого через высококоомную LRC-цепь. В нашей схеме генератор посылок запускается только напряжением марок времени (специально подобранным на потенциометре  $R_7$ ), а 50-периодное напряжение подается на катод через разделительный трансформатор (экранированный кожухом из 1 мм стали), установленный в блоке генераторов на месте запасной лампы 6А8 (рис. 4—3).

Такая схема синхронизации при соответствующем подборе сопротивления  $R_8$ , шунтирующей потенциометр, позволила вместо двух регулировок (синхронизация и частота посылок) оставить одну (частота посылок). Постоянство синхронизации при фиксированном крайнем положении потенциометра значительно упрощает настройку прибора.

Малая крутизна переднего фронта волны и невозможность четкого определения момента ее вступления в образец служили основной причиной высокой погрешности измерения. Время прохождения волны через образец было соизмеримо с погрешностью его отсчета. Это вызывалось бедностью спектра излучаемых импульсов гармониками высших частот и срезанием верхних пределов частотного спектра на тракте прохождения сигналов шунтирующей емкостью монтажа и неравномерностью частот-

ной характеристики УПС. Для расширения полосы пропускаемых частот и обогащения спектра излучаемого импульса была резко снижена монтажная емкость, заменен оконечный генератор посылок, произведены незначительные изменения в усилителе принятых сигналов и в конструкции кернодержателя, изменена форма мембран пьезодатчика и приемника.

ра соедини-  
лай от кор-  
гиваниями  
енсаторами  
фидерных  
тенных из  
болочкой и

«Т-2050» с  
елективный  
ящего им-

ьс, а серия  
орых необ-  
игания, что

кая полоса  
елительном

л способен  
ультразвуково-  
Лежа между тем  
кими частот-  
частот УПС  
ротивление  
усилителя

оэлементов  
разца друг  
стерь торцов  
ика, вслед-  
энергии и  
отовлен но-  
форма вы-

развуковой  
далось по-  
тики и ма-  
дняя отно-  
превышает

их породах  
ное время  
зует состав  
бенно важ-

здится на  
пропускать  
через них электрический ток определенного направления и силы, выклю-

### 3. Изучение упругих свойств горных пород

Современное изучение упругих свойств пород основано на импульсном ультразвуковом методе. Для замеров скорости распространения в образцах ультразвуковых волн рекомендуют обычно ультразвуковой сейсмоскоп (УЗС-2).

Работа на этом приборе не пригоден для изучения (из-за низкой точности достигать 28%) и отсутствие теристики на экране электромагнитной реконструкции прибора (Е. И. Петров) в 1957 г.

При реконструкции передачи: устранили многочисленные работы и большая к привело к резкому увеличению

Наиболее существенные электромагнитные подводки от излучаемого импульса сигналов (УПС).

Устранение влияния электротрубки достигнуто обкладкой стали, экранировкой силового якоря кожухами из 3–5 мм затора на дно силового якоря и марок времени ячейки в цепь наканчивания на сетку входного каскада.

Нестабильность изображения электронно-лучевой трубки нарушением режима работы в питающей электросети грузок при их нагревании.

Эти недостатки были заменой феррорезонансного звена необходимости установки форматора) и заменой сопротивления

В заводской схеме синтезировался суммированный мени и 50-периодного и LRC-цепи. В нашей схеме изменением марок времени (специальное напряжение трансформатора (экранирована блоке генераторов на мес-

Такая схема синхронизации  $R_8$ , шунтирующего провод (синхронизация и частота). Постоянство синхронизации тенциометра значительно уменьшено.

Малая крутизна перед определения момента ее всей высокой погрешности образец было соизмеримо с бедностью спектра излучаемых верхних пределов сигналов шунтирующей емкостью

ной характеристики УПС. Для расширения полосы пропускаемых частот и обогащения спектра излучаемого импульса была резко снижена монтажная емкость, заменен оконечный генератор посылок, произведены незначительные изменения в усилителе принятых сигналов и в конструкции кернодержателя, изменена форма мембран пьезодатчика и приемника.

Емкость монтажа снижена уменьшением длины и диаметра соединительных проводов, несущих высокие частоты, удалением деталей от корпуса прибора, заменой сопротивлений типа «ВС» сопротивлениями «МЛТ», разделительных конденсаторов типа «КБГМ» — конденсаторами типа КСО (на выходе парофазного каскада УПС), длины фидерных проводов к пьезодатчику и приемнику — короткими, изготовленными из коаксиального кабеля, в котором расстояние между экранной оболочкой и центральной жилой было увеличено вдвое.

Оконечный генератор посылок изготовлен на тиатроне «Т-2050» с катодным повторителем. Перед ним установлен амплитудно-селективный усилитель для формирования и увеличения крутизны запускающего импульса (рис. 4–5). Последние необходимы по двум причинам:

а) с линии задержек поступает не прямоугольный импульс, а серия ослабленных и искаженных апериодических колебаний, из которых необходимо выделить наиболее значительный первый полупериод;

б) тиатронам присущее непостоянство потенциала зажигания, что требует большой крутизны запускающего импульса.

Схеме с катодным повторителем свойственна более широкая полоса пропускаемых частот. Кроме того, она не нуждается в разделительном конденсаторе, вносящем частотные искажения.

Усилитель принятых сигналов заводского изготовления был способен пропускать лишь узкую полосу сравнительно низких частот ультразвуковой волны (частоты выше 200 кгц полностью срезались). Между тем большая крутизна фронта сигналов обеспечивается лишь высокими частотами. Для значительного расширения полосы пропускаемых частот УПС резко снижена собственная емкость монтажа, уменьшено сопротивление анодных нагрузок каскадов (на 3–5 ком), реостатный вход усилителя заменен потенциометрическим (рис. 4–2).

Заводская конструкция кернодержателя и мембран пьезоэлементов требовала строгой параллельности торцевых поверхностей образца друг другу, чего практически достичь не удается. Непараллельность торцов вызывала перекос пьезодатчика относительно пьезоприемника, вследствие чего на последний попадала лишь часть излучаемой энергии и амплитуда волны занижалась. Для устранения этого был изготовлен новый кернодержатель, а мембранам пьезоэлементов придана форма выпуклой линзы (рис. 4–6).

Таким образом, выпускавший промышленностью ультразвуковой сейсмоскоп был полностью реконструирован. В результате удалось получить четкое, устойчивое изображение волновой характеристики и марок времени на экране, резко повысить точность замеров (средняя относительная погрешность составляет менее 1% и никогда не превышает 2%).

### 4. Изучение потенциалов вызванной поляризации

Потенциалы вызванной поляризации возникают в горных породах при прохождении электрического тока и остаются на некоторое время после его выключения. Величина этих потенциалов характеризует состав и коллекторские свойства пород, что делает изучение их особенно важным.

Лабораторное изучение вызванной поляризации производится на специальных установках, позволяющих закреплять образцы, пропускать через них электрический ток определенного направления и силы, выключать

чать этот ток и измерять возникшие от него потенциалы. При этом чередование периодов времени пропускания тока и замеров величины потенциалов (коммутация) осуществляется с помощью пульсатора (В. Н. Кобрикова и Н. Д. Лепарская, 1957).

Работа на установке, смонтированной по рекомендуемой схеме, выявила ее следующие существенные недостатки.

1. Изоляция между кольцами коллектора пульсатора быстро нарушается вследствие засорения металлической и графитовой пылью от труящихся о них контактов, что приводит к проскальзыванию поляризующего тока в измерительную ячейку и искажению величины вызванных потенциалов. Даже в течение одного кратковременного наблюдения величина потенциала становится зависимой от степени загрязнения изоляции при прочих равных условиях.

2. Число оборотов пульсатора не остается строго постоянным во времени (от колебаний в напряжении питающей сети). Это приводит к тому, что время от начала возбуждения до замера потенциала также меняется. Следовательно, величины потенциалов при каждом замере снимаются в различных областях экспоненты, по которой они изменяются со временем, и становятся несопоставимыми друг с другом.

3. Точность замеров снижается также из-за колебаний стрелки потенциометра, особенно при замерах поляризующих токов на шунте. Происходит это вследствие постоянного замыкания шунтом измерительной цепи потенциометра. Действующее в ней компенсирующее напряжение вызывает заброс стрелки гальванометра в перерывы между посылками тока.

Перечисленные и некоторые другие мелкие недостатки отнимают много времени по уходу за установкой, контролю полученных результатов, делают работу малопроизводительной и трудоемкой.

В 1958 г. одним из авторов (Е. И. Петрув) установка для лабораторного изучения вызванных потенциалов была существенно изменена. Основные изменения установки состоят в замене вращающегося коммутатора (пульсатора) вибрационным, синхронизации подачи компенсирующего напряжения с замерами поляризующего тока и вызванных потенциалов, введе переключателя вида замеров. Схема измененной установки изображена на рисунке 5.

Вибрационный коммутатор изготовлен из вибропреобразователя типа ВС-12, в котором заменены пружины якоря (более длинными) и увеличен вес его наконечника так, чтобы частота коммутации составляла 24 гц. По принципу работы он аналогичен электрическому звонку. В отличие от последнего вибропреобразователь имеет две пружины якоря, против которых установлены по группе контактодержателей с вольфрамовыми контактами. Одна группа контактов включена в поляризующую, другая — в измерительную цепь. При колебаниях якоря поочередно замыкаются и размыкаются то одна, то другая группы контактов, а следовательно, — то поляризующая, то измерительная цепь.

Эта установка более года эксплуатируется в лаборатории тематической партии Казанской геофизической экспедиции и показала высокие качества. Она компактна, безотказна в работе и обеспечивает высокую точность замеров. Вибропреобразователь ее работает с постоянной частотой при широких пределах колебания напряжения в питющей сети (7—13 в). Вольфрамовые контакты переключателей не выгорают, имеют небольшие и устойчивые переходные сопротивления. За год работы виброкоммутатор ни разу не пришлось чистить или ремонтировать.

Удобство и безотказность в работе, возможность регулирования скважности импульсов и постоянство периодов колебания якоря позволяют надеяться на успешное применение виброкоммутатора в каротажной практике. Однако для этого необходимо провести специальные испытания.

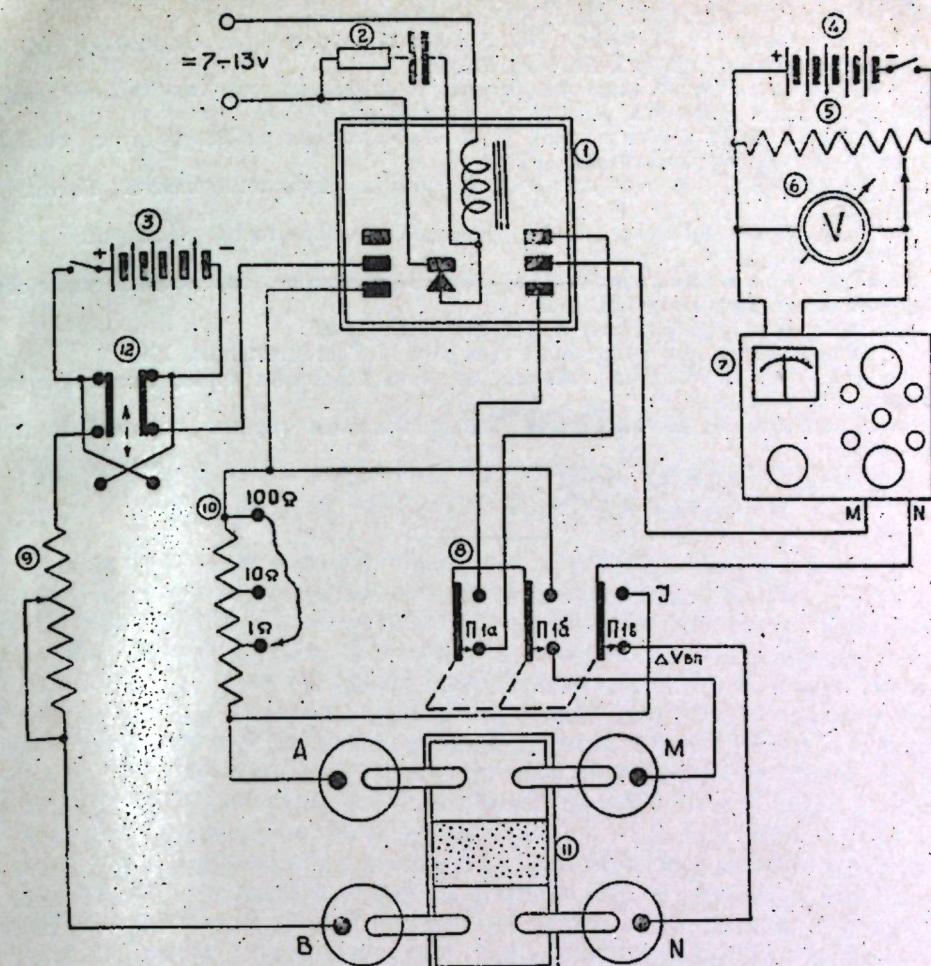


Рис. 5. Схема установки для изучения вызванных потенциалов.

1 — виброкоммутатор; 2 — искрогасительный контур в цепи запуска; 3 — сухие батареи типа БС-30; 4 — батарея сухих элементов компенсирующего напряжения; 5 — потенциометр на 1000  $\Omega$ ; 6 — вольтметр на 7,5 в класса 0,5; 7 — потенциометр ЭП-1; 8 — переключатель рода замеров; 9 — реостат; 10 — измерительные шунты; 11 — ванночка с образцом и электролитом; 12 — переключатель направления тока.

Таким образом, выполненные за последние годы работы привели к усовершенствованию некоторых весьма важных методов изучения физических свойств горных пород. Дальнейшие изыскания в этом направлении должны ориентироваться на создание новых, более совершенных конструкций, позволяющих не только облегчить, но в ряде операций заменить утомительный труд лаборантов и операторов с тем, чтобы с меньшими затратами сил и средств глубже познать закономерности изменения физических свойств пород и полнее раскрыть возможности их практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Екимов П. Ускоренный метод определения открытой пористости пород. Новости нефтяной техники. Нефтепромысловое дело, № 3, Гостоптехиздат, 1951 г.
  2. Кобранова В. Н., Лепарская Н. Д. Определение физических свойств горных пород. Гостоптехиздат, 1957 г.
  3. Котяков Ф. И. Основы физики нефтяного пласта. Гостоптехиздат, 1956 г.
  4. Котяков Ф. И., Ремин Б. Ф., Буторин Н. П. Анализ кернов нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, 1948 г.
  5. Кринари А. И. Некоторое усовершенствование способа определения открытой пористости горных пород. Известия КФАН СССР, сер. геолог. № 5, 1955 г.

6. Методы исследования кернов. Гостоптехиздат, 1948.
7. Озерская М. Л. (ред.). Наставление по определению физических свойств образцов горных пород. Гостоптехиздат, 1953 г.
8. Озерская М. Л. Опыт лабораторного измерения упругих свойств горных пород. Прикладная геофизика, вып. 12. Гостоптехиздат, 1955 г.
9. Оркин К. Г., Кучинский П. К. Лабораторные работы по курсу «Физика нефтяного пласта». Гостоптехиздат, 1953 г.
10. Оркин К. Г., Кучинский П. К. Физика нефтяного пласта. Гостоптехиздат, 1955.
11. Пребраженский И. А. Определение пористости несыпучих пород. АНХ, № 1, 1931.
12. Пребраженский И. А. Прибор для объемного определения пористости несыпучих пород. Труды АзНИИ, 1932.
13. Справочник геофизика том I. Гостоптехиздат, 1960.
14. Спутник геолога по природному газу, том II. Гостоптехиздат, 1952.
15. Страхов Н. М. (ред.). Методы изучения осадочных пород, том I. Госгеолтехиздат, 1957.
16. Шрейнер Л. А. Физические основы механики горных пород. Гостоптехиздат, 1950.

Е. Ф. Станкевич

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТАТАРИИ

Изучением гидрогеологии нефтяных месторождений Татарской АССР в настоящее время занимаются многие центральные (ВНИИ, ВНИГРИ, ВНИГНИ, ВСЕГЕИ) и местные (Геологический институт Казанского филиала АН СССР, КГУ, ТатНИИ) научно-исследовательские и производственные (трест «Татнефтегазразведка», НПУ и буровые тресты) организации. За тот, относительно короткий, промежуток времени, который прошел со дня открытия первой промышленной нефти в Татарии (скв. № 1 у с. Шугурово в 1943 г.), сделаны очень большие успехи. Благодаря гидрогеологическим исследованиям, проведенным в связи с нефтепоисковыми, разведочными и эксплуатационными работами, сейчас уже можно дать довольно обстоятельную характеристику многим глубинным водоносным горизонтам. Степень изученности водоносных горизонтов находится в прямой зависимости от их нефтеперспективности. В связи с этим и сведения о водоносности и водообильности пород распределены очень неравномерно как по площади, так и по разрезу. Наибольшее количество данных имеется по водоносности песчано-глинистых образований девона, особенно пашайской свиты. Меньше сведений собрано по угленосному горизонту нижнего карбона. Хуже обстоит дело с характеристикой водоносности карбонатных пород карбона и верхнего девона. Однако в последнее время, в связи с усилением исследований нефтеносности карбонатных образований, на изучение подземных вод в этом интервале геологического разреза стали обращать больше внимания.

История общих гидрогеологических исследований в Татарии достаточно подробно освещена в работах Т. П. Афанасьева, М. С. Кавеева, С. Г. Каштанова и В. А. Кротовой и поэтому здесь не разбирается.

Первая работа, посвященная собственно гидрогеологии нефтяных месторождений Татарии, была выполнена в 1943 г. Волго-Башкирской экспедицией АН СССР. В ней М. С. Кавеевым, В. А. Сулиным, Н. В. Тагеевой и Б. М. Эпштейном дана характеристика подземных вод всех разведочных площадей на нефть в Татарии (Камско-Устьинской, Верхне-Услонской, Сарабекуловской, Шугурской и Чистопольских). При этом, в связи с тем, что глубокого бурения в то время не проводилось, воды из девонских отложений совсем не затрагивались, так как не были еще вскрыты.

Одним из исполнителей этой работы, Н. В. Тагеевой, среди подземных вод Татарии выделено два типа. К первому типу она отнесла воды кайнозойских и пермских отложений, химический состав которых образовался главным образом за счет взаимодействия с вмещающими породами; ко второму типу отнесены рассольные хлоркальциевые воды,

обнаруженные в карбоне, которые «...подходят к той оригинальной и единственной генетической группе вод, которую мы называем типичной нефтяной хлоркальциевой водой», представляющей наибольший интерес для гидрохимика-нефтяника» (стр. 245). До этого в литературе имелись только беглые упоминания о химизме вод разведочных площадей Татарии [22]. Разрозненные сведения о подземных водах разведочных на нефть площадей встречаются в фондовых отчетах по структурному бурению.

В целях выявления признаков нефтеносности и оконтуривания текtonических структур в Аксубаевском районе была проведена гидрохимическая съемка [4].

В 1945 г. гидрогеологические условия формирования и устойчивости нефтяных месторождений Поволжья, в том числе и в районе Татарии, были разобраны в работах А. Б. Ронова [60, 61] и Н. К. Игнатовича [24, 25].

С открытием промышленной нефти (Шугурово — 1943 г., Бавлы — 1945 г., Ромашкино — 1948 г.) в Татарии усиливаются поисково-разведочные работы на нефть, а в связи с этим и гидрогеологические работы. При этом большое значение стали иметь гидрогеологические исследования, связанные с установлением нефтеперспективности, условий проводки буровых скважин, гидрогеологических условий эксплуатации и взаимосвязи между нефтеносными и водоносными пластами, организацией крупного промышленного водоснабжения для нужд растущей нефтедобывающей промышленности.

Вопросам гидрогеологии нефтяных месторождений большое внимание начали уделять в Геологическом институте КФАН СССР со дня его организации, т. е. с 1945 г. Ст. научный сотрудник Геологического института КФАН М. С. Кавеев в 1948 г. дал общую характеристику подземных вод разведочных площадей и нефтяных месторождений Татарии [28], в 1950 г. он на эту тему защищает диссертацию [30]. Вместе с ним этими же вопросами занимались Б. В. Васильев [35] и У. З. Галиев. Кроме того, М. С. Кавеев занимался вопросами течения геохимических процессов в пермских отложениях Сарабикуловского месторождения нефти [27], а также поиском нефти гидрохимическими методами [29], происхождения азотных газов в пермских и каменноугольных отложениях Татарии [31], особенностями химического состава подземных вод продуктивной толщи девона [32, 35], оценкой ресурсов подземных вод как гидрохимического сырья [34] и пресных вод (совместно с У. З. Галиевым и Е. А. Краевым) для промышленного водоснабжения [36]. По его инициативе в Татарии начаты систематические работы по изучению микрофлоры подземных вод нефтяных месторождений [37]. В последние годы под руководством М. С. Кавеева Е. Ф. Станкевичем проведены работы по обобщению накопившихся материалов по гидрогеологии нефтяных месторождений [14, 15, 21, 64, 66, 67, 68]. Б. М. Юсуповым проделана большая работа по выбору мест подземных газохранилищ в Татарии на основании тектонико-литологических и гидрохимических факторов [84]. В 1957 г. на краевом гидрогеологическом совещании в Казани, созванном по инициативе Геологического института КФАН [63], многие доклады были посвящены гидрогеологии нефтяных месторождений.

Сотрудники Геологического института КФАН не только вели большую работу по сбору, обработке и обобщению всех материалов по гидрогеологии нефтяных месторождений, но и постоянно консультировали, и принимали участие в работе других организаций («Татнефтегазразведка», быв. объединение «Татнефть», ТатНИИ и др.). Их работы и обобщения послужили базой для решения многих практических вопросов нефтяной промышленности и для широких региональных построений.

По нефтяной гидрогеологии в тресте «Татнефтегазразведка» много

сделано А. Г. Забировым [20, 21], в последнее время Е. И. Синявским, а по химизму вод нефтяных месторождений — Н. Ф. Юльметовой.

Сведения о подземных водах нефтеносных пластов рассеяны в многочисленных фондовых и печатных работах по разведке и эксплуатации нефтяных месторождений (С. Н. Егоров, А. М. Мельников, Ф. А. Бегишев, И. А. Локшин, Р. А. Ведерников, М. М. Иванова, М. В. Мальцев, И. П. Чоловский и др.). В последние годы изучение гидрогеологии нефтяных месторождений Татарии начало проводиться в ТатНИИ (С. Н. Шаньгин, В. Г. Герасимов, Г. Ф. Халикова, В. А. Покровский и другие).

В изучении гидрогеологии нефтяных месторождений принимали большое участие также работники центральных научно-исследовательских учреждений (ВНИИ, ВНИГНИ, ВСЕГЕИ, ВНИГРИ). Эти исследования начали широко проводиться только после открытия Ромашкинского месторождения. В них принимали участие: Е. П. Воловиковская, Т. Ф. Губина, В. В. Ягодин, Е. А. Никитская, И. К. Зерчанинов, Е. С. Гавриленко, С. Н. Шаньгин и др. Подобные работы обычно являлись лишь частями тем, в которых исследовались гидрогеологические условия более обширных территорий. Среди работ, посвященных собственно Татарии, следует отметить работы В. В. Ягодина [85, 86], посвященные гидрогеологии девона, и Е. С. Гавриленко [11] о гидрохимических аномалиях в Татарии. Несколько особняком стоит компилятивная работа А. В. Меркулова [53], давшего сводный гидрохимический разрез Ромашкинского месторождения. Работы сотрудников ТатНИИ С. Н. Шаньгина [78], Н. В. Гребнева [16] и В. Г. Герасимова [14] посвящены вопросам качества гидрогеологических работ. В. А. Покровский [58] разбирает некоторые вопросы гидрогеологии восточных районов Татарии (район среднего течения р. Камы) в связи с их нефтеносностью. Профессор Казанского государственного университета имени В. И. Ульянова-Ленина С. Г. Каштанов в 1952 и 1956 гг. [40, 41] дал картину изменения палеогидрогеологических условий в Татарии начиная с докембра.

Большие работы по гидрогеологии нефтяных месторождений и нефтеперспективности проведены в соседних с Татарии районах: Башкирии [52, 55], Ульяновской и Куйбышевской областях [6, 7, 19, 50]. Кроме того имеется много обзорных гидрогеологических работ, в которых дается характеристика подземных вод и прогнозы нефтеносности по гидрогеологическим признакам. Из главнейших работ, в которых имеются сведения по гидрогеологии нефтяных месторождений и разведочных площадей Татарии, следует упомянуть сводки В. А. Суллина [69], А. И. Силина-Бекчуриной [62], Н. К. Игнатовича [26], Т. И. Казминой [38], М. А. Гатальского [13], Т. П. Афанасьева [3], В. А. Кротовой [44, 45, 46, 47, 48, 49], И. Б. Фейгельсон [73].

Большой интерес представляют отдельные вопросы нефтяной гидрогеологии, имеющие практическое значение, как, например, вопросы взаимосвязи водоносных пластов при эксплуатации нефтяных месторождений, качества закачиваемой в нефтеносные пласти воды, ресурсы подземных вод, пригодных для закачки, проводки буровых скважин через «поглощающие» горизонты, продвижения водонефтяного контакта при эксплуатации нефтяных месторождений. Так, М. М. Иванова [23] сделала попытку количественно подсчитать объем воды, перетекающей из пласта  $D_1$  в пласт  $D_2$  на Ромашкинском месторождении. О взаимодействии пластов  $D_1$  и  $D_2$  писал П. В. Чирков [76]. Выяснению характера продвижения водонефтяного контакта на Бавлинском месторождении нефти посвящены работы А. И. Холина, С. А. Султанова, И. Г. Полянина [59, 70, 74]. В работах А. Г. Забирова [20], Д. И. Шапиро [79, 80], В. И. Азаматова и В. А. Бадьянова [1] характеризуется «переходная зона» водонефтяного контакта и ее значение для определения нефтенасыщенности. В работах, посвященных разработке нефтяных месторождений,

дений Татарии, имеется много данных по гидрогеологии нефтяных месторождений.

Для нефтяников Татарии большое значение имеет познание и характеристика так называемых поглощающих горизонтов. Характеристике последних и выяснению их гидрогеологических особенностей посвящены работы С. Н. Шаньгина [77], А. Т. Гайворонского и И. П. Чоловского [12], Е. Ф. Станкевича [64], М. М. Винярского, В. Х. Каримова, Ю. В. Вадецкого и многих других [8, 9].

Несколько отдельно стоят работы по исследованию газового и бактериального состава подземных вод нефтяных месторождений. Микробиологические исследования подземных вод и нефти начаты, примерно, в 1950 г. Ими отрывочно занимались различные организации. К настоящему времени в печати появилось уже довольно много работ, в которых приводятся данные по бактериальной флоре подземных вод [5, 6, 7, 15, 18, 37, 42, 43, 81, 82].

С изучением растворенных в воде газов дело обстоит еще хуже. В литературе имеются лишь единичные отрывочные данные по этому вопросу [6, 7, 35, 75]. Больше сведений встречается о попутных нефтяных газах. Однако в последнее время к составу растворенных газов и газовому фактору в подземных водах возрос интерес. Исследования в этом направлении проводятся ВНИИ, ТатНИИ и др.

Качество гидрогеологического материала далеко не всегда можно считать удовлетворительным. Особенно это относится к опробованию глубинных водоносных горизонтов, когда при оттартировании вода в скважине не доводится до постоянногодельного веса, замеры статического уровня производятся не точно и т. д. [16, 21]. Специальные гидрогеологические исследования по всем водоносным горизонтам в нескольких законсервированных скважинах, которые должны были начаться еще в 1957 г. (трест «Татбурнефть»), начаты только в конце 1959 г. Подобные же работы по гидрогеологическому опробованию 3 скважин в Мелекесской депрессии, которые должен был провести трест «Татнефтегазразведка», не начаты. Гидрогеологических испытаний на новых разведочных площадях проводится еще мало, и они охватывают далеко не все водоносные горизонты.

Как недостаток в изучении гидрогеологии нефтяных месторождений следует отметить отсутствие экспериментальных работ (работы по вытеснению нефти водой и перераспределению пластового давления при эксплуатации нефтяных залежей относятся не к гидрогеологическим, а к промысловым исследованиям). Геохимические методы поисков нефтяных месторождений в Татарии не применяются. Между тем, в соседних районах съемочно-поисковыми работами покрыты очень большие площади.

Собранный к настоящему времени материал позволяет дать довольно детальную характеристику подземных вод нефтяных месторождений, особенно юго-востока Татарии. М. С. Кавеевым для описываемой территории ниже вреза основных рек выделяется 10 гидрогеологических свит [33]. При уточнении этой схемы и расширении ее представляется возможным выделить 14 гидрогеологических свит.

У всех выделенных гидрогеологических свит есть свои особенности, отличающие их от других. Большой частью они имеют естественные границы, проходящие по определенным стратиграфическим выдержанным отложениям. Такими хорошо выраженными разделами являются кыновские глины, тастубские глины и ангидриты, лингуловые глины в основании нижнеказанского подъяруса и др. Однако во многих местах границы между гидрогеологическими свитами очень условны.

При изучении особенно гидрогеологии нефтяных месторождений наибольшее внимание уделяется нефтеносным отложениям: пашийским, живетским и ясиополянским, а в последнее время карбонатным породам девона и нижнего карбона.

В Татарии, так же как и в других платформенных районах, по гидродинамическим и гидрохимическим признакам в вертикальном направлении выделяют три гидрогеологических комплекса [67]. К первому относится комплекс водоносных и водоупорных пород, лежащих выше вреза основных рек, дренирующих район. В его пределах происходит наиболее интенсивный водообмен с поверхностью. Время этого водообмена достаточно велико и редко превышает несколько десятков лет.

В средний гидрогеологический комплекс входят водоносные и водоупорные породы, лежащие ниже вреза главнейших рек, дренирующих территорию, в которых осуществляется водообмен с поверхностными водами. Время водообмена в его пределах в нижних горизонтах может, вероятно, достигать тысяч и даже сотен тысяч лет. Разгрузка подземных вод способствует наличие древних погребенных глубокорезанных эрозионных долин, заполненных песчано-галечным аллювием. При неблагоприятных геологических условиях разгрузка подземных вод в реки сильно затрудняется. Так, например, в долине р. Ик, что установлено гидрологическими работами [57], там, где река течет по глинистым водонепроницаемым породам уфимской свиты, питание ее за счет подземных вод не происходит.

На водораздельных участках, где идет питание подземных вод среднего гидрогеологического комплекса, пьезометрический уровень каждого нижележащего водоносного горизонта ниже, чем у вышележащего. На участках разгрузки картина будет обратной. Положение пьезометрической поверхности нижних водоносных горизонтов выше, чем верхних. Такое соотношение пьезометрических уровней ведет к тому, что величина гидравлического градиента с глубиной уменьшается.

По химическому составу и степени минерализации подземные воды среднего гидрогеологического комплекса очень разнообразны. Здесь можно встретить пресные, солоноватые и соленые, а на отдельных участках и рассолы воды. Увеличение степени минерализации воды идет, как правило, с увеличением глубины залегания. С ростом минерализации меняется химический состав воды от гидрокарбонатно-кальциевого и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого через сульфатно-магниево-натриевый, сульфатно-хлоридно-натриевый до хлоридно-натриевого и даже хлоридно-кальциево-натриевого. При этом сухой остаток возрастает с 0,5–1,0 до 10–20 г/л, а в отдельных случаях и больше.

Нижний, или третий, гидрогеологический комплекс представляет собой комплекс водоносных и водоупорных пород, в которых в настоящее время не происходит водообмена, вследствие чего этот комплекс называют «зоной застойного режима» или «зоной застойных вод» [24, 25, 52]. Однако целый ряд гидрогеологов резко выступил против выделения зоны с отсутствием водообмена, считая, что даже сам термин «зона застойного режима» является реакционным и противоречит диалектическому материализму [13]. Некоторые исследователи полагают, что такие обвинения следует отвергнуть, так как они идут не от диалектического, а от метафизического понимания движения. Ф. Энгельс, справедливо критикуя современных ему естествоиспытателей, замечает, что они постоянно смешивают движение вообще с механическим движением. «Это перешло по наследству от до-химического XVIII столетия и сильно затрудняет ясное понимание процессов. Движение в применении к материи, это изменение вообще. Из подобного же недоразумения вытекает и яростное стремление свести все к механическому движению» [83, стр. 199]. Воды нижнего гидрогеологического комплекса хотя и не участвуют в водообмене с поверхностью, но подвержены непрерывным изменениям и незначительным перемещениям, вследствие изменений геологического условий. Постоянно изменяется их минерализация, химический состав, pH, окислительно-восстановительный потенциал, происходит обмен некоторыми ионами с поверхностью минералов [54], идет непре-

рывный обмен атомами  $O_2$ ,  $C$  и др. между водой и породой [39], вода вступает в небольшие круговороты в связи с развитием бактериальной флоры, происходит раздельная миграция элементов [56] и т. д.

Критика термина «зона застойного режима» не может являться доказательством отсутствия водообмена в глубинных горизонтах.

Доказательством движения подземных вод глубинных водоносных горизонтов является уклон «пьезометрических» поверхностей по приведенным уровням. Приведение делается по методу А. И. Силина-Бекчуриной, иногда с некоторыми уточнениями. Однако использование приведенных уровней для решения вопроса о движении подземных рассольных вод глубинных горизонтов вызывает возражения. Во-первых, вывод формулы А. И. Силина-Бекчуриной производится при допущении, что удельный вес подземных вод увеличивается с глубиной равномерно и что в пределах одного пласта вода более или менее однородна и имеет один удельный вес. Как это сейчас выяснило, плавного и последовательного увеличения минерализации и удельного веса воды с глубиной не наблюдается. Так удельный вес воды из пород кристаллического фундамента и живетского яруса в Татарии меньше, чем в водах из пашинских отложений. На подобные случаи в пределах Русской платформы указывал также М. П. Толстой [72]. Кроме того, колебания удельного веса воды в одном пласте в пределах даже одного нефтяного месторождения, как это было недавно показано [68], достаточно велики и имеют пределы 1,16–1,195. Таким образом, допущения, сделанные А. И. Силиным-Бекчуриной при выводе формулы для определения приведенного давления, вряд ли могут быть приняты и отражают лишь частный случай изменения минерализации воды с глубиной. Во-вторых, в водоносном горизонте отметки пьезометрического уровня в пределах одной разведочной площади имеют амплитуду колебаний того же порядка, что и для всей Татарии. Это видно из таблицы 1, где приведены результаты испытаний пашинского и верхнеживетского водоносных горизонтов Черемшанской площади.

Таблица 1

№ скв.	Абс. отм. устья	Интервал перфорации	Удельн. вес воды	Пьезометрич. уровень	Абс. отмет. пьезом. уровня
1	141,0	1636,8–1742,0	1,1731	151,0	–10
3	149,5	1732–1738	1,1814	155,1	–43,2
6	151,6	1747–1749	1,1844	205,0	–53,4
7	87,9	1670,8–1672,8	1,1740	120,0	–32
		1651,2–1652,8	1,1916	136,6	–48,1
11	101,58	1724–1725	1,1904	150	–62,1
24	11,5	1655,2–1656,4	1,1619	137,7	–36,1
32	190,72	1816–1818,5	—	123,2	–11,7
36	176,75	1785–1789	1,181	184,8	+ 5,9
				200,2	–23,25

По данным А. Г. Забирова [21], пьезометрические поверхности водоносных горизонтов девона и нижнего карбона в Татарии почти горизонтальны. Их значения в среднем составляют для подземных вод, приуроченных

к яисополянским отложениям . . . . . +20 м абс. высоты

к турийскому ярусу . . . . . +15 м » »

к карбонатным породам франского яруса . . . . . –10 м » »

к пашинским отложениям . . . . . –20 м » »

к живетскому ярусу . . . . . –30 м » »

Подсчеты скорости движения подземных вод в девонских отложе-

ниях Татарии по приведенным давлениям показали, что она составляет 100 км за 800 000 лет [35] или 12,77 см/год. По уточненным данным В. Г. Герасимова эта скорость определяется в  $8,7 \cdot 10^{-8}$  м/сутки. При такой скорости подземные воды со дня образования девонских осадков должны были бы пройти не более 20 км. Поэтому вряд ли можно говорить о Тимане [86], как и о любой другой местности, как области питания. По данным Б. Н. Любомирова [51], в Тимано-Пайхайской области подземные воды в девонских породах направляются не на юг, а на северо-восток к Мутному Материку.

По своему химическому составу воды нижнего гидрогеологического комплекса хлоридно-кальциево-натриевые с очень высокой минерализацией, обычно свыше 100 г/л, доходящей до 300–350 г/л.

По гидрохимическим особенностям в Татарии в нижнем гидрогеологическом комплексе можно выделить две гидрогеологические серии. С верхней из них связаны рассолы с удельным весом до 1,12–1,17, заключенные в каменноугольных отложениях и в карбонатных породах верхнего девона. Они отличаются высоким содержанием натрия (часто свыше 40%) и пониженным — кальция (4–6%). Для них характерно также незначительное содержание брома (обычно не выше 500 мг/л) и повышенное — сульфатов. В некоторых случаях эти воды пересыщены сульфатом кальция (66). Объяснения этому явлению еще не найдено. Однако широкое распространение подобных вод на значительных площадях Второго Баку (например, в пермских и верхне-, средне- и частично нижнекаменноугольных отложениях района восточнее Муханова) и связь этих вод с промышленной нефтеносностью обращают на себя внимание. Правда, надо отметить, что воды подобного типа, пересыщенные  $CaSO_4$ , встречаются также в тех районах, которые считаются в настоящее время не перспективными на нефть.

В нижней гидрогеологической серии, верхняя граница которой проходит по кыновским глинам, подземные воды отличаются более высокой минерализацией и удельным весом (обычно свыше 1,16). Это хлоридно-кальциево-натриевые рассолы, в которых содержание натрия меньше (30–35%), а кальция соответственно больше (10–16%), чем в водах верхней гидрогеологической серии. Количество брома в этих водах значительно и составляет 600–1200 мг/л. Сульфатов мало, обычно меньше 1 мг-экв/л, так же как и в Башкирии [55]. Сероводород не встречается; сульфатосстанавливающие бактерии, как это думает большинство исследователей, попадают в них с промывочными водами [6, 7, 42].

Граница между верхним и нижним гидрогеологическими комплексами не приурочивается к определенным стратиграфическим горизонтам. В большой степени она зависит от литологических, тектонических и геоморфологических особенностей. На наиболее возвышенных водораздельных пространствах эта граница находится ниже, а в долинах Волги и Камы выше. Таким образом напрашивается вывод, что она прогибается в районах с наиболее высокими положениями пьезометрической поверхности подземных вод вышележащих горизонтов и поднимается при ее низком положении. Вероятно, это следствие компенсации давления пресных вод с меньшим удельным весом, залегающих на водоразделах.

Для Татарии положение этой границы, вероятно, совпадает с резким скачком в степени минерализации подземных вод (с 20–30 до 110–120 г/л) на относительно небольшом интервале глубин. В связи с этим воды с сухим остатком от 20–30 до 110–120 г/л встречаются в очень редких случаях. О наличии подобного скачка минерализации говорят графики, приведенные Т. П. Афанасьевым [3] на рис. 25 и В. А. Кротовой [47] на стр. 200.

В соответствии с изложенным должны находиться и условия взаимодействия между водоносными горизонтами. В тех случаях, когда вода смежных водоносных горизонтов имеет одинаковый или очень близкий

удельный вес, направление перетока определяется разностью пьезометрических поверхностей. Однако при различном удельном весе воды определить сразу направление перетока невозможно. В таких случаях для получения правильного ответа требуется определить давление в абсолютных цифрах (атмосферах,  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , высоте столба пресной воды) на двух плоскостях, совпадающих с положением сравниваемых водоносных горизонтов. При этом о возможности перетока можно говорить только в том случае, когда давление воды одного водоносного горизонта будет больше, чем другого на обеих плоскостях сравнения. Неправильным будет проводить такие сравнения по приведенным уровням по формуле А. И. Силина-Бекчуриной или по уровню буровых вод (обычно пресных) при проходке скважин. Приравнивание уровня буровых вод к статическому уровню некоторыми исследователями привело, как это уже указывалось [21, 64], к неправильным выводам о наличии перетоков воды из намюрского и ассынского водоносных горизонтов в фаменский на юго-востоке Татарии [8, 9].

Последовательное увеличение удельного веса подземных вод с глубиной является фактором, который сильно затрудняет взаимосвязь между отдельными горизонтами и водообмен с поверхностью. Уже один фактор сильного увеличения минерализации (и удельного веса) воды, как показывают простейшие расчеты, может привести не только к ухудшению условий водообмена с глубинными горизонтами, но и к полному прекращению его, даже при большой разности пьезометрических уровней верхних водоносных горизонтов в краевых частях артезианского бассейна и в условиях гидрогеологической раскрытости.

Условия взаимосвязи водоносных горизонтов определяются их принадлежностью к тому или иному гидрогеологическому комплексу. Они в свою очередь оказывают непосредственное влияние на процессы формирования, сохранения, передвижения и разрушения нефтяных и газовых залежей. Для формирования и сохранения последних наилучшие условия имеются в нижнем и частично в среднем гидрогеологическом комплексе. Поэтому восстановление истории гидрогеологического развития территории, а особенно истории перемещения границ между гидрогеологическими комплексами, имеет очень большое значение при определении нефтеперспективности.

В додевонское время в Татарии был сильно расчлененный рельеф. Породы кристаллического фундамента в то время усиленно промывались инфильтрационными водами, и тогда существовали только верхний и слаборазвитый средний (по долинам рек) гидрогеологические комплексы. Только местами на востоке Татарии и в центральной части Мелекесской впадины в бавлинских отложениях были условия для существования нижнего гидрогеологического комплекса.

В девоне, карбоне, перми на территории Татарии господствовали преимущественно морские условия. За это время отложились осадки мощностью порядка 1,5 км. Вместе с их накоплением происходило захоронение вод. Последние при диа- и эпигенетических процессах изменились и метаморфизовались. Большие массы этой воды покидали осадки в первые стадии литификации при достижении мощности пород в 250–300 м [17]. Затем, при возрастании мощности осадочных пород, вода, захороненная преимущественно в песчано-глинистых породах, постепенно выдавливала и смешивалась с пластовой водой.

Морские условия на территории Татарии неоднократно прерывались; дно моря становилось сушей; начиналось усиленное промывание пород инфильтрационными водами. Глубина водообмена определялась степенью приподнятости и расчлененности существовавшей тогда сушки. В некоторых случаях создавались благоприятные условия для выщелачивания пород и возникновения карста (в предкаменноугольное и предвизейское время, на грани намюрского и башкирского, башкирского и

московского веков, в предверхнепермское время). Менее значительные поднятия и перерывы в осадконакоплении наблюдались в живетское, франское и фаменское время. В течение континентальных перерывов оформлялись все водоносные комплексы. При этом можно думать, что верхняя граница нижнего гидрогеологического комплекса, начиная с саргаевского или, по крайней мере, с мендымского времени, не опускалась ниже кыновских глин. В карбонатных породах верхнего девона и турнейского яруса, вероятно, водообмен с поверхностью не возобновлялся, начиная с визейского времени. Породы, лежащие выше песчано-глинистых пород угленосного горизонта визейского яруса, промывались в предбашкирское, предмосковское и, частично, в предверхнепермское время.

С установлением континентального режима в мезозое начался новый этап гидрогеологической истории на территории Татарии. В это время господствовали преимущественно континентальные условия. Выветриванием, эрозией и абляцией были уничтожены большие толщи пород. Особенно резко проявлялось действие эрозии по долинам крупных рек. Положение последних, предопределенное тектоническими условиями, видимо, было унаследовано от древнейших времен [65]. Следует отметить, что наибольшие глубины размыва характерны для участков преимущественных опусканий, к которым приурочены долины рек [65].

Вследствие смыва части пород нижняя граница среднего гидрогеологического комплекса опускалась; начинали промываться более глубоко залегающие водоносные горизонты. Однако этот процесс был прерывистым. В средне- и верхнеюрское, в нижне- и верхнемеловое, в палеогеновое и неогеновое время море вторгалось на территорию Татарии с юго-запада. В такие периоды шло затухание водообмена и наблюдался подъем верхней границы нижнего гидрогеологического комплекса. Особенно важные гидрогеологические события произошли в неогене, когда наблюдалось максимальное опускание базиса эрозии и дренирования, что привело к усилению водообмена подземных вод [2]. В четвертичное время верхняя граница нижнего гидрогеологического комплекса повысилась. Небольшие изменения в положении этой границы происходили в четвертичный период неоднократно.

В последнее время человек стал оказывать очень сильное влияние на гидрогеологические условия. Особенно оно начало сказываться с началом интенсивной разработки нефтяных месторождений на юго-востоке Татарии. При извлечении больших объемов нефти происходит передвижение контуров нефтеносности и пластовых вод. В некоторых случаях это вызывает даже смещение соседних залежей, так же как и в других областях [10], не говоря уже об изменении пластового давления в соседних водоносных пластах [76], перетоках воды и нефти из одного пласта в другой [23] и вытеснении нефти водой и воды — нефтью [70].

Пресные воды гидрокарбонатно-кальциевого и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого состава при законтурном заводнении смешиваются с пластовой, а при внутриструктурном заводнении с остаточной и пластовой водой. В результате смешивания получаются воды хлоридно-натриевого состава различной минерализации в зависимости от соотношения объемов смешивающихся вод. Кроме смешивания на формирование химического состава закаченной воды оказывает сильное влияние взаимодействие воды с вмещающими породами и жизнедеятельность микроорганизмов. При этом свойства воды, в том числе и нефтеимывающие, постоянно меняются. Изменения температуры, давления, обстановки также играют большую роль в процессах формирования химического состава.

Большое значение в настоящее время имеет изучение поглощающих горизонтов. Последние приурочены к казанским, сакмаро-артинским, намюрским и серпуховско-окским, нижнефаменским и ассынским отло-

жениям. На борьбу с осложнениями при проходке этих горизонтов тратится очень много средств и времени. В некоторых случаях приходилось даже переходить на другое место или забуриваться вторым стволом [8].

С изучением гидрогеологии нефтяных месторождений тесно переплетаются многие другие вопросы, как, например, геотермические исследования, гидродинамические расчеты и эксперименты по выявлению оптимальных условий эксплуатации нефтяных месторождений, подсчеты ресурсов подземных вод для бытового и промышленного водоснабжения, исследования глубинных подземных вод как гидроминерального сырья.

В заключение следует отметить, что исследователям, работающим по гидрогеологии нефтяных месторождений, предстоит сделать еще очень многое: К первоочередным задачам относится составление сводки по подземным водам Татарии с освещением закономерностей изменения химического состава, выяснением признаков нефтеносности, особенностей динамики, условий формирования их запасов и химического состава, исследованием бактериального и газового состава и т. д. Разрешение этих задач непосильно для одного человека и должно явиться делом целого коллектива гидрогеологов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Азamatov B. I., Badlyanov V. A. О «переходной зоне» водяного пласта. Татарская нефть, № 1, 1959.
2. Афанасьев Т. П. Верхнетретичный размыт в Среднем Поволжье и его гидрогеологическое значение. Сов. геология, сборн. 39, 1949.
3. Афанасьев Т. П. Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. Москва, 1956.
4. Барс Е. А., Иткина Е. С. Опыт гидрохимической структурной съемки в Аксубаевском районе Татарской АССР. ДАН СССР, т. 40, № 7, 1943.
5. Беляева М. И. Распространение водородных бактерий в природе. Учен. зап. Казан. госуд. ун-та, т. 114, кн. 8, 1952, юбилейный сборник.
6. Белякова Е. Е. Газогидрохимические показатели нефтегазоносности. Сб. нефтегазоносность Урало-Волжской области, 1956.
7. Белякова Е. Е. Нефтепониковое значение подземных вод и растворенных в воде газов по данным исследований в районе Самаро-Камского междуречья Волго-Уральской нефтеносной области. Вопросы нефтепониковой гидрогеологии. Мат. ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 18, Гидрогеология, 1956.
8. Вадецкий Ю. В., Каримов В. Х., Григорьев М. Н., Иванов В. П., Ильясов Е. П. Новые методы ликвидации интенсивного поглощения промывочной жидкости при бурении скважин. Нефтяное хоз. 12, 1958.
9. Вопросы борьбы с поглощениями промывочной жидкости на промыслах Татарии. Бугульма, 1957.
10. Габриэлян А. Г., Максимов С. П. Формирование залежей нефти и газа в каменноугольных отложениях Ставропольского Поволжья. Геол. нефти, № 5, 1957.
11. Гавриленко Е. С. Гидрохимические аномалии на территории Татарской АССР и факторы, их обуславливающие. Тр. Инст. нефти АН СССР, IX том, 1958.
12. Гайворонский А. Т., Чоловский И. П. Краткая характеристика поглощающих горизонтов Ромашкинского месторождения. Татарская нефть, № 1, 1957.
13. Гатальский М. А. О погребенных и застойных подземных водах Русской платформы в связи с поисками нефти и газа. Геологич. сборник II (V), 1953.
14. Герасимов В. Г., Станкевич Е. Ф. О пластовом давлении в пьезометрических скважинах. Татарская нефть, 1, 1959.
15. Глумов И. Ф., Станкевич Е. Ф. К появлению сероводорода в нагнетательных скважинах Ромашкинского месторождения. Техбюл. Тат. нефти, 1—2, 1959.
16. Гребнев Н. В. Состояние и методика проведения гидравлических исследований в связи с поисками нефти в Татарии. Татарская нефть, № 3, 1959.
17. Двали М. Ф. Возможные факторы и процессы первичной миграции нефти. Исследов. ВНИГРИ в области нефтяной геологии. Труды ВНИГРИ, вып. 132, 1959.
18. Дутова Е. Н. О бактериях, разрушающих нафтеновые кислоты и их распространении в подземных водах. Вопр. нефтепром. гидрогеологии. Мат. ВСЕГЕИ, нов. серия, в. 18, Гидрогеология, 1951, Гостоптехиздат, Москва.
19. Зайдельсон М. И. О гидрогеологических условиях в продуктивных горизонтах терригенных толщи нижнего карбона и верхнего девона на территории Среднего Поволжья. Куйбышев. нефть, 1—2, 1957.
20. Забиров А. Г. Некоторые особенности водо-нефтяного контакта нефтяных залежей девона Ромашкинского месторождения. Геология нефти, № 11, 1958.
21. Забиров А. Г., Станкевич Е. Ф. Больше внимания гидрогеологическим наблюдениям и опробованию водоносных горизонтов в скважинах. Татарская нефть, 6—7, 1958.
22. Иванов А. П. К вопросу о химизме вод нефтяных месторождений «Второго Баку». Советская геология, № 10, 1940.
23. Иванова М. М. Оценка возможных перетоков нефти из горизонта D<sub>1</sub> в горизонт D<sub>2</sub> на Абдрахмановской площади. Татарская нефть, № 11, 1958.
24. Игнатович Н. К. О региональных гидрогеологических закономерностях в связи с оценкой условий нефтеносности. Совет. геология, сб. 6, 1945.
25. Игнатович Н. К. К вопросу о гидрогеологических условиях формирования и сохранения нефтяных залежей. ДАН СССР, т. 46, № 5, 1945.
26. Игнатович Н. К. Гидрогеология Русской платформы. 1948. М.-Л.
27. Кавеев М. С. О некоторых геохимических процессах в пермских отложениях Сарабиковского месторождения нефти. ДАН СССР, т. 55, № 5, 1947.
28. Кавеев М. С. Характеристика вод разведочных площадей и нефтяных месторождений. Геологич. строение и нефтеносность ТАССР. 1948, Гостоптехиздат.
29. Кавеев М. С. К вопросу поисков нефти гидрохимическими методами. ДАН СССР, т. 41, № 2, 1948.
30. Кавеев М. С. Геология и подземные воды разведочных районов и нефтяных месторождений Татарской АССР. Автореф. диссерт. 1950, Казань.
31. Кавеев М. С. К вопросу о происхождении азота, приуроченного к толще нижнепермских и каменноугольных отложений ТАССР. ДАН СССР, т. 41, № 2, 1953.
32. Кавеев М. С. Специфические особенности состава подземных вод продуктивной толщи девона и условия их формирования. Гидрохим. матер. т. 24, 1955.
33. Кавеев М. С. Основные итоги изучения подземных вод Татарской АССР и задача дальнейших исследований. Изв. КФАН юбилейный сборн., 1957.
34. Кавеев М. С. Подземные воды нефтяных месторождений — важный источник минерального сырья. Технико-эконом. бюлл. ЦБТИ Татсовнархоза, 5, 1958.
35. Кавеев М. С., Васильев Б. В. Гидрогеология нефтяных месторождений девонских отложений юго-востока Татарии. Нефтегазоносность Урало-Волжск. обл., 1956.
36. Кавеев М. С., Галиев У. З., Краев Е. А. Перспективы использования подземных вод для водоснабжения нефтепромыслов Татарии. Татарская нефть, 3, 1957.
37. Кавеев М. С., Сайманова Р. А. Микробиологическая характеристика подземных вод юго-востока Татарской АССР. Изв. КФАН, сер. геол. наук, № 7, 1959.
38. Казмина Т. И. Девонские воды востока Русской платформы. Геохимии. сбор., № 2—3, Тр. ВНИГРИ; нов. серия, вып. 57, 1951.
39. Карпачева С. М. О постоянной подвижности атомов неорганического мира. Вопросы философии, № 6, 1953.
40. Каштанов С. Г. Материалы по палеогидрогеологии центральной части Волжско-Камского края. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 112, кн. 8, Геология, 1952.
41. Каштанов С. Г. К вопросу о формировании подземных вод Тагарского свода. ДАН СССР, т. 108, № 4, 1956.
42. Колесник З. А. Микрофлора вод и нефти районов Второго Баку. Тр. ВНИГРИ, нов. серия, вып. 82, 1955.
43. Крамаренко Л. Е. Состав и распределение микроорганизмов в подземных водах и их поисковое значение. Вопросы нефтепониковой гидрогеологии. Матер. ВСЕГЕИ, нов. сер., вып. 18, Гидрогеология, 1956.
44. Кротова В. А. К вопросу о роли гипсово-ангидритовой толщи кунгура в формировании химического состава подземных вод и сохранении нефтяных залежей Второго Баку. Геологический сборник (Доклады и статьи) ВНИГРИ, III (VI), 1955.
45. Кротова В. А. О хлор-броном коэффициенте подземных вод. Геологический сборник, 2, Тр. ВНИГРИ, нов. серия, в. 95, 1956.
46. Кротова В. А. Некоторые общие закономерности химизма подземных вод палеозоя Волго-Уральской нефтеносной провинции. Геологический сборник, 2, Тр. ВНИГРИ, нов. сер., в. 95, 1956.
47. Кротова В. А. Волго-Уральская нефтеносная область. Гидрогеология. Тр. ВНИГРИ, нов. серия, вып. 94, 1956.
48. Кротова В. А. Роль гидрогеологических факторов в образовании, сохранении и разрушении нефтяных залежей (по материалам Волго-Уральской области). Тр. ВНИГРИ, нов. серия, в. 103, 1957, Ленинград, Гостоптехиздат.
49. Кротова В. А. Йодо-бронные хлоркальциевые рассолы Волго-Уральской нефтеносной области. Геолог. сборник, 3, Тр. ВНИГРИ, нов. серия, вып. 126, 1958.
50. Лобов В. А. и Зайдельсон М. И. О региональных процессах нефтегазонакопления в восточных районах Русской платформы. Новости нефт. техники, геологии, № 1, 1959.
51. Любомиров Б. Н. Подземные воды Тимано-Пайхайской области в связи с оценкой перспектив на нефтегазоносность. Тр. ВНИГРИ, в. 133, 1959.
52. Маков К. И. Подземные воды Башкирской АССР, часть 1, текст, 1946. Москва — Киев.
53. Меркулов А. В. О некоторых гидрогеологических особенностях Ромашкино-Миннибаевского и Мухановского месторождений. «Вопросы геологии». Тр. Грозненского нефт. инст., сб. 21, 1959.

54. Огильви Н. А. Некоторые физико-химические особенности подземных растворов (автореферат). БМОИП, отд. геолог. (2) 1956.
55. Озолин Б. В., Лерман Б. И. Закономерности изменения свойств пластовых вод продуктивных горизонтов девона в пределах платформенной области Башкирии. Бюлл. геол. и ресурсы газа нефт. м-ний, Тр. УФНИИ, в. IV, 1959.
56. Ольшанский Я. И. О сопряженной миграции веществ в твердой и жидкой фазах. Геохимия, № 4, 1956.
57. Петров Г. Н. Меженный сток и его изучение (методика исследований на примере малых рек Средн. Поволжья). Тр. КФАН, сер. энергет. и вод. хоз., вып. 1, 1956.
58. Покровский В. А. Неблагоприятные гидрогеологические условия нефтеносности каменноугольных отложений некоторых восточных районов Татарии. Татарская нефть, 12, 1958.
59. Полуяни Т. Г., Султанов С. А. О характере и причинах обводнения скважин Бавлинского нефтяного месторождения. Татарская нефть, 1, 1958.
60. Ронов А. Б. Гидрогеология каменноугольных отложений Поволжья. ДАН СССР, т. 48, № 5, 1945.
61. Ронов А. Б. Гидрогеологические условия устойчивости газовых и нефтяных месторождений Поволжья. ДАН СССР, т. 49, № 3, 1945.
62. Силин-Бекчурин А. И. Формирование подземных вод северо-востока Русской платформы и южного склона Урала. Тр. ЛГГП, т. IV, 1949.
63. Станкевич Е. Ф. Гидрогеологическое совещание по Среднему Поволжью в Казани. Изв. Акад. Наук СССР, сер. геолог., 1957, № 9.
64. Станкевич Е. Ф. О значении удельного веса пластовой воды для определения интенсивности поглощения промывочной жидкости при бурении и при определении взаимодействия вскрытых водоносных горизонтов. Татарская нефть, № 10, 1957.
65. Станкевич Е. Ф. Роль структурного бурения при поисково-разведочных работах. Геология нефти № 2, 1958.
66. Станкевич Е. Ф. О подземных водах хлор-кальциевого типа с повышенным содержанием  $\text{CaSO}_4$  в Урало-Волжской области. ДАН СССР, т. 124, № 4, 1959.
67. Станкевич Е. Ф. О гидрогеологической терминологии. К вопросу о стратификации подземных вод. Изв. Казанского Фил. АН СССР, сер. геолог. наук, № 7, 1959.
68. Станкевич Е. Ф. О пределах колебания удельного веса и минерализации пластовых вод. Татарская нефть, 6, 1959.
69. Сулии В. А. Гидрогеология нефтяных месторождений. 1948.
70. Султанов С. А., Полуяни И. Г. О некоторых особенностях продвижения водо-нефтяного контакта. Нефт. хоз., № 11, 1959.
71. Тагеева Н. В. К геохимии подземных вод Татарской республики. ДАН СССР, т. 39, № 6, 1943.
72. Толстой М. П. Новые данные о водоносности Московского артезианского бассейна. БМОИП, отд. геологич., № 3, 1959.
73. Фейгельсон И. Б. О прогнозе нефтеносности Русской платформы по гидрохимическим данным. Геология и нефтегазоносность юго-восточных районов Русской платформы. ВНИГНИ; 1958, Ленинград, Гостехиздат.
74. Холин А. И., Султанов С. А. Образуются ли конусы обводнения при эксплуатации скважин. Нефт. хоз. № 6, 1957.
75. Черепеников А. А. Материалы к геологическому изучению природных газов некоторых месторождений нефти по материалам Волго-Уральской области. Тр. ВНИГРИ, нов. серия, вып. 82, 1955.
76. Чирков П. В. К вопросу о гидродинамической связи горизонтов  $D_1$  и  $D_2$  на центральных площадях Ромашкинского месторождения. Татарская нефть, 7, 1957.
77. Шаильгин С. Н. Гидрогеологическая характеристика некоторых поглощающих горизонтов палеозоя юго-восточной Башкирии. Мат. по геолог. районов Русской платф. и Сев. Кавказа и методич. вопр. нефт. геологии. Тр. ВНИИ, в. IX, 1956.
78. Шаильгин С. Н. Об оценочных и контрольных скважинах на Ромашкинском месторождении. Татарская нефть, № 4, 1958.
79. Шапиро Д. А. Об особенностях в распределении нефтенасыщенности и положении водонефтяного контакта в пашнях слоях центральной части Ромашкинского месторождения. Татарская нефть, 6, 1957.
80. Шапиро Д. А. Разделение нефтеносных и водоносных пластов и контроль за продвижением воды геофизическими методами. Татарская нефть, 3—4, 1959.
81. Штурм Л. Д. Материалы по микробиологическому исследованию нефтяных месторождений Второго Баку. Тр. Инст. нефти АН СССР, т. 1, в. 2, 1950.
82. Штурм Л. Д. Роль сульфатостанавливающих бактерий в жизни и истории нефтяных месторождений. Сборник «Памяти академика И. М. Губкина». 1951.
83. Энгельс Ф. Диалектика природы. 1941.
84. Юсупов Б. К вопросу о создании в Татарии подземных газохранилищ. Тех.-экон. бюллет. ЦБТИ Татсовнархоза, 9, 1958.
85. Ягодин В. В. К методике определения приведенного давления пластовой воды в скважинах. Вопр. геол. нефт. и газовых месторождений. Тр. ВНИИ, в. XI, 1957.
86. Ягодин В. В. Новые данные по гидрогеологии девона центральной части Волго-Уральской нефтеносной области. Новост. нефт. техн. Геология, 4, 1958.

А. П. Блудоров

ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ ТАТАРИИ

Промышленность Татарии к своему сорокалетию достигла значительных успехов и занимает в стране видное место по производству продукции разных отраслей народного хозяйства, причем многие из них созданы вновь. К новым отраслям относится нефтяная промышленность Татарии, определяющая сейчас общую добычу нефти по Советскому Союзу. Помимо жидкого горючего ископаемых в недрах республики таятся запасы и твердых горючих ископаемых — углей.

Ископаемые угли Татарии приурочены к девонским, каменноугольным, пермским и третичным образованиям. В мезозое встречаются горючие сланцы. Почти во всех системах осадочного покрова встречаются ископаемые угли, но они различаются между собою по качеству, мощности пластов и условиям залегания, в чём отражены особенности этапов угленакопления на юго-востоке Русской платформы, необратимый ход осадочного процесса.

Месторождения углей третичной и пермской систем залегают на небольшой глубине и в ряде случаев выведены на дневную поверхность.

Месторождения углей карбона и девона находятся на большой глубине и стали нам известны лишь тогда, когда началось нефтепоисковое глубокое бурение. Во многих скважинах вскрыты в Татарии ископаемые угли и они неоднократно будут еще обнаруживаться впоследствии.

История открытия и изучения углей тесно связана с историей геологических исследований, которые начались в Татарии еще в прошлом столетии и определялись особенностями развития производительных сил края.

В 40-х гг. прошлого столетия Мурчисон, путешествуя по России, впервые обнаружил угольные прослои в естественных выходах пермских отложений Приуралья.

Геологические исследования проводились и в последующие годы, и неизменно при этом отмечались учеными выходы пермских углей. О них говорится в работах Н. Зайцева. Во многих пунктах на Каме встречал угли П. И. Кротов при своих многолетних и обширных изысканиях. Угли были обнаружены А. В. Нечаевым, П. Л. Дравертом.

Дореволюционные геологические исследования велись в малых масштабах и незначительным кругом лиц. Больше интересовали геологов в те годы тогда еще не разрешенные теоретические проблемы. Разрабатывалась стратиграфия, изучалась фауна, а вопросы полезных ископаемых были второстепенными, о них упоминалось вскользь, и работы не заканчивались практическими мероприятиями. Пермские угольные пластины, обнаруженные в устье р. Иж и ставшие впоследствии объектом раз-

ведки, были открыты в 1902 г. крестьянином Иваном Неболюбовым. Его попытка использовать угли в промышленности поддержки не встретила.

Угли из третичных отложений стали известны в 80-х гг. прошлого столетия после работ Ф. Н. Чернышева, который, занимаясь геологическими исследованиями в долине р. Белой, наблюдал угли к западу от г. Мензелинска. Найденные им угленосные отложения Ф. Н. Чернышев причислял к новейшим образованиям. Лишь позднее, после работ М. Э. Ноинского они были отнесены к третичной системе.

После Октябрьской социалистической революции объем и направление геологических исследований резко изменились. Первые геологические партии в Прикамье работали уже в годы гражданской войны. Молодая Советская Республика, получившая в наследство отсталое разрушенное хозяйство, нашла возможным выделить средства на геологические работы в интересах подъема производительных сил края, на пользу народному хозяйству. Испытывая в те годы острую нужду в топливе, правительство направило геологические партии на разведки прикамских, пермских углей. Тогда были пробурены первые разведочные скважины, сделаны химические анализы, предварительно подсчитаны запасы углей. Эти разведки шли на границе Татарии и Удмуртии, в устье р. Иж.

Одновременно развертывались геологические исследования в Татарии, касающиеся стратиграфии, тектоники.

В 20-х годах разрабатывал стратиграфию перми в Прикамье М. Э. Ноинский. Изучая минеральные источники, интересовался он и другими полезными ископаемыми. Пермские угли были им отнесены к нижним горизонтам казанского яруса верхней перми. В сводке по геологии Татарии, напечатанной в 1932 г., М. Э. Ноинский признавал за этими углами местное промышленное значение.

Работы того времени носили однако еще предварительный характер.

В 1932—33 г. геолог Е. Н. Ларионова, по поручению Горьковского геологического треста, провела разведку прикамских углей и впервые обоснованно подсчитала запасы углей. Месторождение было названо «Голюшурминским». Этим же геологом по заданию геологических организаций Татарии была проведена первая, геологическая разведка углей третичной системы между гг. Мензелинск и Набережные Челны на Юски-Такерменском месторождении.

В 1935—49 гг. угольные месторождения Татарии изучались А. П. Блудоровым. Разведывались залежи углей вблизи устья р. Иж, был открыт ряд новых месторождений углей в отложениях пермской и третичной систем. Впервые было начато изучение петрографии пермских углей, описано строение угольных пластов, установлены условия их образования.

В 1939 году Юски-Такерменское месторождение было разведано А. Г. Забировым, и подсчитаны при этом запасы углей. Петрографическое описание углей выполнено А. П. Блудоровым. В 1939 г. подсчитаны Б. М. Юсуповым промышленные запасы углей части Голюшурминского месторождения и началась эксплуатация прикамских углей. Горные выработки были заложены, однако за пределами этого участка, там, где меньше требовался водоотлив.

В годы Великой Отечественной войны эти угли шли на местные топливные нужды и, прежде всего, для Варзи-Ятчинского курорта. Пытался использовать уголь и Бондюжский химический завод.

До 1949 г. уголь разрабатывался силами организаций Татарии, а после передачи разработок Удмуртии и в связи с использованием дальнепривозного топлива разработки прекратились.

В 1956 г. по поручению Госплана Удмуртии силами Горьковского геологического управления велись разведки на Голюшурминском месторождении, но новых, практически ценных результатов получено не было. Остался неизвестным северный контур месторождения.

В 30-х годах началось глубокое бурение на нефть в Татарии. В 1939 г буровая скважина в Булдыре впервые вскрыла в нижнем карбоне на большой глубине несколько пластов каменных углей разной мощности. А. П. Блудоровым была проведена петрографическая обработка этих углей.

В первые годы буровые работы шли медленно и новых сведений об углях не поступало. Бурное развитие буровых работ после открытия мощных нефтяных месторождений Татарии привело к открытию и новых угольных месторождений в нижнем карбоне. В Сармановском районе скважиной № 41 был вскрыт в 1952 г. пласт каменного угля мощностью около 15 м. Новые скважины приносили новые сведения об углях. Были установлены и другие пункты, где развиты угольные пластины большой мощности. Во многих скважинах обнаружены пластины средней и малой мощности. Данные об открытии угольных залежей стали поступать из Башкирии и Удмуртии. В 1954 г. по докладу А. П. Блудорова на угольном совещании по Подмосковному бассейну в г. Туле было принято решение об изучении углей нижнего карбона Татарии.

Организованные Горьковским Геолтрестом в 1957—58 гг. предварительные поисковые работы на уголь по правому берегу Вятки в районе Кукмора, южнее Камы у пос. Ямаш, а также в южной Удмуртии при большой глубине залегания не обнаружили угольных месторождений со значительной площадью распространения и на этой предварительной стадии работы прекратились<sup>1</sup>. Было признано нецелесообразным при этих условиях организовывать шахтную добычу углей (как энергетического твердого топлива), хотя Татария потребляет в большом количестве привозной уголь. Ощущается значительная потребность в угле в соседних областях. Нуждается в угле уральская промышленность. Перестройка топливного баланса выдвигает на первое место, как топливо, нефть и газ и отводит на второе место уголь. Однако нужда в угле остается, и запасы углей за семилетие должны увеличиться.

Министр геологии и охраны недр СССР П. Я. Антропов в своей работе «Перспективы освоения природных богатств СССР», изданной Госпланиздатом СССР в 1959 г., по этому поводу пишет следующее:

«Исключительное значение приобретают поиски угольных месторождений в Европейской части Советского Союза и в особенности в Волжско-Уральских районах, где на значительных глубинах от дневной поверхности вскрыт ряд угольных пластов, мощность которых колеблется от 1,5 до 20 м. Главной задачей геологической службы является быстрейшее выявление наиболее экономически выгодных угольных площадей с целью создания в недалеком будущем новой угольной базы для промышленных центров Европейской части СССР».

О необходимости изучения углей Урало-Поволжья была написана П. Я. Антроповым статья в журнале «Коммунист».

В решении экспертного геологического Совета Главгеологии РСФСР указывается, что хотя разведки на уголь в Татарии прекращаются, но изучение угленосных отложений должно продолжаться в полном объеме.

На изучении углей в целях промышленного их использования настаивают и совнархозы.

В связи с изложенным изучение углей нижнего карбона Татарии продолжается для поисков площадей, где угли могли бы эксплуатироваться в условиях экономически наиболее выгодных.

Наличие большого количества летучих компонентов в углях и первые лабораторные опыты показывают, что необходимо изучить возможности подземной бесшахтной газификации углей нижнего карбона Татарии.

<sup>1</sup> Запасы подсчитаны в размере 1,5 миллиардов тонн по категории C<sub>2</sub> на трех участках: у пос. Кукмор, у пос. Ямаш и в Альнашском районе Удмуртии. Площадь всех трех участков составляет 337 км<sup>2</sup>. Сулеевская площадь, где известны мощные залежи угля, в план поисков не входила.

тари для использования газов в качестве топлива и сырья для химической промышленности.

Проведенные за истекшее время геологические исследования позволили установить для территории Татарии качество углей, условия их залегания и образования, наметить пути использования углей, составить себе представление об особенностях этапов угленакопления, неоднократно возникавших за долгую геологическую историю формирования осадочного покрова.

Осадочная толща налагает в Татарии на докембрийский кристаллический фундамент платформы.

Архейские и протерозойские образования кристаллического фундамента вскрыты на небольшую глубину, и потому история их образования известна еще совершенно не достаточно. Имеющиеся материалы обнаруживают сложное строение и довольно пестрый комплекс пород этих древнейших образований. Своды при этом построены несколько иначе, нежели промежуточные участки. Последние проявляли мобильность, склонность к частому прогибанию и способствовали формированию впадин, где накапливались впоследствии мощные осадочные толщи. На сводах, как более устойчивых участках, осадки достигали небольших мощностей. Своды обнаруживали тенденцию к поднятию, хотя временами погружались и они.

Неоднородность строения фундамента отразилась, таким образом, на характере колебательных движений, которые проявлялись неоднократно, определяя направление морских трансгрессий и регрессий, оказывая влияние на условия осадконакопления. Не раз при этом возникали благоприятные обстановки для формирования и углей. Всякий раз, однако, угли несли черты, свойственные тому или иному этапу угленакопления.

Выделяются в Татарии девонский, каменноугольный, пермский и третичный этапы угленакопления, связанные с соответствующими периодами и системами.

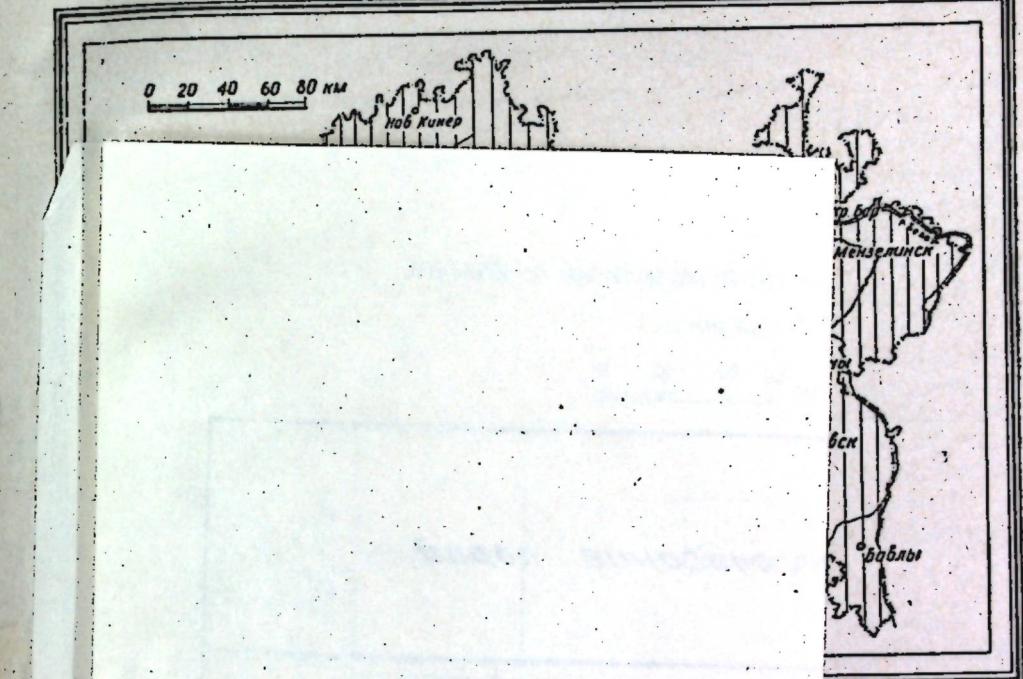
### Девонский этап угленакопления

К началу девонского периода территория Татарии представляла собою сушу. Позднее, при погружении земной коры территории Татарии стала покрываться морем. Условия осадконакопления тогда были неустойчивы, погружения временами приостанавливались или сменялись поднятиями (особенно на сводах) и размывами ранее образовавшихся осадков. Отлагались на дне моря то пески, то глины, редко выпадали известковые осадки. Во второй половине девона обстановка стабилизировалась и образовывались только известняки и доломиты в условиях открытого мелкого моря (рис. 1).

К концу франского времени на западе Татарии на короткое время морское дно поднялось. Над поверхностью мелкого моря появились острова, которые вскоре покрылись растительностью. В заболоченных водоемах вблизи береговой линии этих островов за счет обитавшей тут же растительности образовались небольшие торфяники. Вскоре произошло новое погружение морского дна, и острова исчезли под уровнем моря. Торфяники, опустившись на дно моря, стали покрываться морскими осадками, а торф стал превращаться в уголь. В силу последующего осадконакопления, угольные месторождения оказались на западе Татарии (район Казани) на большой глубине (1350 м) от поверхности земли (рис. 2).

Угленосная толща девонской системы состоит из мергелей, темно-серых глин и углей (рис. 3).

Мощность угленосной толщи достигает 40 м. Угленосная толща подстилается и покрывается морскими известняками, а внизу наблюдается



девона в Татарии.

П. Блудоров.

осадки

на образование

формировались в при этом образованными растительной части моря лись эти глины, ой воды с сушки, фианком. Вскоре жения дна моря рывается глиной. льствует о новом идке. Начавшееся окончательному остиралось море. рыто два пласта слагается черным таружены остатки вался этот уголь. 0,80 м. Мощность тым отливом цвет угле обнаружены Химическим ана-ановлено в блестя-

тари для использования газов в качестве топлива и сырья для химической промышленности.

Проведенные за истекшее время геологические исследования позволили установить для территории Татарии качество углей, условия их залегания и образования, и себе представление об особо возникавших за долгую дочного покрова.

Осадочная толща нал лический фундамент платф

Архейские и протерозоя мента вскрыты на небольш известна еще совершенно и живают сложное строение древнейших образований: нежели промежуточные у склонность к частому прогибам, где накаплялись впос дах, как более устойчивых ностей. Своды обнаруживаются погружались и они.

Неоднородность, строе на характере колебательны кратно, определяя направле вая влияние на условия ос благоприятные обстановки, нако, угли несли черты, с копления.

Выделяются в Татарии третичный этапы угленакопления и системами.

#### Девон

К началу девонского собою сушу. Позднее, при стала покрываться морем, устойчивы, погружения вр поднятиями (особенно на осадков. Отлагались на дн известковые осадки. Во вт ровалась и образовывалис открытое мелкого моря (р

К концу франского вр морское дно поднялось. На рова, которые вскоре по водоемах вблизи береговой же растительности образов шло новое погружение мо рия. Торфяники, опустивш осадками, а торф стал прев конакопления, угольные м (район Казани) на больш (рис. 2).

Угленосная толща дев серых глин и углей (рис. 3)

Мощность угленосной т стиляется и покрывается м

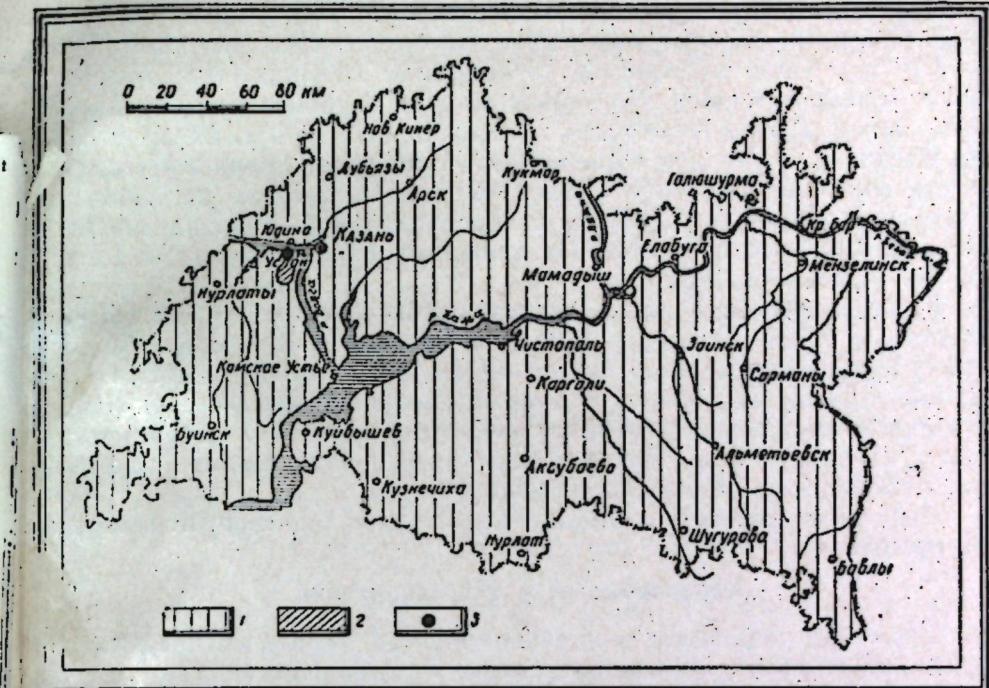


Рис. 2. Карта распространения осадков франского яруса верхнего девона в Татарии.

Составил А. П. Блудоров.

Условные обозначения: 1—осадки открытого моря, 2—угленосные осадки (услонская свита), 3—угольные залежи (мощность менее 1 м).

переслаивание с морскими породами, что указывает на образование вблизи моря.

Известняки, подстилающие угленосную толщу, формировались в открытом море, которое вскоре стало мелеть, и начали при этом образовываться сначала мергели, а потом серые глины с обугленными растительными остатками, которые осаждались уже в прибрежной части моря по краю появившихся островов. Бассейн, где накаплялись эти глины, постепенно обособлялся от моря, получал приток пресной воды с суши, превращался в болото, впоследствии сменившееся торфяником. Вскоре последний затонял морем вследствие общего погружения дна моря (и островов, в том числе), и уголь (бывший торф) покрывается глиной. Лежащий на этой глине второй угольный пласт свидетельствует о новом углеобразовании, которое происходило в таком же порядке. Начавшееся вслед за этим новое погружение островов привело к окончательному затонению торфяников. Снова по всей территории простиралось море.

В угленосной толще девона в районе Казани вскрыто два пласта угля. Нижний пласт, достигающий мощности в 0,6 м, слагается черным матовым, слоистым углем. Под микроскопом в нем обнаружены остатки высших древесных растений, за счет которых образовался этот уголь. Второй угольный пласт находится выше первого на 0,80 м. Мощность его равна всего 0,10 м. Уголь имеет черный с желтоватым отливом цвет и довольно сильный блеск. Под микроскопом в этом угле обнаружены также остатки древесины высших наземных растений. Химическим анализом лаборатории треста «Татнефтегазразведка» установлено в блестящем угле следующее:

Влага — 15,6 %	сера сульфатная — 0,04%
Зола — 9,10 %	сера горючая — 2,31 %
Азот — 1,5 %	сера общая — 3,35 %

Зольность матового угля повышается до 30%. Раствор щелочи с порошком угля не дает окрашивания, что свойственно каменному углю.

Прослои углей в девонских отложениях Татарии пока встречены только в районе Казани. Поскольку на этих глубинах при бурении образцы пород обычно не берутся, возможно, что по некоторым скважинам угольные пласти при бурении были пропущены. Вернее всего, угленосные отложения развиты только на западе Татарии на небольших участках, которые простираются в меридиональном направлении вдоль Казанско-Кировского прогиба. На площадях, расположенных к востоку, угли не образовывались.

В верхнедевонскую эпоху на территории Татарии, таким образом, угленосные осадки формировались в подвижной зоне — между Токмовским и Татарским сводами. Малая площадь островов, где шло заболачивание, господство моря на огромных площадях, быстрое погружение островов и прекращение угленакопления позволили образоваться только двум угольным пластам малой мощности. Большая глубина залегания способствовала формированию каменных углей.

Угли могут быть встречены на тех же глубинах к северу от известных месторождений.

### Карбоновый этап угленакопления

С началом следующего, каменноугольного, периода в пределах Татарии продолжало существовать море и выпадали морские осадки. В конце турнейского века территория Татарии начала подниматься, море стало мелеть и отступать к востоку в пределы Башкирии, а затем и далее к западному склону Урала. С наступлением визейского века (сталиногорское время) обстановка резко изменилась (рис. 4).

По северо-западной и западной окраинам Татарии, вследствие колебательных движений, появились приподнятые участки, где угленосные сталиногорские осадки не накаплялись. Отсюда к югу и к востоку, охватывая всю площадь Татарии и Башкирии, расположилась плоская заболоченная низина (рис. 5), покрытая обильной растительностью, приспособленной к существованию в болотах. Здесь росли крупные деревья *Lepidodendron* и *Sigillaria*, а из обитателей леса — папоротники *Adiantites*, *Archaeopteris*, sp., *Rhodea* (Е. Ф. Чиркова).

Лесные массивы каменноугольного периода охватывали огромные площади, прерываясь лишь озерами и реками. По восточной окраине в пределах Башкирии заболоченная низина подходила к мелкому уральскому морю. Заливы последнего глубоко вдавались в сушу. Охватывая Татарию и Башкирию, заболоченная низина проникала в пределы соседних областей, простираясь по всему востоку Русской платформы.

Угленосная толща, отвечающая сталиногорскому горизонту, слагается углями, песчаниками, глинами, мергелями (рис. 6), а на востоке (Башкирия) и морскими известняками.

Строение разрезов угленосной толщи, образованной в пестрой обстановке континента, на разных участках Татарии не совпадает между собой, разрезы отличаются особенностями, которые возникают под влиянием местных условий. Выделяются, в основном, три типа разрезов.

В одних случаях (главным образом, на северо-востоке Татарии) в разрезе угленосной толщи (I тип) встречаются мощные белые речные песчаники, а выше идут темно-серые глины и угольные пласти значительной мощности. Здесь до появления болот протекали, следовательно, довольно быстрые потоки, отложившие пески. Позднее обстановка изменилась. Здесь уже в болотах формировались за счет обильной растительности мощные угольные пласти.

На других участках республики в угленосной толще (II тип, наиболее распространенный) встречаются только тонкозернистые породы (тонкозернистые песчаники, алевролиты и глины) и попадаются маломощ-

Зольность матового угля повышается до 30%. Раствор щелочи с порошком угля не дает окрашивания, что свойственно каменному углю.

Прослой углей в левонеских отложениях.

только в разы по нам угол носные о участках Казанско угли не о

В ве угленосн ским и Т чивание, островов двум уг способств

Угли месторож

С на тарии пр В конце т стало мел к западно горское вр

По се бательных станичного тывая вск болоченна способлен Lepidodenc tites, Arch

Лесны площи, в пределах скому мор Татарию и седних обл

Угленс гается угли (Башкирия)

Строен становке к собой, разр янием мест

В одни в разрезе у песчаники, тельной мо довольно б нилася. Зде ности мощн

На дру лее распрос козернисты

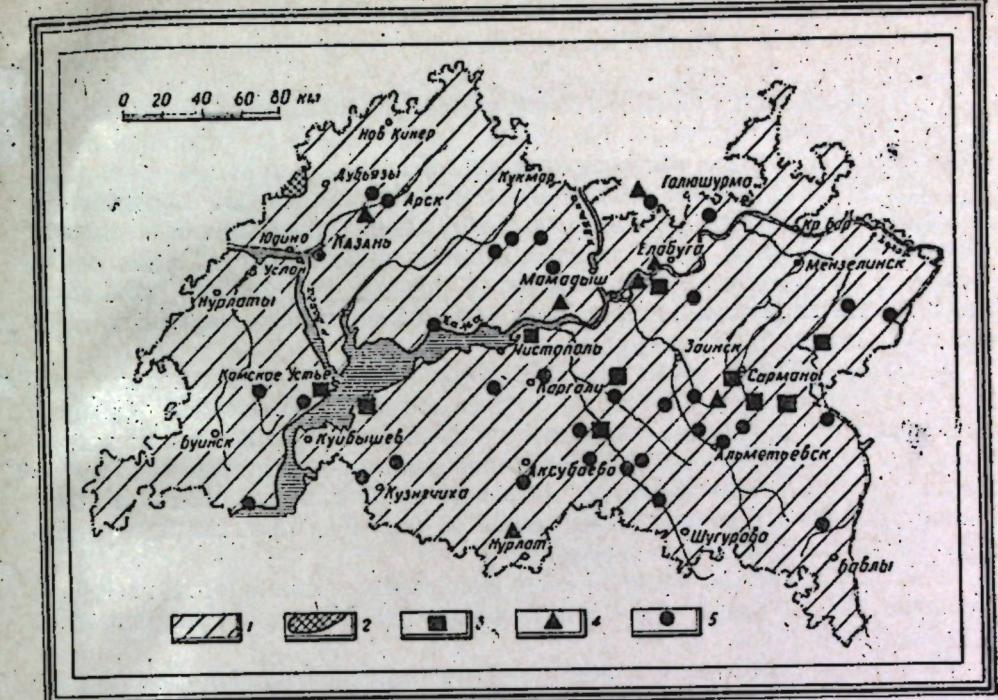


Рис. 5. Карта распространения осадков станиногорского горизонта нижнего карбона в Татарии.

Составил А. П. Блудоров.

Условные обозначения: 1—угленосные осадки (заболоченная низина), 2—безугольные осадки (позвышения над болотами), 3—мощность угольного пласта более 3 м., 4—мощность угольного пласта от 1 до 3 м., 5—мощность угольного пласта менее 1 м.

ные прослои угля, а иногда и они отсутствуют. Наконец, местами (преимущественно на юге) угленосная толща (III тип) слагается почти одними глинами с прослойками углей. В этих случаях осадки накапливались в медленно текущих водах, а более скучная растительность этой области не способствовала сколько-нибудь значительному углеобразованию.

В разрезах IV типа на северо-западе Татарии появляются прослои красноцветов, а угленосные осадки почти отсутствуют. Здесь находились участки, возвышавшиеся над заболоченной низиной, где господствовали процессы окисления, не накапливался обугленный материал.

Вверху угленосной толщи, где происходит смена станиногорского горизонта тульским, залегает пачка черных глин и песков с прослойками известняков морского происхождения. Иногда в этой пачке тоже встречаются тонкие прослойки углей. При образовании тульского горизонта обстановка осадконакопления существенно изменилась. В это время происходила борьба условий морского и континентального осадконакопления. Закончилась она установлением морского режима и прекращением угленакопления. Поэтому угленосная толща и покрывается морскими известняками (рис. 4).

До конца каменноугольного периода угленакопление больше не возобновлялось. Угленосная толща покрылась мощной толщей морских горных пород. Время их формирования охватило вторую половину нижне каменноугольной эпохи и продолжилось до конца периода. Обстановка типичного морского осадконакопления нарушилась лишь на короткое время в начале среднекаменноугольной эпохи (верейское время), когда образовались в иных условиях (на островах), но вблизи моря пестроцветные глины и песчаники, залегающие среди известняков. Эти красные глины обычно не содержат прослоев углей; только иногда попадаются среди них обугленные растительные остатки и углистые сланцы.

Смена условий осадконакопления зависела от тектонических колебательных движений, которые проявлялись в течение нижнекаменноугольной эпохи.

В турнейский век колебательные движения сказывались в меньшей степени в пределах куполов Татарского свода. Здесь сохранялась более устойчивая и спокойная обстановка. В прогибах между куполами Татарского свода, а также между последним и Токмовским сводом проявлялась большая подвижность фундамента, погружения преобладали и способствовали накоплению более мощных осадков, чем на сводах. Здесь осаждались и терригенные образования. Скорость погружения менялась, иногда приводя к поднятиям, в силу чего более тонкий материал переходил по разрезу в более грубый.

В сталиногорское время вся территория испытала поднятие, что вызвало отступление моря на восток, образование заболоченной низины. Структурно-тектонические особенности однако сказывались и в то время. На сводах накапливались осадки меньшей мощности, чем в прогибах. Более мощные угольные пласты обычно встречаются на склонах сводов в понижениях рельефа турнейских известняков. В прогибах происходило увеличение числа пластов, их расщепление.

К началу тульского времени погружение вновь усиливается, вызывает вторжение моря по всей территории и вскоре завершается прекращением угленакопления.

Угленосные отложения нижнего отдела каменноугольной системы занимают огромные площади. Они покрывают всю Татарию и значительную часть соседних областей. На западе угленосные осадки распространяются почти до Подмосковья, а на востоке до Урала. Это указывает на весьма широкие размеры площади, где развивались процессы угленакопления в нижнекаменноугольную эпоху. Несравненное усиление этих процессов после девонского периода объясняется изменением условий осадконакопления. В девоне на всей этой площади господствовало море, угленосные осадки занимали маленькие острова, где для расселения растительности не было места. В каменноугольный же период море отступило к краям Европейской части СССР, уступив всю эту огромную площадь низине, покрытой лесными массивами и болотами, где образовывался уголь, вдали от моря. На востоке к заболоченной низине примыкало море, которое временами и покрывало ее.

Пласты углей при разведке вскрыты многочисленными скважинами в Татарии, Башкирии и соседних областях. К началу 1959 г. в Татарии 135 скважин нефтяников обнаружили угли и углистые сланцы. Мощность угольных пластов сильно меняется. Встречаются как тонкие угольные прослойки в несколько сантиметров, так и пласты, мощность которых достигает нескольких метров. В некоторых скважинах вскрыты пласты углей, измеряемые 5—15 м (см. таблицу 1).

Таблица 1

№ пп	№ скважин	(Керн) вы- нутого угля в метрах	Полная сум- марная мощ- ность угля в метрах <sup>1</sup>	Мощность прослоев пород (гли- на) в угле	Название района Татарии
1	33	5,0	5,2	0,50	Муслюмовский
2	21	5,80	6,90	0,21	Тумутукский
3	41	10,30	14,75	0,15	Сармановский
4	48	12,65	13,75	0,30	Ново-Шешминский
5	57	5,0	14,50	0,05	Сармановский
6	45	6,6	8,50	0,31	Сармановский
7	113	4,7	9,20	0,11	Сармановский
8	2	4,5	8,15	—	Куйбышевский

\* Мощность угольных пластов дана с учетом каротажной характеристики разреза.

Мощные пласты углей известны в соседней Северной Башкирии и Южной Удмуртии. Здесь по ряду скважин мощность пластов угля изменяется до 5—38 м.

Угольные пласты иногда содержат прослои глин, разделяются, таким

частью мы наблюдаем целиком однородной, сты, обнаруженные в прослоек глин, т. е. трещаются и сложные блудятся среди пла-ней мощности. Мало-естно.

ие типы углей. Они ческими особенностя-лом.

овым для всех разно- плотными, твердыми. Олько разновидностей: левые, матовые. Пла-ховатым и полосча-

ящем свете произво- составу подсчет мик- классификацией, что

Таблица 2

углей

Кларено- Дюрен		Дюрен
A	B	
—35	35—25	<25
)—65	65—75	>75

луматый  
штрихово-  
ватый

матовый

ся на разновидности по щему компоненту: кларен кларен смешанный, когда иенты. В дюрене спорово- б. Спор может содержать ючих компонентов. Любые классификацией. Она в ос- И. Гинзбург. Новая класс углей, в которых преобла- ли фузен. При одинаковых иацией уже пользоваться названия, мы даем им в

Смена условий осадконакопления зависела от тектонических колебательных движений, которые проявлялись в течение нижнекаменноугольной эпохи.

В турнейский век колебания степени в пределах куполов устойчивая и спокойная обстановка свода, а также между по большая подвижность фундаментов накоплению более м дались и терригенные обра иногда приводя к поднятиям ходил по разрезу в более гру

В сталиногорское время вало отступание моря на в Структурно-тектонические ос На сводах накапливались осадки мощные угольные пласты обрежениях рельефа турнейских чение числа пластов, их рас

К началу тульского врем втожжение моря по всей терр угленакопления.

Угленосные отложения и нимают огромные площади. С часть соседних областей. На почти до Подмосковья, а на широкие размеры площади, нижнекаменоугольную эпоху девонского периода объясняния. В девоне на всей этой осадки занимали маленькие не было места. В каменоуг Европейской части СССР, у покрытой лесными массивами ли от моря. На востоке к за временами и покрывало ее.

Пласти углей при разведении Татарии, Башкирии и соседних скважин нефтяников обнаружены угольных пластов сильно прослойки в несколько сантиметров достигает нескольких метров углей, измеряемые 5—15 м

№ пп	№ скважин	(Кери) вы- нуто угля в метрах	Пол- мар иос- в
1	33	5,0	
2	21	5,80	
3	41	10,30	
4	48	12,65	
5	57	5,0	
6	45	6,6	
7	113	4,7	
8	2	4,5	

Мощные пласти углей известны в соседней Северной Башкирии и Южной Удмуртии. Здесь по ряду скважин мощность пластов угля изменяется до 5—38 м.

Угольные пласти иногда содержат прослои глин, разделяются, таким образом, на пачки и являются сложными. Довольно часто мы наблюдаем в скважинах и простые пласти, которые слагаются целиком однородной, сплошной угольной массой. Мощные угольные пласти, обнаруженные в Татарии, содержат малое количество (2—3) тонких прослоек глин, т. е. практически тоже являются простыми пластами. Встречаются и сложные пласти, разделенные глиной на 5—10 пачек. Они наблюдаются среди пластов малой мощности (менее 1 метра) и пластов средней мощности. Маломощные простые и сложные пласти вскрыты повсеместно.

В сложении угольных пластов участвуют разные типы углей. Они отличаются друг от друга как внешним видом, химическими особенностями, так и строением, которое изучается под микроскопом.

Угли Татарии обладают черным цветом, одинаковым для всех разновидностей. В большинстве случаев угли оказываются плотными, твердыми.

Среди углей макроскопически различаются несколько разновидностей: полублестящие, полуматовые, полосчатые и штриховые, матовые. Пласти слагаются преимущественно полуматовыми штриховатыми и полосчатыми углями.

При изучении углей под микроскопом в проходящем свете производился для выявления типов углей по вещественному составу подсчет микрокомпонентов, в соответствии с принятой нами классификацией, что указано в таблице 2.

Таблица 2

Классификация типов гумусовых углей

Название микро-компонентов	Название типов углей					
	Кларен		Дюрен-Кларен		Кларен-Дюрен	
	А	Б	А	Б	Дюрен	
Красно бурая гелифицированная основная масса, витреи, ксилен	>75	75—60	60—50	50—35	35—25	<25
Фузен, семифузен, не-прозрачная основная масса, споры, кутикула	<25	25—40	40—50	50—65	65—75	>75
Блеск	блестящий	полублестящий	полосчатый	полуматовый	штриховатый	матовый

Примечание. Каждый из этих типов подразделяется на разновидности по вещественному составу и получает название по преобладающему компоненту: кларен споровый (спор больше 12%, а прочих компонентов меньше), кларен смешанный, когда в одинаковых примерно количествах находятся прочие компоненты. В дюрене споровый спор содержит около 38%, а фузена и кутикулы по 18—19%. Спор может содержаться и более 38%. Тогда соответственно убывает количество прочих компонентов. Любые соотношения компонентов в типах углей учитываются этой классификацией. Она в основном близка к классификации Ю. А. Жемчужникова и А. И. Гинзбурга. Новая классификация И. Э. Вальц и др. применима только для типов углей, в которых преобладают (более 60%) или гелифицированная масса, или споры, или фузен. При одинаковых или близких к ним соотношениях компонентов этой классификацией уже пользоваться нельзя. Поэтому, сохранив для типов углей Татарии старые названия, мы даем им в дальнейшем изложении в скобках новое название.

\* Мощность угольных пластов

Таблица 3

Содержание в % микрокомпонентов в петротектических типах углей Татарии

Название разведочной площади и № скважины	Содержание гелифицированной основной массы (битроллесмит)	витрен, кислен, кисловитрен (Д витренит, а, 3 кисленит)	непрозрачная основная масса (флюено-десмит)	флюенит (α и β)	Наименование микрокомпонентов	споры, кутин, кула (экзинит, кутинит) и др.	водоросли
<b>ГУМУСОВЫЕ УГЛИ</b>							
Азнакаево, 21, обр. 33	74,5	3,6	1,6	15,7	I. Кларен (флюено-спорогелиты)	4,6	
Ново-Ибраикино, 17, обр. 13	67,1	1,5	10,1	15,4	II. Дюреноп-кларен А (флюено-спорогелиты)	5,9	
Соболеково, скв. 9, обр. 22	52,5	5,6	—	6,1	III. Дюреноп-кларен Б	35,8	
Сарайлинская скв. 10, обр. 14	43,6	0,3	—	0,2	IV. Клареноп-дюрен А	55,6	
Дюсюмово, 41, обр. 52	27,9	3,7	30,0	4,8	V. Клареноп-дюрен Б	33,6	
Нов. Ибраикино, 48, обр. 65	9,9	11,3	39,00	14,5	VI. Дюрен.	25,3	
Сулесово, скв. 57, обр. 48	—	2,1	54,8 (глинистая масса)	2,1	VII. Сапропелит-гумусовый угли	8,8	32,2
Сарабикулово, 15, обр. 18	—	—	—	—	VIII. Липтобиолит	23,9	—
				—		80 (желтые тела)	—

Результаты химического анализа петротектических типов углей Татарии

Название разведочной площади и № скважины	№ образцов	Влага при 105°C	Зола			Сера	Легучие вещества			Полукокс
			на воздухе	на вододувно-сухой	уголь		на сухом угле	на горючую массу	уголь	
<b>ГУМУСОВЫЕ УГЛИ</b>										
Азнакаево, скв. 21	33	5,94	7,73	8,22	2,90	3,08	—	32,75	34,82	37,94
Н. Ибраикино, скв. 17	13	3,86	15,66	16,29	2,71	2,82	—	29,11	33,28	36,17
Соболеково, скв. 9	22	7,00	19,94	21,48	4,21	4,51	5,77	36,32	39,05	49,79
Сарайлы, скв. 10	31	4,34	18,84	19,70	1,47	1,54	1,91	33,63	35,92	43,78
Дюсюмово, скв. 41	52	4,02	23,65	24,64	3,46	3,60	4,78	32,23	33,53	44,56
Ново-Ибраикино, скв. 48	65	5,18	22,91	24,16	2,60	2,74	3,62	28,54	30,10	36,96
Сулесово, скв. 57	48	1,59	41,03	41,69	2,43	2,47	4,23	37,63	38,24	65,55
Сарабикулово, скв. 15	18	1,53	36,20	—	5,29	—	8,50	54,23	—	87,08

Среди углей Татарии выделены типы, указанные в таблице 3. Наибольшим распространением среди них пользуются дюрены и кларено-дюрены. Химический состав их дан в таблице 4.

Группа гумусовых углей (таблица 3) образована за счет высших растений, остатки которых наблюдаются в углях под микроскопом в виде обрывков древесины, разложившейся до разных стадий (от ксиленита до витренита), оболочек листьев (кутинит), спор (экзинит), а также в форме отпечатков листьев, коры растений. При полном разложении и химическом преобразовании высших растений накаплялись коллоидальные гумусовые вещества сложного химического состава, которые придают под микроскопом красную и красно-бурую окраску основной однородной цементирующей массе угля (витродесмит). Местами основная масса непрозрачна (фюзенодесмит), а прозрачная проходит в ней полосами. Встречаются остатки фузенизированных тканей. Выделенные среди гумусовых углей Татарии петрогенетические типы углей, указанные в таблице 3, различаются по содержанию в них прозрачной гелифицированной или непрозрачной основной массы и включенных в них черных (физенизированных), желтых (липоидных), красных (гелифицированных) микрокомпонентов.

Все типы углей Татарии в соответствии с ходом геологической истории, о которой говорилось выше, оказались на большой глубине (867—1550 м, в среднем 1000—1100 м). В течение длительного времени (около 250—300 миллионов лет) они испытывали на этих глубинах высокое давление при несколько повышенной температуре, но при этом сохранилось их спокойное, почти горизонтальное залегание.

Пологие структурные формы III порядка, образованные позднее, на формирование угольных залежей и преобразование углей влияния не оказали.

В этих условиях угли Татарии достигли стадии каменных длиннопламенных углей (марки «Д»), сохранив лишь по некоторым признакам родство с бурыми высокоуглефицированными углями, о чем свидетельствует обнаруженная при химическом анализе у некоторых образцов углей повышенная влажность и выход гуминовых веществ, пониженная калорийность.

По своей качественной характеристике в целом (невысокая зольность и влажность) угли пригодны для промышленности как топливо.

Высокое содержание летучих веществ в углях при низкой влажности позволяет рассчитывать, что летучие вещества состоят из продуктов разложения органической части угля, что угли при сжигании дадут газ, который может иметь промышленное значение<sup>1</sup>. В связи с этим возникает возможность подземной газификации углей Татарии. При этом большая глубина залегания углей не будет иметь такого значения, как при добыче угля шахтами. Газ, который может быть добыт подземной газификацией углей Татарии, явится не только топливом, но и ценнейшим химическим сырьем. Использование этого газа поможет развитию химической промышленности Татарии и решению важнейшей народнохозяйственной задачи, поставленной перед страной в наши дни.

Угли Татарии пригодны кроме того в качестве сырья для изготовления сульфоугля, употребляемого при смягчении воды. Этот метод получил широкое признание в Московской области и всюду принят на водоумягчительных установках электростанций. Для Татарии, потребляющей во многих районах очень жесткую воду и терпящую от этого много неудобств, этот вопрос имеет актуальное значение. Уголь может идти не только для смягчения воды в производственных и технических условиях, но и для бытовых нужд. В последнем случае имеет большое значение

ние недавно изобретенная в Казани инженером А. Казанским (Управление Казанской ж. д.)<sup>1</sup> малогабаритная водоумягчительная установка.

Угли могут применяться, наконец, при изготовлении высококачественного глинистого раствора при бурении глубоких нефтяных скважин в сложных геологических условиях.

В заключение мы должны подчеркнуть, что угленосные отложения нижнего отдела каменноугольной системы охватывают всю территорию Татарии и распространены далеко за ее пределами.

Татария входит в пределы огромной угленосной площади Европейской части СССР. История формирования угленосных отложений Татарии тесно связана поэтому с геологической историей соседних областей и всей угленосной площади Европейской части СССР.

Татария, как угленосная площадь, находится по глубине залегания углей в более благоприятных условиях, чем ее соседи.

Имеющиеся разведочные данные об углях нижнего карбона Татарии не могут считаться окончательными. Еще будет пробурено немало скважин, которые вскроют новые угольные залежи на территории Татарии и расширят ее перспективы.

Нужно продолжать изучение этих углей для выявления возможностей эксплуатации в наиболее выгодных условиях.

### Пермский этап угленакопления

Прошло несколько десятков миллионов лет со времени образования описанных выше углей, и в жизни Земли наступил пермский период.

С началом пермского периода в пределах Татарии продолжало еще существовать море, которое сохранилось после каменноугольного периода. Вскоре, однако, седеньность морской воды стала повышаться все более и более, а размеры моря стали уменьшаться. К концу нижнепермской эпохи начались поднятия востока платформы, которые явились причиной исчезновения моря, осушения земной поверхности на значительной площади и размытия ранее отложенных осадков в Татарии.

С началом верхнепермской эпохи, когда продолжающееся поднятие Урала способствовало продвижению обломочного материала на запад от Урала на равнину, здесь началось уже погружение. Это погружение охватило вскоре огромные площади платформы и привело в нижнеказанское время к проникновению с севера со стороны Северной Двины в пределы Европейской части СССР неглубокого моря. Оказались покрытыми морем не только Татария, но и соседние области. По восточной окраине этого моря в пределах Татарии, Башкирии и Удмуртии образовалась заболоченная низина, где сформировались угли нижнеказанского подъяруса верхнего отдела пермской системы (рис. 7).

Во второй половине пермского периода море вновь стало сокращать свои размеры, терять связь с открытым океаном. Соленость воды в нем сильно увеличилась, и вскоре море перестало существовать. На огромной площади, включая и Татарии, стали накапляться красноцветные песчаники, глины, среди которых прослон углей уже не встречаются. Процесс угленакопления, таким образом, связан был лишь с началом верхнепермской эпохи (рис. 8).

Пермские отложения в Татарии и соседних областях распространены повсеместно. В более поздние периоды в пределах Татарии осадки или не накаплялись совершенно или покрывали пермские отложения чехлом малой мощности. Местами верхняя часть пермских отложений размыта. По склонам многих речных долин верхнепермские отложения доступны непосредственному наблюдению, а угли или выходят на поверхность, или по-

<sup>1</sup> В лабораторных условиях получен из углей Татарии газ, горящий ровным голубым пламенем. Получено при сухой перегонке количество газа, которое дает обычно каменный уголь.

1. «Советская Татария», № 33 (11381). 8 февраля 1957 г.

глины с большим количеством обугленных остатков наземных растений, встречающиеся на сравнительно небольших участках, осаждались в плоскогорьях. С ними были связаны

кже со-  
сло-  
яки  
рес-  
гле-  
ние  
нат-  
ро-  
гле-  
все-  
реж-

ских  
орые  
ние.  
ших  
но в  
ю и  
нос-  
ую-  
чаю-  
стве

алой  
ного  
шает  
про-  
иски-  
нкие  
ются  
асты  
юги-  
овки.  
щий  
мощ-

, ко-  
осо-  
и в  
сво-  
угле-  
огиб  
десь  
дли-  
анов-  
жне-  
тол-  
бого  
Баш-

3 по-  
вым,

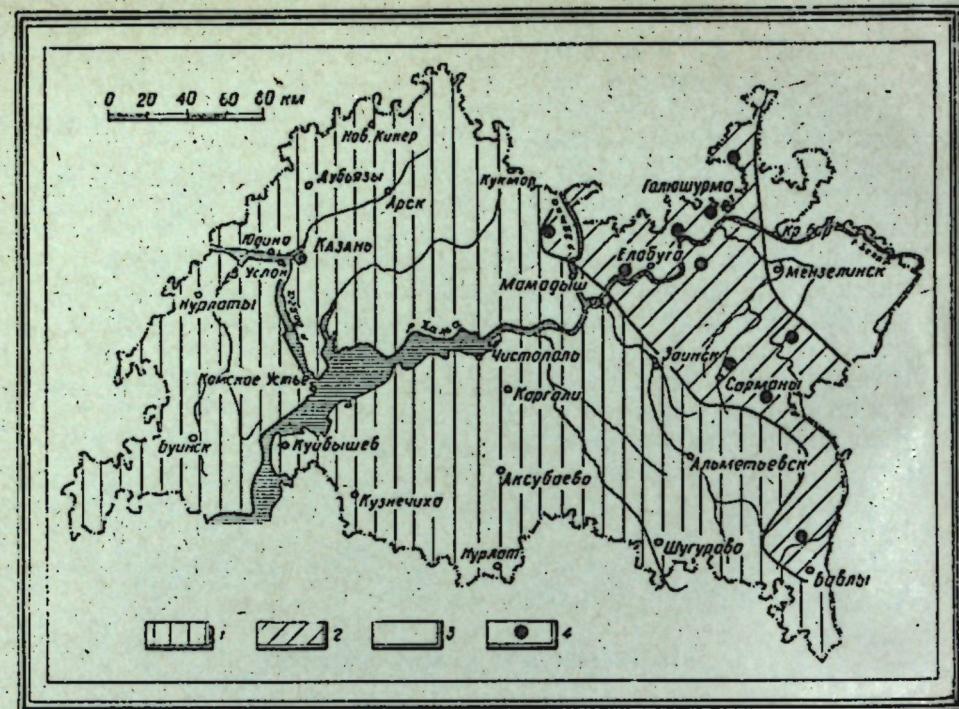


Рис. 7. Карта распространения осадков нижнеказанского подъяруса верхней перми в Татарии.

Составил А. П. Байдоров.

Условные обозначения: 1—осадки открытого мелкого моря, 2—переслаивание прибрежно-морских и угленосных осадков (заболоченная приморская низина), 3—континентальные безузловые красноцветные осадки, 4— мощность угольных пластов менее 1 м.

гружены на глубину до 100—150 м. Таким образом, пермские угли после их формирования не находились на большой глубине, хотя современные глубины, возможно, и не совпадают с глубинами того времени. Процессы дальнейшего изменения пермских углей протекали несравненно ближе к поверхности Земли, нежели углей каменноугольной системы.

Угленосные осадки нижнеказанского подъяруса верхней перми (рис. 7) накаплялись по восточной окраине моря. К востоку от угленосной площади находился плоский берег суши, далее тянулся Урал, а к западу простиралось мелкое море. В это время растительность, из которой образовался уголь, занимала площадь значительно меньших размеров, чем это было в предшествующий каменноугольный период.

Процессы угленакопления в пермский период протекали поэтому на сильно сократившейся по размерам площади (рис. 7). Поверхность этой территории представляла собой заболоченную равнину, покрытую лесом. Равнина непосредственно подходила к морю и не поднималась высоко над ним. Повсюду на равнине недалеко от морского берега, а иногда и вплотную к нему были разбросаны неглубокие заболоченные водоемы, где накаплялся исходный материал угля. По равнине медленно протекали реки, несущие свои воды в море. Небольшие размеры заболоченной низины, примыкавшей к морю, приводили к тому, что при подъеме море покрывало целиком заболоченную низину и тогда повсеместно накапливались лишь морские осадки, чего не было в предшествующий каменноугольный период. Борьба суши и моря протекала здесь в течение всего времени образования угленосной толщи. В связи с этим в угленосных отложениях по всему разрезу встречаются прослои морских известняков.

Пермская угленосная толща слагается песчаниками, глинами и углеми (рис. 9). Встречаются прослои морских известняков и мергелей. Песчаники и серые глины образовались в прибрежной части моря. Чёрные

слоистые, довольно плотные.

Условные  
брежни морс  
без

гружен на  
их формиро  
глубины, во  
далнейшег  
поверхности

Углено  
(рис. 7) на  
ной площа  
наду прости  
образовалс  
чем это бы

Процес  
сильно сок  
территории  
Равнина, и  
над ним. Г  
вплотную  
где накопл  
реки, несущи  
ны, примы  
покрывалс  
лялись ли  
угольный  
времени о  
ложении

Перм  
ми (рис. 9). Встречаются  
чаники и серые глины образовались в прибрежной части моря. Черные

глины с большим количеством обугленных остатков наземных растений, встречающиеся на сравнительно небольших участках, осаждались в плоских приморских спокойных заболоченных водоемах. С ними были связаны угли. В угленосной толще встречаются между черными глинами, а также под углем или над углем тонкослоистые («листоватые») известняки, содержащие растительные остатки, раковины пелепицопод и остракод, приспособленных к обитанию в опресненной воде. «Листоватые» известняки формировались в прибрежной части мелкого моря, куда поступала пресная вода с суши. Это мелкое море временами покрывало область угленакопления, затопляя и торфяники. Известняки, залегающие в середине угленосной толщи, содержат в большом количестве раковины и отпечатки морских организмов, встречаются на большой площади и сформировались в открытом и неглубоком море нормальной солености; когда угленакопление уже не имело места. Таким образом, видим, что почти все породы угленосной толщи в своем зарождении были связаны с прибрежной частью моря.

Как образовался уголь? При отступании пермского моря в плоских впадинах на морском побережье оставались реликтовые водоемы, которые опреснялись, а затем заболачивались, и здесь шло торфонакопление. Уголь образовывался за счет продуктов разложения растений, обитавших в заболоченной низине. Местами наблюдался и перенос материала, но в пределах водоема. Заболоченная низина (рис. 7) примыкала к морю и перемещалась вслед за его береговой линией. Поэтому пермская угленосная толща приобрела особые признаки своего строения, свидетельствующие об ее «приморском» (паралическом) происхождении и заключающиеся в присутствии известняков в угленосной толще, тесном соседстве в разрезе угля и известняка.

Угольные пласты пермской угленосной толщи характеризуются малой мощностью и сложным строением. Мощность их колеблется от одного сантиметра до 0,8—0,90 м и редко (на территории Удмуртии) превышает 1 м. Встречаются в угленосной толще 1—3 пласта угля. Пласти угля прослеживаются на протяжении нескольких километров (5—8), что фиксирует размеры заболоченного водоема, где формировались угли. Тонкие прослойки занимают меньшие площади. Угольные пласты разделяются на пачки прослойками глин или глинистых известняков. Угольные пласты залегают сравнительно спокойно, без нарушений. Последующие геологические события не произвели резких изменений окружающей обстановки. Погружения поверхности не были так велики, как ранее, в предыдущий период, и вышележащая осадочная толща не достигла больших мощностей.

Колебательные движения охватывали значительную территорию, которая вела себя как единое целое, но роль структурно-тектонических особенностей земной коры здесь также ощущалась, хотя может быть и в иной степени, чем это было ранее.

Некоторой мобильностью отличался восточный склон Татарского свода и прогиб между ним и Башкирским сводом, где и формировались угленосные верхнепермские осадки. Давал себя чувствовать, однако, и прогиб между куполами Татарского свода, совпадающий с Прикамьем. Здесь в подвижной зоне угленосные осадки образовались в течение более длительного времени, чем в Башкирии и в довольно разнообразной обстановке. В Прикамье угленосные осадки охватывают почти весь разрез нижнеказанского подъяруса, а в Башкирии они наблюдаются лишь вверху толщи. В Башкирии меньше встречается среди угленосных осадков грубого герригениного материала и больше известняков, чем в Прикамье. В Башкирии господствовала более спокойная обстановка.

Пермские угли окрашены в темно-бурый, почти черный цвет. В пюре уголь имеет коричневый оттенок. Уголь обычно является матовым, слоистым, довольно плотным.

В угле встречаются блестящие полоски витренита, толщина которых скелется от 1 мм до 3 см. Иногда в пласте эти блестящие полоски чередуются с матовым углем, образуя полосчатый полуматовый уголь. Часто полоски очень тонки и быстро исчезают, выклиниваются. Такой уголь называется штриховатым полуматовым. В углях обеих разновидностей нередко попадаются тонкие прослойки черной или серой глины. Третья разновидность — полублестящий штриховатый уголь содержит тонкие, быстро выклинивающиеся полоски, отличающиеся менее сильным блеском, чем сам уголь.

Пласти слагаются преимущественно полуматовым штриховатым углем. В меньшей мере встречаются полублестящие. Вещественный состав типов углей и их химическая характеристика даны в таблицах 5 и 6.

Из рассмотрения данных химического анализа, приведенных в таблице, следует, что пермские угли являются гумусовыми бурьми углями, так как в них установлено невысокое содержание углерода и повышенное кислорода. Повышенная влажность пермских углей также соответствует буруугольной стадии. О буруугольной стадии пермского угля свидетельствует особенно ярко выход гуминовых веществ, достигающий на горючую массу 66%. В углях каменоугольной системы, близких к каменным, как мы отмечали ранее, выход гуминовых веществ редко достигает 1%.

Пермские угли обладают высокой зольностью, и по этому признаку они, в большинстве случаев, могут быть названы углистыми сланцами, встречающимися наряду с углями, зольность которых опускается ниже 40%.

Прослои углей в пермских отложениях в Татарии залегают на краю угленосной площади, в зоне перехода угленосных отложений в морские. На некотором расстоянии они наблюдаются в разрезе «совместно», но ниже устья Вятки по долине Камы углистые прослои совершенно исчезают из разреза, и нижнеказанский подъярус представлен целиком морскими образованиями. Такая же смена констатирована и к югу от Камы в сторону г. Альметьевска.

В северо-восточной части угленосной площади, куда входит южная Удмуртия, восточный край Татарии и Западная Башкирия, угленасыщенность разреза повышается и здесь находятся Голюшурминское месторождение (соседнее с Ахтыльским) южной Удмуртии и Альшеевское (Раевско-Давлекановское) Западной Башкирии, которые разведывались и эксплуатировались для местных нужд.

Палеогеография нижнеказанского времени достаточно точно указывает границы распространения угленосных отложений. В свое время палеогеографическими построениями А. П. Блудоров руководствовался при поисково-разведочных работах, что обеспечило целесообразное расходование средств на эти цели.

Пермские угли залегают на небольшой глубине и поэтому вполне доступны для разработки. Однако низкое качество углей и небольшие запасы в недрах делают месторождения пермских углей пригодными для узкостных потребностей. Угли могут быть рекомендованы, как показало пробное сжигание, в качестве топлива, но в топках соответствующих конструкций (движущиеся колосники для удаления золы). Лабораторные исследования установили, что угли пригодны для получения сульфоугля (смягчитель воды) и приготовления высококачественных глинистых растворов при бурении скважин в сложных условиях.

При использовании пермских углей, как и всякого другого высокозольного топлива, должно быть предусмотрено попутное применение и золы углей. Зола пермских углей может быть существенной составной частью при изготовлении золо-цемента. В сельском хозяйстве зола углей занимает не последнее место среди эффективных удобрений.

Таблица 5

Содержание микрокомпонентов в петрографических типах пермских углей Татарии (в %)

Местонахождение	Наменование микрокомпонентов						минерал. примеси
	гелифицированная основная масса (витролесмит)	витрол, ксило-витрол, ксилен ( $\Delta$ витренит, $\alpha$ , $\beta$ ксиленит)	непрорач. для основной массы (флюзенодесмит)	флюзинит	смола кутикула (кутинат, резинит)	споры	
р. Ахтыл, д. Татарский Ахтыл, № 17	53,6	—	22,3	—	14,6	5,8	—
р. Ахтыл, д. Ижевка	55,1	—	6,9	—	12,0	—	3,7
р. Ахтыл, д. Татарский Ахтыл, № 15	50,0	—	18,9	—	8,7	—	0,7

Таблица 6

Результаты химического анализа петрографических типов пермских углей Татарии

Местонахождение	№ пунк- тов	Зола			С			Н			N+O			S			$Q_6$		
		Влага при 105°C	возд. сух.	угля	сухой	горючая	уголь	уголь	горючая	уголь	уголь	горючая	уголь	сухой	горючая	уголь	сухой	горючая	
д. Татарский Ахтыл	17	8—15	24,0	—	46,75	65,10	3,19	4,57	14,86	28,33	1,36	1,88	—	—	—	—	—	—	
д. Татарский Ахтыл	15	14,55—15,39	24,04	30,0	45,75	65,20	3,19	4,57	19,86	28,33	1,38	1,88	—	—	—	—	6500	6800	
д. Татарский Ахтыл	15	—	34,61	40,0	38,48	65,15	2,59	4,39	15,09	25,73	2,80	4,73	—	—	—	—	—	—	
рудный лог, д. Татарский Ахтыл	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

В Татарии разведка углей производилась на северо-востоке по границе с Удмуртией, но там обнаружены лишь тонкие пласти углей.

Как в Удмуртии, так и в Башкирии месторождения пермских углей эксплуатировались с 1939 по 1949 год для местных нужд. В Башкирии в годы войны угли находили широкое применение как топливо в котельных установках небольших предприятий, госпиталей, учреждений и в бытовых печах. В Удмуртии пермские угли разрабатывались организациями Татарии и потреблялись Варзи-Ятчинским курортом.

Месторождения пермских углей Южной Удмуртии и Западной Башкирии, видимо, пригодны для подземной газификации. При химическом анализе углей соседних с Татарией месторождений обнаружен высокий выход летучих веществ. Состав газа и его калорийность вполне удовлетворяют требованиям промышленности.

В заключение следует подчеркнуть, что процессы угленакопления в пермский период были сосредоточены на востоке Европейской части СССР и охватывали значительно меньшую площадь, нежели это было в предыдущем каменноугольном периоде. Угленакопление происходило в приморской заболоченной низине, которая целиком и неоднократно покрывалась морем. Сформировались небольшие угольные месторождения с тонкими угольными пластами.

После пермского периода территория Татарии испытывала поднятия и в течение почти ста миллионов лет оставалась сушей. Только юго-запад Татарии покрывался морем в верхнеюрское время и в меловой период. Углей тогда не образовывалось. Встречаются залежи горючих сланцев.

### Третичный этап угленакопления.

С наступлением в жизни Земли третичного периода растительность сильно изменилась и стала близка к современной.

Сушей была территория Татарии в течение почти всего третичного периода. Только в конце последнего со стороны Каспийского моря поднялось мелкое море по долинам рек в пределы Татарии и Башкирии. Осадки этого моря покрыли склоны не только речных долин, но и невысокие водоразделы между ними. После ухода воды на юг по склонам долин остались небольшие озера, превратившиеся в болота. Здесь сформировались торфяники, давшие впоследствии залежи бурых углей (рис. 10).

В четвертичный период поднятия поверхности Земли возобновились, осадки третичной системы в значительной степени были смыты и лишь местами остались под покровом современных суглинков. Принадлежат они плиоцену.

Осадки плиоцена сохранились в Татарии в виде изолированных участков разных размеров. В пределах последних по долинам рек Камы, Вятки и некоторых притоков их находятся угленосные образования (рис. 10).

Угленосная толща плиоцена (рис. 11) слагается светло-серыми кварцевыми мелкозернистыми песками, серыми и коричневыми глинами и углами. Пески образовывались в подвижной водной среде, по руслам рек, в озерах. Коричневые глины накапливались в малоподвижной среде на поймах, в старицах рек. Темно-серые глины, содержащие обломки обугленных наземных растений, раковины пресноводных пелеципод, скелеты рыб осаждались в озерах, которые впоследствии заболачивались и превращались в торфяник (в будущем — угольная залежь).

В угленосной толще встречаются, следовательно, остатки животных и растений — обитателей пресных вод и суши, что указывает на типично-континентальную обстановку формирования и самой угленосной толщи.

Пески залегают, как это видно на Юски-Такерменском месторож-

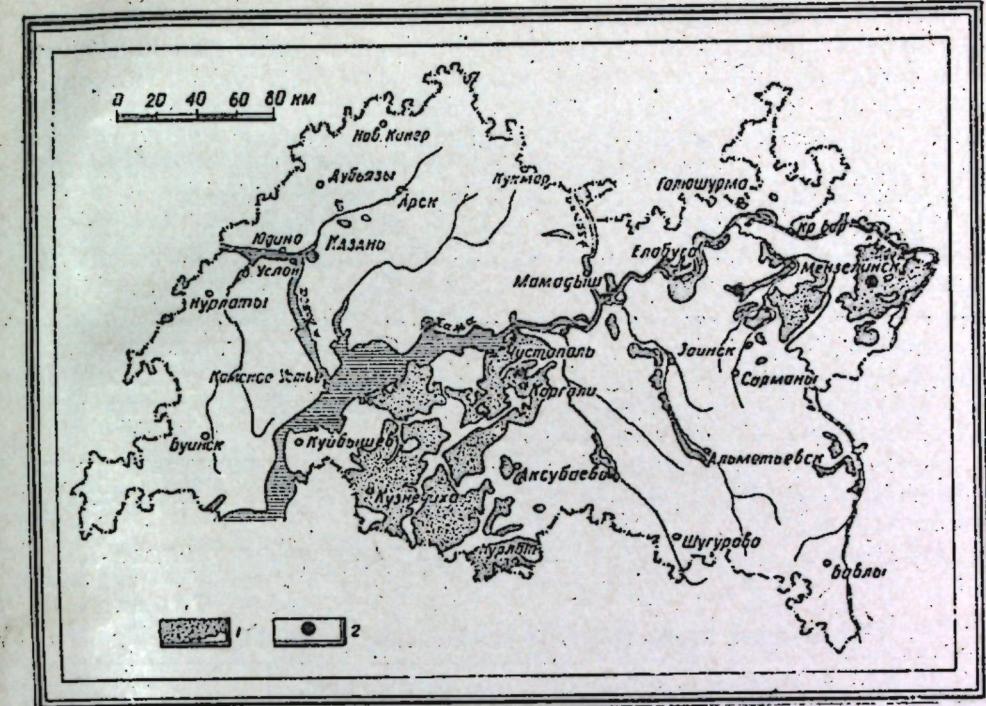


Рис. 10. Карта распространения осадков плиоцена верхнего отдела третичной системы в Татарии.

Составил А. П. Блудоров.

Условные обозначения: 1—плиоценовые осадки (по данным И. В. Кирсанова);  
2—угольные залежи мощностью менее 1 м.

дении Татарии, в основании угленосной толщи, а выше следуют коричневые и серые глины с прослойками углей. Редко встречаются линзы песка и в глинистой толще. В водоем, где происходило угленакопление, вначале при быстром течении поступала вода, которая несла пески. Позднее скорость течения сильно замедлилась и стали накапливаться глины. Затем произошло заболачивание и образование угля. Процесс угленакопления восстанавливался три раза, поскольку в разрезе находятся три пласта угля.

На месторождениях плиоценовых углей в Татарии встречаются простые и сложные пласти. Сложные пласти разделяются прослойками глины на пачки. Мощность нижнего пласта Юски-Такерменского месторождения колеблется от 0,05 м до 1,85 м, а среднего — от 0,05 м до 2,00 м. Верхний третий пласт обычно измеряется несколькими сантиметрами.

Средний пласт залегает на глубине 7—14 м, а нижний — 8—18 м от поверхности. По склонам оврагов угольные пласти местами даже выходят на поверхность.

Уголь из плиоценовых отложений Татарии резко отличается от рассмотренных ранее углей своим внешним видом. Уголь имеет темно-коричневый, коричневый, а в Башкирии и светло-коричневый цвет. Угли обладают, в общем, малой плотностью, напоминают в ряде случаев хорошо разложившийся торф. Угли всех разновидностей — матовые. Среди углей выделяются в Татарии четыре разновидности: плотная, землистая, лигнитовая, листоватая. Плотная разновидность представлена плотным, твердым, слонистым или неслонистым коричневым и темно-коричневым углем, содержащим раковины пресноводных моллюсков. Вторая разновидность отличается малой твердостью, это — рыхлый, землистого сложения коричневый уголь. Лигнитовый уголь внешне хорошо сохранил строение древесины, которое часто, но не всегда, видно и на изломе. Среди углей Татарии лигниты встречаются редко и в виде мел-

ких обломков. В Башкирии же лигниты наблюдаются в третичных угольных залежах повсеместно, образуя часто значительные скопления, что объясняется различным составом исходного материала углей. Четвертая «листоватая» разновидность весьма своеобразна, представляя собою тонкослоистое образование, расщепляющееся на тонкие, как бумажные листы, пластинки («бумажный уголь»). Встречается эта разновидность угля очень редко и слагается покровными тканями листьев.

При изучении углей под микроскопом обнаруживается, что они состоят из мелкозернистой желтой массы, образованной в результате полного разложения растительной ткани, в которую погружены в большом количестве неразложившиеся устойчивые части растений (оболочки листьев, спор) и обрывки не успевшей полностью разложить дре-весины растений. Кроме того встречаются обломки точек раковин пресноводных моллюсков и кристаллы кальцита. Включения в угле преобла-дают над зернистой основной массой.

Угольные пласти слагаются обычно плотным и землистым углем. Остальные разности в Татарии встречаются редко, и то в виде включе-ний в плотном угле.

Результаты химического анализа углей приведены в таблице 7.

Таблица 7  
Химическая характеристика плиоценовых углей Татарии

Тип угля	Элементарный состав горючей массы			Сера сухого угля		Калорийность	
	углерод	водород	азот и кислород	общая	горючая	сухого угля	горючая масса
Плотный	58,36—53,69	4,96—5,50	35,18—29,31	1,80—6,27	0,69—1,73	4856—5259	5488—6256
Землист.	—	—	—	1,15—6,64	—	—	5624—6145

Продолжение табл.

Тип угля	Летучие вещества		Зола сухого угля	Влажность	
	сухого угля	горючей массы		общая	гигрокопич.
Плотный	51,80—54,52	62,20—82,99	11,61—28,80	29,76—56,26	9,32—16,90
Землист.	41,67—55,21	54,69—83,26	23,83—57,00	—	7,37—17,04

Угли плиоценовых отложений Татарии, как это видно из таблицы, являются бурыми гумусовыми углами, поскольку установлено в них не-большое содержание углерода, повышенное содержание кислорода и значительный выход летучих веществ. Невысокая теплотворная способность углей тоже характеризует их, как угли бурые. Угли плиоценовых отложений обычно отличаются от углей более древних отложений высо-кой влажностью, что является тоже признаком бурых углей. Значитель-ный выход гуминовых веществ, обнаруженный в плиоценовых углях Та-тарии (23—70%), свойственен опять-таки именно бурьим углам.

Образование углей происходило в болотах в глубине материка да-леко от моря за счет остатков наземной высшей растительности (лис-твиной древесной, кустарниковой и травянистой). Об угленакоплении на материке свидетельствуют и обломки раковин пресноводных моллюс-ков, часто попадающихся в углях. Третичные угли Татарии залегают

только в более молодых горизонтах третичных отложений (плиоцен). В Башкирии кроме углей того же возраста, что и в Татарии встречаются угли и в более древних образованиях (миоцен и олигоцен). Сформиро-вались эти древние угли, главным образом, за счет древесной хвойной растительности. Поэтому лигниты, представляющие собою преимущес-твенно измененную древесину хвойных (сосны, кипариса и др.), в боль-шом количестве наблюдаются в Башкирии и редко попадаются в углях Татарии. Листоватый уголь, сложенный остатками покровных тканей листьев, найден именно в Татарии, где исходный материал углей слагала, главным образом, листопадная растительность.

Угли плиоценовых отложений Татарии находятся неглубоко от по-верхности земли. Угольные пласти залегают горизонтально, и никаких следов последующих нарушений, которые могли бы привести к измене-нию угольного вещества, в углях не обнаружено. История образования третичных углей протекала в спокойной обстановке на небольшой глу-бине, и угли остались на стадии бурых.

В Татарии месторождения углей плиоценена верхнего отдела системы известны в следующих пунктах: по правому берегу Камы у с. Рыбная Слобода, по левому берегу Камы в Кзыл-Армейском районе у д. Подгорный Такермень, в Набереж-но-Челнинском районе у д. Чершилы. Последние два месторождения, из-вестные под названием «Юски-Такерменского», в 1939 г. были разве-даны А. Г. Забировым. При разведке подсчитаны запасы угля в коли-честве 850 тыс. тонн. Месторождение было сдано в эксплуатацию местным организациям. Эксплуатация этих углей была организована в годы войны, но, в связи с техническими затруднениями, которые воз-никли при разработке, вскоре прекратилась.

Угли из плиоценовых отложений Татарии могут быть рекомендо-ваны, прежде всего, в качестве топлива, о чем можно судить по прове-денным ранее испытаниям. Угли могут быть применены при приготов-лении высококачественных глинистых растворов, употребляемых при глубоком бурении. В лаборатории треста «Татнефтегазразведка» хими-ком Н. Ф. Артиох были получены удовлетворительные результаты в опы-тах с реагентом из третичных местных углей.

Лабораторные испытания, проведенные кафедрой физической химии Казанского государственного университета (Ф. Ф. Файзуллин), пока-зали, что угли могут с успехом применяться и для смягчения воды. По данным Ф. Ф. Файзуллина, качество изготовленного сульфоугля из пли-оценовых отложений Татарии соответствует принятому стандарту. Зола углей, наконец, может использоваться в строительном деле, как вяжущее вещество и в сельском хозяйстве для удобрения.

Таким образом, угли плиоценовых отложений Татарии имеют мест-ное промышленное значение. Запасы могут быть увеличены лишь за счет участков, прилегающих с запада к разведенному Юски-Такерменскому месторождению. Остальные месторождения Татарии содержат тонкие единичные прослои углей и для промышленных целей непригодны.

Процесс угленакопления в третичном периоде сосредоточился на равнинах юго-востока Европейской части СССР по долинам рек в отдель-ных изолированных водоемах — в древних впадинах. По Татарии угленос-ные осадки в виде небольших участков встречаются вблизи земной по-верхности, а иногда образуют месторождения с промышленными запа-сами, но местного значения.

### Выводы

- На территории Татарии угли встречаются в отложениях девон-ской, каменноугольной, пермской и третичной систем. Наиболее моло-дые по геологическому возрасту угли находятся вблизи земной поверх-

ности, а наиболее древние известны на глубине до 1550 м. Угольные пласты всех возрастов залегают сравнительно спокойно.

Угли первых трех систем, принадлежащих палеозойской группе, формировались в приморских заболоченных низинах, которые иногда покрывались морем. В каменноугольный период появилась наиболее обширная заболоченная низина, что способствовало образованию мощных пластов и широкому распространению угленосных осадков. В центральных частях заболоченной области того времени, где и находится Татария, углеобразование происходило вне влияния моря, на востоке в Башкирии наблюдаются признаки морских осадков. Здесь заболоченная низина примыкала к морю.

В третичный период угленакопление происходило на материке вдали от моря, в условиях устойчивой платформы, в пониженных частях рельефа, по долинам рек и было слабо развито. Усиление угленакопление того времени охватило подвижной Предуральский прогиб за пределами Татарии.

2. Угли всех систем на территории Татарии отличаются разной степенью углефикации. Если угли третичной и пермской систем оказываются типично бурыми, а третичные даже напоминают современные торфы, то угли каменноугольной системы и девона являются каменными с некоторыми лишь признаками бурых. По мере углубления степень углефикации углей увеличивается. Эти преобразования связаны не столько с временем, сколько с геологическими условиями, которые определили глубину залегания углей, а в прошлом влияли и на установку их формирования. Между углями пермской и каменноугольной систем проходит в осадочной толще в Татарии граница, ниже которой не залегают типичные бурые угли и происходит переход их в каменные.

Таким образом, выделяются следующие зоны расположения углей по степени их углефикации в разрезе осадочных отложений в Татарии.

Первая сверху зона бурых углей состоит из двух подзон:

- подзона бурых углей, близких к торфам, окрашенных в коричневый цвет,—третичные угли (рис. 11);
- подзона бурых углей, окрашенных в черный цвет,—пермские угли.

Вторая зона углей каменных лишь с остаточными признаками бурых — угли каменноугольной и девонской систем.

3. По имеющимся материалам, которые приведены нами выше, в пределах Татарии могут иметь промышленное значение угли каменноугольной системы. Путем подземной газификации они могут дать не только топливо, но и ценное химическое сырье.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антропов П. Я. Перспективы освоения природных богатств СССР. Госпланиздат, 1959.
2. Аносов А. А. К вопросу о месторождениях бурого угля в Елабужском кантоне. «Труд и хозяйство Татарии», № 5, 1924.
3. Блудоров А. П. О степени изученности бурых углей Татарии. «Социалистический Татарстан», № 7, 1936.
4. Блудоров А. П. Угленосные отложения района Ижевского устья на Каме. Ученые записки Каз. гос. унив., 1938, т. 98, кн. 5—6.
5. Блудоров А. П. Угли. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарии», Татиздат, 1940.
6. Блудоров А. П. Угли Татарии, Удмуртии и прилегающей части Башкирии. Учен. записки Каз. гос. универс., т. 104, 1944.
7. Блудоров А. П., Мелешенко В. С. О находке углей в девонских бокситах на западном склоне южного Урала. ДАН СССР, № 9, 1947, т. I—VIII.
8. Блудоров А. П. Краткая история формирования углей и горючих сланцев в Татарии. Изв. Каз. Фил. АН СССР, 1954, в. 2.
9. Блудоров А. П., Троепольский В. И. О находке углей в верхнедевонских отложениях Татарии. ДАН СССР, 1953, т. СХ, № 2.

10. Блудоров А. П., Тузова Л. С. Угленосные отложения нижнего карбона Татарии. ДАН СССР, 1956, т. III, № 3.
11. Бутов П. И. О прикамских углях и гудронном песчанике. Изд. Госкома, 1926, в. 84.
12. Драверт П. Л. К минералогии пермских отложений р. Ик. Прилож. к протоколу засед. Каз. о-ва естествоиспытателей, № 317, 1916.
13. Егоров С. П. Геологические обследования берега Камы от с. Ижевское до с. Красногородка и нижнем ее течении. Сбор. «Геология

Алиашском районе УАССР. основ Среднего Поволжья и зейского времени в районах № 4.ия недр Татарской Республики, 1932. зведка недр, № 10, 1933. СССР. Углехиздат, 1956.ий за 40 лет. Разведка и ание западной части Еланскопаемые Татарии», Тат-

ности, а наиболее древние известны на глубине до 1550 м. Угольные пласты всех возрастов залегают сравнительно спокойно.

Угли первых трех систем, принадлежащих палеозойской группе, формировались в приморских заболоченных низинах, которые иногда покрывались морем. В каменноугольный период появилась наиболее обширная заболоченная низина, что способствовало образованию новых пластов и широкому распространению в центральных частях заболоченной области Татарии, углеобразование происходит в Башкирии наблюдаются признаки низина примыкала к морю.

В третичный период углены оторвались от моря, в условиях устойчивого рельефа, по долинам рек и было существо того времени охватило подвижными Татарии.

2. Угли всех систем на территории подвергнулись углефикации. Если угли тянутся типично бурыми, а третичные торфы, то угли каменноугольной системы некоторыми лишь признаками углефикации углей увеличивается с временем, сколько с геодинамикой глубину залегания углей, их формирования. Между углями проходит в осадочной толще в Татарии типичные бурые угли и происходят

Таким образом, выделяются по степени их углефикации в разрезах.

Первая сверху зона бурых углей:

- подзона бурых углей, близкий цвет, — третичные угли (рис.)
- подзона бурых углей, окраинные угли.

Вторая зона углей камениных либо угли каменноугольной и др.

3. По имеющимся материалов в пределах Татарии могут иметься угольной системы. Путем подземного только топливо, но и ценное химическое

#### ЛИТЕРАТУРА

- Андронов П. Я. Перспективы планирования, 1959.
- Аносов А. А. К вопросу о месторождении. «Труды и хозяйство Татарии», № 5, 1959.
- Блудоров А. П. О степени изучения Татарстана, № 7, 1936.
- Блудоров А. П. Угленосные отложения Каз. гос. унив., 1938, т. 98.
- Блудоров А. П. Угли. Сб. «Геология Татарии», Татиздат, 1940.
- Блудоров А. П. Угли Татарии. Учен. записки Каз. гос. универс., т. 104, 1944.
- Блудоров А. П., Мелещенко Н. И. На западном склоне южного Урала. ДАН СССР, 1954.
- Блудоров А. П. Краткая история углеобразования в Татарии. Изв. Каз. фил. АН СССР, 1954.
- Блудоров А. П. Троепольских отложениях Татарии. ДАН СССР, 1953.

- Блудоров А. П., Тузова Л. С. Угленосные отложения нижнего карбона Татарии. ДАН СССР, 1956, т. III, № 3.
- Бутов П. И. О прикамских углях и гидротипном песчанике. Изд. Геолкома, 1926, в. 84.
- Драверт П. Л. К минералогии пермских отложений р. Ик. Прилож. к протоколу засед. Каз. о-ва естествоиспытателей, № 317, 1916.
- Егоров С. П. Геологические обследования берега Камы от с. Ижевского до Елабуги и бассейна р. Тоймы в среднем и нижнем ее течении. Сбор. «Геология полезных ископаемых Татарии», Татиздат, 1932.
- Ларионова Е. Н. О местонахождении угля в Алнашском районе УАССР. Изд. Моск. Геолтреста, 1935, т. III, в. II.
- Марковский Н. И. Характер угленосности районов Среднего Поволжья и Прикамья. Уголь, 1957, № 3.
- Марковский Н. И. О палеогеографии нижневизайского времени в районах Среднего Поволжья и Заволжья. ДАН СССР, 1955, т. 104, № 4.
- Нойинский М. Э. Краткий очерк истории изучения недр Татарской Республики. Сборник «Геология и полезные ископаемые Татарии», Татиздат, 1932.
- Пригородовский М. М. Новые находки угля. Разведка недр, № 10, 1933.
- Судоплатов С. П. Угольная промышленность СССР. Углехимиздат, 1956.
- Тыжин А. В. Изучение угольных месторождений за 40 лет. Разведка и хранение недр, № 11, 1957.
- Черноморский Н. В. Геологическое исследование западной части Еланьского района Татарии. Сборник «Геология и полезные ископаемые Татарии», Татиздат, 1932.

Н. В. Кирсанов

БОГАТСТВА НЕДР ТАТАРИИ — МОГУЧИЙ ИСТОЧНИК РАЗВИТИЯ  
НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

К своему сорокалетию Татарская АССР превратилась в крупнейший нефтяной и машиностроительный район, вносящий существенный вклад в развитие народного хозяйства Союза ССР. В ближайшие годы она станет республикой «большой химии» и мощной энергетической базой.

Бурным развитием народного хозяйства Татарская республика в значительной мере обязана богатству своих недр, которые смог раскрыть и по достоинству оценить лишь их истинный хозяин — народ, взявший власть в свои руки.

До Великой Октябрьской социалистической революции территория бывшей Казанской губернии оставалась малоизученной, в связи с чем сложилось необоснованное представление о бедности ее недр.

После Великой Октябрьской социалистической революции, благодаря особому вниманию Коммунистической партии и правительства к развитию национальных районов, недра Татарии стали подвергаться планомерным, детальным исследованиям. По поручению геологического комитета, военного ведомства и других директивных органов, уже с 1918 г. начались изыскания по выявлению минерально-сырьевой базы Татарии, а с 1924 года и геологическая съемка ее в 10-верстном масштабе. В двадцатые и тридцатые годы названные исследования проводились в основном геологами Казанского университета и силами созданного в 1927 г. при Татарском совнархозе геолого-разведочного бюро, позднее преобразованного в Геологотрест. Общее руководство этими исследованиями осуществлялось до 1932 г. М. Э. Ноинским, а с 1932 г. В. А. Чердынцевым, Л. М. Миропольским и Е. И. Тихвинской. Большую работу по освоению недр местного края в те же годы проделал горный надзор Татарии, долгое время руководимый горным инженером В. Г. Соболевым. Первые обобщающие сводки по минеральным ресурсам Татарии были опубликованы в 1922 г. М. Э. Ноинским и в 1923 г. А. А. Ансовым. Позднее, в 1932 г., был выпущен в свет коллективный труд под редакцией М. Э. Ноинского и Н. П. Герасимова «Геология и полезные ископаемые Татарской республики».

Материалы проводившейся геосъемки послужили основой для геологического картирования, выполненного Е. Н. Лариновой в 1931 г. Позднее — в 1935 г., после завершения десятиверстной геологической съемки геологическая карта Татарии и 109 листа была выполнена в этом же масштабе под редакцией В. А. Чердынцева и Е. И. Тихвинской. Под их же редакцией в 1939 г. был выпущен обобщающий коллективный труд «Геология ТАССР и прилегающей территории в пределах 109 листа». Несколько позднее — в 1940 г. под редакцией Л. М. Миропольского и

В. А. Чердынцева был опубликован и другой коллективный труд «Геология и полезные ископаемые ТАССР», отдельные разделы которого не потеряли своего значения и до настоящего времени.

Важный этап в исследовании недр Татарии положила начавшаяся в 1933 г. на ее территории по заданию треста «Востокнефть» структурно-геологическая съемка — изыскания, связанные с поисками нефти.

В годы Великой Отечественной войны геологическое изучение территории Татарии еще более усилилось. Резко увеличился объем нефтепоисковых и в том числе структурно-картировочных работ, что привело к открытию промышленной нефти первоначально в каменноугольных (Шугурово — 1943 г.), а позднее и в девонских отложениях (Бавлы — 1946 г., Ромашкино — 1948 г. и многие другие). Эти работы проводились под общим руководством А. М. Мельникова и С. П. Егорова. Возрос и объем геолого-разведочных работ на строительное, химическое, глинистое буровое и другие виды минерального сырья, приуроченные к пермским и более молодым образованиям, имеющим выходы на дневную поверхность. В результате обобщения геолого-съемочных, разведочных и других геологических изысканий был составлен ряд сводных трудов, разного рода и масштаба геологических карт, способствующих выявлению особенностей геологического строения территории и закономерностей пространственного размещения полезных ископаемых. К таким работам в области нефтяной геологии относятся тектоническая карта Татарии и объяснительная записка к ней, выполненные в 1941—1944 гг. А. М. Мельниковым, а также сборник о нефтеносности пермских отложений Татарии и прилегающих районов, опубликованный в 1943 г. под редакцией С. И. Миронова. Сборник сопровождался геологической картой Татарии. К изысканиям военных же лет в области других полезных ископаемых относятся работы Л. М. Миропольского «Недра Татарии и проблема использования полезных ископаемых» (1942), его же монографический труд по гипсам и ангидритам (1945), геолого-экономический справочник В. А. Полянина (1944) и некоторые другие.

В послевоенные годы изучением геологического строения и полезных ископаемых Татарии начинает заниматься огромный коллектив геологов — ученых и производственников. В познании недр наряду с Казанским университетом и трестом «Татнефтегазразведка» все усиливающуюся роль начинает играть геологический институт организованного в 1946 г. в Казани филиала Академии наук СССР, вновь созданный Татарский научно-исследовательский нефтяной институт и трест «Татнефтегеофизика». Значительный вклад в освоение недр Татарии вносят также ВНИГРИ (в области нефтяной геологии), Гидропроект СССР (изыскания пермских и более молодых отложений в районе Нижней Камы, Белой и Вятки — для нужд гидростроительства), трест «Мосгеолнеруд», «Геолстромрест» и др. (по разведке строительно-минерального сырья).

К наиболее важным послевоенным работам в области изучения древнейших и в том числе нефтеносных и углекосных палеозойских образований относятся опубликованный в 1948 г. под редакцией С. И. Миронова коллективный труд «Геологическое строение и нефтеносность Татарской АССР», капитальный 4-томный труд по девонским отложениям Татарии, выполненный коллективом сотрудников Геологического института Казанского филиала АН СССР под редакцией Л. М. Миропольского, труды по нефтеносности, тектонике и геофизике Ф. Х. Байбуровой, С. П. Егорова, А. И. Клещева, Г. И. Котылева, А. И. Кринари, А. М. Мельникова, В. Д. Наливкина, А. Г. Салихова, Е. И. Тихвинской, В. И. Троепольского, И. М. Шпильмана, Б. М. Юсупова, работы по угленосным отложениям А. П. Блудорова, работы по литологии и стратиграфии И. А. Антропова, Г. П. Батановой, Е. Т. Герасимовой, Т. Е. Даниловой, В. Н. Логиновой, Г. Л. Миропольской, Л. Ф. Солонцова, Л. С. Тузовой, С. С. Эллера и др.

Из исследований пермских отложений особого упоминания заслуживает монография Л. М. Миропольского «Топогеохимическое исследование пермских отложений в Татарии», труды Е. И. Тихвинской, В. А. Чердынцева, М. П. Верясовой, В. И. Игнатьева, В. И. Крупина, Ф. С. Мальковского, Н. Н. Форша, Ю. В. Сементовского, Б. В. Селивановского, М. Г. Солодухо, В. И. Игнатьева и др.

В изучение мезозойских отложений Татарии за послевоенные годы существенный вклад внесли Г. И. Блом, В. В. Корчагин и Е. А. Кречковская. Исследованию кайнозойских образований посвящены труды В. И. Баранова, А. И. Башлева, Г. И. Горецкого, М. С. Кавеева, С. Г. Каштанова, Н. В. Кирсанова, Т. А. Кузнецовой, А. В. Миртовой, Н. Н. Нелидова, В. А. Полянина, Е. И. Тихвинской и Л. С. Тузовой. Среди них по четвертичным отложениям наиболее крупным трудом является работа В. А. Полянина «Литологические исследования четвертичных отложений долин Волги и Камы на территории Татарии» (1957).

В послевоенные годы коллективом ученых Геологического института Казанского филиала АН СССР и геологического факультета Казанского университета в содружестве с геологами производственных организаций и в первую очередь геолого-поисковой конторы треста «Татнефтегазразведка», Средневолжским геологическим управлением, трестом «Мосгеолнетруд» и другими проведены работы, направленные на увеличение запасов строительного, химического, глинистого бурового, формовочного и других видов сырья и на улучшение географического расположения месторождений последнего.

К важным работам последнего времени относятся также новая геологическая карта Татарии и объяснительная записка к ней, составленные коллективом авторов треста «Татнефтегазразведка», Казанского филиала АН СССР и Казанского университета.

Крупной обобщающей работой по изучению полезных ископаемых явился труд коллектива авторов геологического института Казанского филиала АН СССР, Казанского университета и треста «Татнефтегазразведка» — «Закономерности размещения и пути использования строительного минерального сырья на востоке Татарии», опубликованный в 1957 г. Казанским филиалом АН СССР. Работа сопровождалась картами распространения полезных ископаемых и геологической картой Татарии в масштабе 1 : 1000000. К другим сводным трудам по полезным ископаемым относятся опубликованная в 1948 г. работа Н. В. Кирсанова по плиоценовым глинам Татарии, Т. Е. Григорьевой (1948 г.) по месторождениям глин, пригодных для изготовления буровых растворов, В. А. Полянина по песчано-гравийным месторождениям долин Волги и Камы (1950, 1954, 1955), Ю. В. Сементовского и В. Н. Незимова по цементному сырью (1955), У. Г. Диستانова, Н. В. Кирсанова и В. Ф. Кочетова о глинистом буром сырье и опыте бурения скважин с промывкой забоя водой, справочник по полезным ископаемым Татарии, составленный в 1958 г. сотрудниками Казанского филиала АН СССР и Московского университета и некоторые другие.

Приведенный краткий обзор далеко не исчерпывает всех проведенных после Октябрьской революции геологических исследований, однако он позволяет заключить, что геологическое строение территории Татарии является уже в общих чертах изученным от поверхности и до кристаллического фундамента.

К настоящему времени в Татарии зарегистрированы следующие виды полезных ископаемых: нефть, горючий газ, битумы, уголь, горючие сланцы, торф, гипс, известняки, доломиты, мергели, песчаники, глины, бентонитовые и строительные, галечники и гравий, пески строительные, формовочные и стекольные, минеральные воды и ряд других.

По характеру использования полезные ископаемые Татарии могут

быть подразделены на три группы: 1) горючие полезные ископаемые, 2) нерудные (неметаллические) полезные ископаемые и 3) минеральные воды и грязи.

### 1. Горючие полезные ископаемые

К этой группе относятся нефть и попутный горючий газ, битумы, уголь, горючие сланцы и торф.

**Нефть.** К ценнейшим богатствам недр Татарии относится нефть, являющаяся незаменимым топливом в промышленности. За последние годы повысилось применение нефти и в качестве сырья для химической промышленности. В настоящее время из нее вырабатывают более 2000 продуктов — бензин, смазочные и ароматические вещества, синтетический каучук и технический спирт, битумы для дорожного строительства, вискозу, лаки, пластмассы, линолеум, краски, одеколон, мыла, синтетическое волокно — капрон, нейлон, терилен, медикаменты и многие другие вещества. Нефть в Татарии зарегистрирована в пермских, каменноугольных и девонских отложениях на глубинах от 150 до 2000 м от поверхности. С глубиной залегания качество нефти и ее промышленная ценность увеличиваются. В химическом отношении нефть содержит 84—87% углерода, 12—14 водорода, около 5% кислорода, азота и серы, а в виде малых примесей ванадий, фосфор, йод, бром, железо, никель и ряд других.

В настоящее время на территории Татарии открыто 25 девонских месторождений нефти, значительная часть из которых уже эксплуатируется. Среди них самое крупное Ромашкинское месторождение, третье по величине Ново-Елховское, почти такое же Акташское и др. За последние годы здесь выявлено также около 20 месторождений нефти в каменноугольных отложениях, которые в наступившем семилетии также будут вводиться в эксплуатацию. В Бавлинском районе промышленная нефть зарегистрирована и в нижнепермских отложениях.

В настоящее время Татарская АССР по добыче нефти занимает первое место в Советском Союзе, при этом ее нефть является одной из наиболее дешевых.

В течение текущего семилетия (1959—1965 гг.) добыча нефти в Татарии возрастет в 2,3 раза, при этом запасы нефти не уменьшатся, а, наоборот, возрастут, так как семилетним планом предусматриваются опережающие темпы поисково-разведочных работ и подготовка новых площадей к эксплуатации.

К концу семилетия Татария не только сохранит ведущее место по нефтедобыче, но и превратится в район большой химии и нефтепереработки с мощными научными академическими и другими химическими учреждениями, решающими вопросы рационального использования нефти Урало-Поволжья.

Горючий газ является вторым важнейшим видом полезных ископаемых Татарии. Он является спутником нефти, с которой совместно и образуется. Попутный горючий газ обычно находится в растворенном в нефти состоянии, но иногда частично присутствует и в свободном виде, образуя «газовые шапки» над залежами нефти.

Попутный горючий газ является ценнейшим и наиболее дешевым видом топлива. Теплотворная способность колеблется от 7,5 до 12 тысяч кило-калорий теплоты и, таким образом, превышает теплотворную способность всех других видов топлива. Себестоимость его (в расчете на условное топливо) примерно в 4 раза ниже себестоимости нефти и в 17 раз ниже себестоимости угля.

В химическом отношении, по данным лаборатории химии нефти Казанского филиала АН СССР, в составе попутных газов из девонской нефти Татарии принимают участие следующие компоненты: метан —

40%; этан — 19,5%; пропан — 18%; бутан — 7,5%; пентан — 3,8%; другие парафиновые углеводороды — 1,1%; азот — 10% и углекислый газ — 0,1%. Иногда в качестве примесей регистрируется сероводород и инертные газы — гелий, аргон, ксенон и др. Как известно, газы, состоящие в основном из метана ( $\text{CH}_4$ ), называются сухими. Их-то и целесообразно использовать как топливо. Газы же, содержащие другие наиболее ценные углеводороды (этан, пропан, бутан, пентан), называются жирными. Попутные газы татарских нефтеей относятся к категории жирных и представляют превосходное сырье для химической промышленности. Из таких газов можно изготавливать ацетилен — сырье для синтетического каучука, уксусной кислоты, этилового спирта и т. п., газолин — газовый бензин, масла, пластмассы, искусственное волокно, сажу (чистый углерод) — важный продукт для резиновой, красочной и фотографической промышленности и многие другие материалы. Жирные газы использовать непосредственно в качестве топлива нецелесообразно, их предварительно необходимо «осушать» — «отбензинивать».

За семилетие добыча попутного нефтяного газа в Татарии возрастет по сравнению с 1958 г. в 3,8 раза. К 1965 г. будет в основном завершен перевод на газовое отопление промышленных сооружений и основного городского жилого фонда. В ближайшие годы будет завершено сооружение очередных блоков Миннибаевского газобензинового завода, первые две очереди которого, вступившие в строй в 1956—1959 гг., дали уже миллиарды кубометров сухого газа. С пуском этого завода на полную мощность из районов Закамья к местным потребителям и магистральным газопроводам будет направляться только предварительно отбензиненный газ. Для приема и переработки газа с месторождений Прикамья будет сооружен также газобензиновый завод в г. Елабуге. Газовый бензин найдет себе в ближайшее время широкое применение как ценнейшее химическое сырье на крупнейших химических предприятиях.

**Битумы.** В пределах Татарии широким распространением пользуются природные битумы — твердые или вязко-жидкие продукты окисления нефти, поднявшейся с глубины по трещинам в вышележащие отложения.

На территории Закамья и правобережья р. Волги выявлено около 20 месторождений битумов, приуроченных к отложениям, имеющим выходы на дневную поверхность. Наиболее крупные из этих месторождений — Шугуровское, Сарабикуловское, Сюкеевское, Фикнов-Колокское и некоторые другие имеют несомненный практический интерес. Так в Шугуровском месторождении битумы приурочены к уфимским песчаникам, мощность которых в ряде мест достигает 20 м. Концентрация битума в них нередко превышает 6%. Битум тугоплавкий, содержит асфальтены — 11,6%, смол — 29,8% и масел — 57,4%. Большие запасы битумов имеются и на правом берегу Волги к югу от д. Сюкеево, где они приурочены к доломитам казанского возраста. Эти битумы отличаются низкой температурой плавления и высоким содержанием легколетучих веществ.

Природные битумы Татарии могут быть использованы для нужд местного промышленного и сельскохозяйственного строительства. Они могут служить материалом для изготовления асфальтовой мастики для асфальтовых и асфальтобетонных покрытий, кровельных материалов (толя, картона), безобжиговых стеновых строительных материалов, электризоляционных и кабельных масс, пластмасс, лаков, красок, гидро-, тепло-, звукоизоляционных и других изделий.

**Угли.** Роль угля в топливном балансе страны велика и в 1958 г. составляла 60%. К концу семилетки в связи с широким использованием нефти и газа удельный вес угля как топлива снизится до 43%, но в абсолютном исчислении его добыча увеличится к 1965 г. на 21—23%.

На территории Татарии угли зарегистрированы среди девонских, каменноугольных, пермских и плиоценовых образований на глубине от

0 до 1350 м от поверхности. С глубиной залегания качество углей — их степень углефикации — увеличивается. Угли плиоценового и пермского возраста относятся к категории бурых, угли же более древнего возраста — к каменным. Каменные угли отличаются от бурых высокой степенью углефикации и ничтожным выходом гуминовых веществ (ниже 1%). В бурых углях выход гуминовых веществ превышает 50—60%.

Наибольший практический интерес представляют угли в каменноугольных отложениях, залегающие на глубине от 870 до 1300 м.

В Закамской части Татарии близ гг. Куйбышева, Чистополя, будущего Нижне-Камска, с. Сарманово и некоторых других выявлено около 10 месторождений каменного угля с мощностью пластов от 3 до 15 м. Угли эти имеют зольность, равную 15—16%, содержат серы 4—5% и летучих веществ в количестве 36—47%. Калорийность их колеблется от 7100 до 7900 кило-калорий. По данным А. П. Блудорова, описываемые каменные угли по среднему содержанию золы лучше, чем угли Кизеловского и Подмосковного бассейнов, а по калорийности занимают промежуточное положение между ними. По содержанию летучих компонентов они близки к длиннопламенным и газовым углям Донбасса и Кузбасса. Лучшим способом эксплуатации глубокозалегающих углей является подземная газификация. Газ же, добываясь таким путем, является не только топливом, но и ценным сырьем для развивающейся химической промышленности республики. Ближайшей народнохозяйственной задачей является разведка каменоугольных месторождений Татарии.

Бурые угли Татарии в связи с их невысоким качеством и мощностью имеют местное значение. Среди них наибольший интерес представляет месторождение плиоценовых углей близ д. Подгорный Токармень Мензелинского и д. Чершилы Челнинского районов с разведенными запасами в 850 тыс. тонн.

**Горючие сланцы.** На крайнем юго-западе Татарии среди мезозойских отложений зарегистрирована группа месторождений горючих сланцев (Бессоновское, Кадышевское, Сюндюковское, Шаймурзинское, Ембулатовское и Яманчуринское месторождения). Среди них известный интерес представляет Бессоновское месторождение, расположеннное близ границы с Ульяновской областью. Мощность сланценосной толщи здесь равна 2,4—6 м, а глубина залегания колеблется от 28 до 87 м. Зольность сланцев относительно высокая (63—86%), калорийность же не превышает 2358 калорий. Сланцы залегают непосредственно под фосфоритовым слоем, что позволяет вести комплексную разработку месторождения.

**Торф.** На территории Татарии выявлено более 1000 месторождений торфа, занимающих площадь свыше 30 тыс. гектаров. Общие запасы сырой массы торфа составляют несколько сот миллионов кубических метров. Наиболее крупные торфяные месторождения с площадью в несколько сот га каждое приурочены в основном к долинам Волги, Камы и Белой. Подобные месторождения имеются на территории Актанышского, Мензелинского, Красноборского, Алексеевского, Лайшевского, а также Октябрьского и Алькеевского районов. Более мелкие месторождения встречаются во всех других районах республики.

Почти повсеместное распространение и огромные запасы торфянников обусловливают целесообразность их широкого использования.

Торф может быть с успехом использован в качестве топлива для промышленных и бытовых нужд, теплоизоляционного материала в строительстве, превосходного удобрения в сельском хозяйстве, для подстилки скоту, для облагораживания буровых растворов и технических вод и т. п. Установлено, что торфяные удобрения обеспечивают повышение урожайности сельскохозяйственных культур на всех почвах и в том числе на бесструктурных подзолистых. Важно отметить, что, облагораживающее действие торфяных удобрений продолжается после внесения

их в течение ряда лет. До последних лет потребление торфа для сельскохозяйственных нужд было незначительным и обычно составляло 200—300 тыс. тонн в год. В наступившем семилетии в условиях борьбы за дальнейший подъем сельского хозяйства предусматривается организовать массовую заготовку торфа механизированным способом и вывозку его на поля ежегодно в количестве не менее 3 миллионов тонн.

## II. Нерудные (неметаллические) полезные ископаемые

К этой группе полезных ископаемых относятся разного рода глины, гипсы, известняки, доломиты, мергели, пески, песчаники и гравийно-галечные породы, используемые как строительное, химическое, формовочное и буровое сырье в различных отраслях народного хозяйства.

**Глинистое сырье.** В Татарии разведано свыше 170 месторождений глинистого сырья (глины, суглинков и алевритов) с суммарными запасами более 260 миллионов кубических метров. Из них в возрастном отношении около 60% падает на долю четвертичных отложений, 40% принадлежит плиоценовым образованиям и 1% уфимским и казанским.

Четвертичные глины и суглиники относятся к категории строительного легкоплавкого сырья с температурами плавления не выше 1250—1300°, на базе их работает несколько десятков кирпичных и кирпично-черепичных заводов, выпускающих ежегодно сотни миллионов штук красного кирпича и черепицы. Каких-либо других строительных изделий на базе глины четвертичного и более древнего возраста не производится.

Плиоценовые глины принадлежат к категории тонкодисперсных, бентонитовых, тугоплавких глин с температурами плавления до 1420°. Из общего числа разведенных месторождений к ним относится 26 с суммарными запасами около 100 млн. тонн. Глины эти за последние 10 лет получили широкое применение в нефтяной промышленности для изготовления глинистых буровых растворов. На базе Бикляньского месторождения подобных глин в г. Альметьевске работает завод глинопорошков с производительностью в 25—30 тыс. тонн порошка в год и строится вторая очередь завода такой же мощности.

Плиоценовые глины представляют хорошее сырье для производства широкого ассортимента керамических изделий — в первую очередь стекловых и теплоизоляционных керамзитовых материалов, облицовочных плит, тонкостенной черепицы и т. п. Доказано, что из жирных плиоценовых глин может быть получен керамзит с объемным весом 0,3—0,4 г/см<sup>3</sup> и прочностью на сжатие свыше 100 кг/см<sup>2</sup>. На базе месторождений этих глин проектируется сооружение крупных керамзитовых заводов на юго-западе Татарии и в г. Казани.

Плиоценовые бентонитовые глины и глинопорошки из них являются превосходным формовочным материалом для литейного производства. Они с успехом могут заменить формовочные земли, завозимые для нужд машиностроительных предприятий Татарии и Урало-Поволжья из отдаленных районов страны. В настоящее время ряд машиностроительных заводов уже переходит на формовку с применением татарских бентонитовых глин, получая при этом значительный экономический эффект. Плиоценовые глины могут быть использованы также в качестве химического сырья в ведущих процессах нефтепереработки, в фотожелатиновой, лакокрасочной, спиртовой и масложировой промышленности. Они могут быть использованы в качестве наполнителей в резино-технической промышленности, в качестве заменителей жиров в мыловаренной, текстильной и меховой промышленности, для изготовления умягчителей воды и т. п. Разностороннее применение, по-видимому, могут найти и тугоплавкие глины мелового возраста, развитые на юго-западе Татарии.

**Гипс.** В пермских отложениях Татарии выявлена группа месторождений гипсов, среди которых наиболее крупными являются Камско-Устьин-

ское с промышленными запасами в 33 млн. тонн и Сюкеевское. Оба эти месторождения эксплуатируются. Продукция их используется не только в Татарии, но и далеко за пределами ее. Большое месторождение гипса имеется также на правом берегу Камы у с. Сорочи Горы и Шураны. Остальные месторождения имеют незначительные запасы. Базой обеспечения гипсовым сырьем юго-востока Татарии являются крупные Московское и Максютовское месторождения, расположенные на правом берегу р. Ик в Башкирии. На их сырье в Апсаямово работает завод сухой штукатурки.

Гипс является ценным строительным материалом, однако, несмотря на его огромные запасы, используется далеко не достаточно и для ограниченного числа изделий. Вполне целесообразно, например, использовать гипс в штучном виде для внутренней и даже наружной облицовки зданий. Своевременно организовать производство кальцинированного гипса и гипсо-ангидритового цемента, которые могли бы в известной мере понизить дефицит в портланд-цементе. И, наконец, волжские месторождения гипса вполне могут служить базой для производства из них самого портландцемента, серной кислоты и сельскохозяйственных удобрений (в частности сульфата аммония), необходимых для всего Волго-Камского края.

Карбонатное сырье (известняки, доломиты, мергели, известковистые песчаники). На территории Татарии выявлено свыше 600 месторождений карбонатных пород казанского, реже татарского и нижнепермского возраста. Из них около половины разведано и имеет суммарные запасы около 100 млн. куб. метров, в том числе по промышленным категориям более 40 млн. куб. метров.

Карбонатные породы (в основном известняки и доломиты) в Татарии являются единственным природным источником строительного камня. Наиболее прочные перекристаллизованные разновидности их используются для дорожного строительства, в качестве наполнителя для железобетонных изделий, сооружения мостов, закрепления откосов и т. п. Большинство же месторождений используются на бутовый камень, необходимый для кладки фундаментов, а иногда и стен нежилых строений. Отрицательно-оолитовые разновидности известняков и доломитов хорошо поддаются механической обработке и являются превосходным стекловым и облицовочным материалом. На востоке Татарии широкой известностью пользуются Чупаевское и Каркалинское месторождения подобного камня, из которого уже выстроено большое количество многоэтажных зданий в гг. Альметьевске и Лениногорске. Хороший стекловой камень имеется и в Красновидовском месторождении доломитов на правом берегу Волги.

Относительно чистые разновидности известняков в Татарии в довольно широких масштабах используются для обжига на известь, необходимую для производства строительных работ и силикатного кирпича. Наиболее чистые известняки могут быть использованы в качестве химического сырья при производстве бумаги, сахара, соды и некоторых других продуктов. К таким известнякам относятся в частности известняки Свияжского месторождения на правом берегу Волги, Каркалинское месторождение на юго-востоке Татарии и отдельные участки Н. Челинского месторождения.

Исследованиями последних лет в Бондюжском и Лениногорском районах Татарии выявлены довольно крупные запасы известняков, пригодных для производства цемента марок 400—600. Запасы цементного сырья в Бондюжском районе утверждены в количестве 32 млн. тонн, а в Лениногорском (близ пос. Шугурово) в размере более 40 млн. тонн. Шугуровская группа месторождений является особенно благоприятной для строительства цементного завода, продукция которого в виде строительных и тампонажных цементов крайне необходима нефтяникам Татарии.

Доломиты, как и известняки могут использоваться в металлургии в качестве огнеупоров, а также для извлечения металлического магния. Карбонатные породы — известняки, доломиты, мергели, известковистые туфы и торфо-туфы представляют ценнейшее сырье для известкования кислых подзолистых почв, слагающих свыше 80% земель северной части Татарской республики. В наступившем семилетии предусматривается заизвестковать в основном все почвы, имеющие повышенную кислотность и превратить их тем самым в высокоурожайные.

Гравий и галечник. В Татарии зарегистрировано свыше 70 месторождений гравийно-галечных пород с суммарными запасами более 80 млн. куб. метров. Наиболее крупные залежи этих пород и притом высокого качества имеют современный возраст и приурочены к долинам Камы и Белой. К такому типу месторождений относятся Котловское, Рыбно-Слободское, Вандовское, Бетьковское и некоторые другие. Гравийно-галечный материал в них хорошо окатан и состоит в основном из кремнево-кварцевых пород, привнесенных с западных продгорий Урала рр. Белой, Чусовой, Вишерой и другими притоками р. Камы. В составе залежей содержится до 40—60% песчаного, преимущественно крупнозернистого материала того же минералогического состава. С камских месторождений и прежде всего с Котловского месторождения песчано-гравийно-галечный материал в больших количествах поставляется на стройки Татарии и соседних административных районов. В 1959 г. его поставка только в г. Казань составила 1 млн. 300 тыс. тонн, а общая добыча превысила 5 млн. тонн.

Промышленный интерес представляют также месторождения древнечетвертичного и плиоценового возраста, расположенные по долинам палеорек, а иногда и на водоразделах. Наиболее крупным среди таких месторождений является Апсаямовское на р. Ик, на котором оборудована подводная разработка с гидравлической сортировкой материала. Широкой известностью для дорожного строительства пользуется Каргопольское месторождение плиоценового возраста в Казанском Закамье и некоторые другие.

Песчано-гравийные месторождения малых рек имеют небольшие запасы и не отличаются хорошим качеством, так как основную часть их материала представляют непрочные местные карбонатные породы.

Пески. На территории Татарии выявлено более 200 месторождений песков с суммарными запасами свыше 75 млн. тонн. Преобладающая часть из них приурочена к четвертичным и плиоценовым отложениям, а небольшое число месторождений имеет татарский и казанский возраст. Пески четвертичные и плиоценовые преимущественно мелко- и среднезернистые, относительно хорошо отсортированные с успехом применяются в строительстве. В г. Казани на базе четвертичных песков работает завод силикатного кирпича. Пески пермского возраста имеют пониженное качество, загрязнены глинистым материалом, но на юго-востоке Татарии, за неимением лучших, также используются для изготовления кладочных растворов. Пески камских песчано-гравийно-галечных залежей, как уже указывалось выше, в основном крупнозернистые и с успехом используются вместе с гравийно-галечным материалом для производства железобетонных и бетонных изделий, а также для дорожного строительства. Путем рассева из состава песчано-гравийно-галечниковой массы можно выделить фракции песков определенной размерности, пригодные для гидравлического разрыва нефтяных пластов, производимого при освоении скважин. Среди песков четвертичного и плиоценового возраста имеются довольно чистые разности, пригодные для производства простого и бутылочного стекла. Для производства высокосортного стекла и химической посуды сырье завозится из Ульяновской области.

Некоторые месторождения песков четвертичного возраста, в частности Свияжское, Юдинское и Казанское, пригодны к применению в ка-

честве формовочных для литейного производства. Среди них выявлены пески марок 2К02А (К 50/100), 2К0315Б (К 70/140), К016А (К 70/140), П01А (П 100/200) и некоторые другие.

Установлено, что песками этих марок вполне можно заменить пески, завозимые в Татарию из Тамбова и Куйбышевской области ежегодно в количестве около 50 тыс. тонн, что даст значительную экономию средств.

### III. Минеральные воды и грязи

Татарская республика богата бальнеологическими ресурсами, минеральными водами и грязями. На базе их в настоящее время действуют два курорта — «Ижевский минеральный источник» и «Бакирво», пользующиеся известностью далеко за пределами республики. Оба курорта организованы за годы советской власти. Ижевские воды имеют ионно-пермский возраст и относятся к сульфатно-натриево-кальциево-магниевым водам средней минерализации (5,4 г/л). Они успешно применяются для лечения заболеваний желудка, кишечника, печени и желчных путей и некоторых других. Бакировский санаторий использует для лечения сероводородные воды, восходящие также из нижнепермских отложений, и серные торфяные грязи. Бакировские воды относятся к сульфатно-кальциево-магниевым с содержанием сероводорода от 7 до 15 г/л. Бакировские воды и серные грязи применяются для лечения заболеваний органов движения, последствий ранения и травм, повреждений периферической нервной системы и других.

Ценное бальнеологическое значение могут иметь Рысовская группа минеральных вод близ курорта «Ижминвод», серные воды у с. Сарабикулово близ курорта Бакирво и у д. Фикор-Колок близ г. Чистополя. В Чистополе же обнаружен источник с минерализацией, близкой к водам известного в Прикарпатье курорта «Трускавец».

Исследованиями установлено, что напорные лечебные минеральные воды могут быть получены бурением из нижнепермских отложений во многих пунктах Татарии и в частности в районах ныне действующих домов отдыха и санаториев на Каме (Тарловка, Красный Ключ, Берсут) и на Волге (Шеланга, Ташевка, Моркваша, Васильево, в окрестностях Казани, Зеленодольска и других).

За последние годы значительное распространение сильно минерализованных вод и рассолов выявлено также в каменноугольных и девонских отложениях. Воды эти содержат в значительных количествах хлориды, сульфаты, бром, йод, фтор, бор, стронций и др. По всей вероятности они имеют бальнеологическое значение и могут быть использованы как химическое сырье для добычи тех или иных компонентов.

Перечисленными основными видами полезных ископаемых не исчерпывается многообразие минеральных богатств Татарии. В ее недрах встречаются месторождения серы, фосфоритов, минеральных красок; медных, железных и полиметаллических руд. Некоторые из них в настоящее время практического интереса не представляют, другие же практикой народного хозяйства выдвигаются уже на очередь к использованию.

За сорок лет существования Татарской республики научный и производственный коллектив геологов сумел выявить и создать большие резервы важнейших видов минерального сырья, обеспечивающих всестороннее развитие ее народного хозяйства.

Трудящиеся Татарии — нефтяники, строители, транспортники, работники развивающейся химической и машиностроительной промышленности, труженики сельского хозяйства своим трудом способствуют все более полному использованию природных богатств республики.

Минеральные богатства Татарии играют уже важную роль в экономике всей страны. Можно не сомневаться, что в ближайшие годы их роль в общем балансе богатств нашей Родины еще более увеличится.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аносов А. А. Полезные ископаемые Татарской АССР. «Труд и хозяйство», № 4, 1923.
2. Антропов П. Я. Перспективы освоения природных богатств СССР. Госпланиздат, 1959.
3. Афанасьев Т. П. Подземные воды среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. Изд. АН СССР, Москва, 1956.
4. Бусладоров А. П. Ископаемые угли Татарии. Таткнигоиздат, Казань, 1959.
5. Блюмштейн Э. Н., Пушкин Н. Ф., Каштанов С. Г. Курорты Татарии. Таткнигоиздат, Казань, 1953.
6. Геологическое строение и нефтепосыпость Татарской АССР. Гостоптехиздат, Москва, 1948.
7. Геология и полезные ископаемые Татарской республики. Татиздат, Казань, 1932.
8. Геология и полезные ископаемые Татарской АССР. Татиздат, 1940.
9. Геология ТАССР и прилегающей территории в пределах 109 листа. ГОНТИ, Москва, 1939.
10. Дистанов У. Г., Кирсанов Н. В., Кочетов В. Ф. Глинистое бурое сырье и опыт бурения скважин с промывкой забоя водой. Тр. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., в. 5, 1955.
11. Еронин В. А. и Кринари А. И. Опыт освоения нефтяных месторождений Татарии. Татиздат, Казань, 1959.
12. Кавеев М. С. Краткий гидрогеологический очерк Татарской АССР. Сб. Геология и полезные ископаемые Татарской АССР, Казань, 1940.
13. Кавеев М. С. Подземные воды нефтяных месторождений — важный источник минерального сырья. Технико-экономич. бюллетень Татсовиархоза, № 5, 1958.
14. Кирсанов Н. В. Плиоценовые глины в Татарии. Тр. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., в. 1, 1948.
15. Кирсанов Н. В., Сементовский Ю. В., Максютова К. М. и др. Закономерности размещения и пути использования строительного сырья на востоке Татарии. Тр. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., в. 4, 1957.
16. Мельников А. М. Тектоника Татарской АССР. В кн. «Геологическое строение и нефтепосыпость Татарской АССР». Гостоптехиздат, 1948.
17. Мельников А. М. Краткие результаты нефтегазовых работ в Татарии. Изв. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., в. 7, 1959.
18. Миропольский Л. М. Гипс и ангидрит в пермских отложениях Татарской АССР и возможности их использования. Учен. зап. Казан. ун-та, т. 105, кн. 2, 1945.
19. Миропольский Л. М. Топогеохимическое исследование пермских отложений в Татарии. Изд. АН СССР, Москва, 1956.
20. Миропольский Л. М., Дистанов У. Г., Кирсанов Н. В., Незимов В. Н., Сементовский Ю. В. Минеральные богатства Татарии. Татиздат, Казань, 1956.
21. Ноинский М. Э. Геологическое строение и полезные ископаемые Татарской республики. Сб. «Географич. описание Татарской АССР», ч. I, Казань, 1921.
22. Очерки по географии Татарии. Таткнигоиздат, 1957.
23. Поляний В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые современных отложений долин Волги и Камы на территории Татарской АССР. Учен. зап. Казан. ун-та, т. 115, кн. 15, 1955.
24. Поляний В. А. Литологические исследования четвертичных отложений долин Волги и Камы на территории Татарии. Учен. зап. Казан. ун-та, т. 117, кн. 4, 1957.
25. Робинсон Е. А. Нефти Татарской АССР. Тр. Казан. ФАН СССР, сер. хим., Москва, 1956.
26. Сементовский Ю. В. и Незимов В. Н. Минерально-сырьевые ресурсы Татарской АССР для организации цементного производства в ТАССР. Изв. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., в. 3, 1955.
27. Сементовский Ю. В. Карбонатные породы Казанского Поволжья и некоторые закономерности их размещения. Изв. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., в. 5, 1955.
28. Соболев В. Г. Полезные ископаемые Татарской АССР. Татиздат, Казань, 1932.
29. Тихвинская Е. И. Стратиграфия красноцветных пермских отложений востока Русской платформы. Учен. зап. Казан. ун-та, т. 112, кн. 2, в. 19, 1952.
30. Тихвинская Е. И., Крупин В. И., Соколов М. Н. и др. Основы стратиграфии и фациального сложения пермских отложений Татарской АССР. Учен. зап. Казан. ун-та, т. 115, кн. 10, 1955.
31. Чердынцев В. А. Ископаемое сырье Средне-Волжского района. Химико-технический справочник. «Ископаемое сырье», ч. II, 1925.
32. Юсупов Б. М. Условия формирования минеральных вод нижнего Прикамья. Тр. Казан. фил. АН СССР, сер. геол., в. 2, 1950.
33. Юсупов Б. М. Горючие сланцы. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарской АССР», Казань, 1940.

B. N. Незимов

ИТОГИ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО ВОПРОСАМ СОЗДАНИЯ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
В ТАТАРИИ

1. Введение

Внеочередной XXI съезд КПСС наметил развернутую программу строительства коммунизма, программу нового мощного подъема экономики, культуры и благосостояния советского народа.

В экономической области съезд поставил главной задачей достижение на базе всестороннего развития производительных сил страны и в первую очередь развития тяжелой индустрии такого роста производства, который позволил бы сделать решающий шаг в создании материально-технической базы коммунизма и в обеспечении победы СССР в мирном экономическом соревновании с капиталистическими странами.

Наряду с другими ведущими отраслями тяжелой индустрии XXI съезд КПСС уделил большое внимание вопросам развития цементной промышленности, которая является основой дальнейшей индустриализации строительства, превращения строительного производства в механизированный поточный процесс сборки и монтажа зданий и сооружений из железобетонных крупноразмерных элементов и узлов, изготавляемых на заводах. Съезд особо подчеркнул необходимость обеспечения ускоренных темпов развития цементной промышленности. В связи с этим производство цемента по семилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. будет расти быстрее, чем выпуск других видов продукции тяжелой индустрии. Так, например, выплавка чугуна с 1958 по 1965 г. должна возрасти на 64—77%, стали — на 57—66%, добыча угля — на 21—23%, нефти — на 104—112%, а производство цемента — на 125—143%. В целом производство цемента в СССР должно увеличиться за семилетие с 33,3 (1958 г.) до 75—81 (1965 г.) млн. тонн. В ближайшее время по ежегодному выпуску цемента наша страна оставит позади экономически наиболее развитое государство капиталистического мира — Соединенные Штаты Америки.

Для обеспечения высоких темпов роста производства цемента наряду с расширением и реконструкцией существующих заводов в больших масштабах должно вестись строительство новых предприятий, особенно в районах крупного потребления цемента. К числу таких районов относится и Татарская АССР.

Таблица 1

**2. Общие вопросы производства и потребления цемента  
в Поволжье и Татарии**

Татарский экономический административный район относится к Поволжской экономо-географической зоне, включающей, кроме Татарии, Ульяновскую, Куйбышевскую, Саратовскую, Сталинградскую и Астраханскую области. Первые цементные заводы в Поволжье были построены еще до Октябрьской социалистической революции в г. Вольске бывшей Саратовской губернии. В 1897 г. здесь был основан завод, получивший в годы Советской власти название «Большевик», в 1900 г.—второй завод («Красный Октябрь»), а в 1912 г.—сразу два завода («Комсомолец» и «Коммунар»). Накануне первой мировой войны, в 1914 г., Симбирское губернское земство начало строительство Сенгилеевского цементного завода, но достроен он был уже в советский период и сдан в эксплуатацию только в 1930 г. Все дореволюционные заводы представляли собой сравнительно маломощные предприятия с годовой производительностью в несколько десятков тысяч тонн портланд-цемента в год. Несколько более крупными были только первые два завода («Большевик» и «Красный Октябрь»). В 1913 г. Вольская группа заводов произвела 271 тыс. тонн портландцемента, что составляло около 13,6% от общего производства цемента во всей России. По производству цемента Саратовская губерния занимала третье место в России, уступая лишь Черноморской и Калужской губерниям, где находились крупные Новороссийские и Брянский заводы.

В период восстановления и реконструкции народного хозяйства возобновили работу заводы «Красный Октябрь» (1922—1923 гг.), «Большевик» (1924—1925 гг.), «Коммунар» (1925—1926 гг.) и «Комсомолец» (1928—1929 гг.). В годы первой пятилетки, как уже упоминалось, был достроен и сдан в эксплуатацию Сенгилеевский цементный завод. Все заводы Поволжья были реконструированы, что позволило значительно повысить их мощность. Поэтому в 1931 г. производство цемента в Поволжье достигло объема в 641,6 тыс. тонн, что составило 19,2% всесоюзного выпуска. В годы второй и третьей пятилеток производство цемента в Поволжской экономической зоне продолжало оставаться примерно на том же уровне. Благодаря росту выпуска цемента по другим экономическим районам доля Поволжья к 1940 г. в общесоюзном производстве снизилась до 9,2%.

В годы Отечественной войны абсолютный объем производства цемента упал в Поволжье до 192 тыс. тонн (1945 г.). С 1947—1948 гг. после начала модернизации и замены устаревшего оборудования валовая продукция цементной промышленности здесь вновь начинает возрастать быстрыми темпами. В 1955 г. в Сталинградской области был введен в строй Себряковский завод. Все это привело к тому, что в 1955 г. общий выпуск цемента в Поволжье достиг уровня в 1890 тыс. тонн и продолжает неуклонно расти. В 1958 г. был введен в строй Куйбышевский и было начато строительство Ульяновского цементного завода. Тем не менее благодаря огромному размаху объема капитального строительства в районах Поволжья здесь только в последнее время стал ликвидироваться дефицит потребления цемента, что наглядно видно из данных, приведенных в таблице 1.

Следует иметь в виду, что далеко не вся продукция цементной промышленности Поволжья потребляется в пределах собственной экономо-географической зоны. Значительная часть ее отгружалась в другие районы СССР, что нередко приводило к массовым встречным перевозкам грузов. С другой стороны, само Поволжье, занимающее территорию, равную площади некоторых крупных европейских государств, включает в себя ряд экономических административных районов, которые расположены на значительном расстоянии от имеющихся цементных заводов. В связи с этим среднее расстояние перевозок цемента с Вольского цементного комбината составляло в 1958 г. 962 км, с Себряковского завода — 452 км

**Сопоставление производства и потребления цемента  
в Поволжье за 1951—1958 гг.**

Вид показателей	Показатели производства и потребления							
	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Производство цемента в тыс. тонн . . . . .	993	1027	1043	1559	1890	2115	2333	2547
Потребление цемента в тыс. тонн . . . . .	832	776	1094	1793	2358	2281	2487	2595
Разница между производством и потреблением в тыс. тонн . . . . .	+161	+251	-51	-51	-234	-468	-166	-48
Потребление в % к производ- ству . . . . .	83,8	75,6	104,9	115,0	124,8	107,8	106,6	101,9

и с Сенгилеевского — 393 км. Даже в 1958 г. среднее расстояние перевозок цемента при доставке его в Татарскую АССР составляло 901 км, в Ульяновскую область — 587 км, в Куйбышевскую область — 724 км, в Саратовскую область — 283 км, в Сталинградскую — 353 км и в Астраханскую — 1124 км. Всего в 1958 г. на доставку цемента затрачено миллионов тонна-километров: в Татарию — 343,4, в Ульяновскую область — 73,1, в Куйбышевскую область — 433, в Саратовскую область — 105,4, в Сталинградскую — 355 и в Астраханскую область — 124. Из приведенных статистических данных видно, что Татарская АССР занимает в Поволжье одно из первых мест по дальности доставки сюда цемента и по валовому объему перевозок.

Для примерной оценки денежных затрат на доставку цемента в различные области Поволжья следует рассмотреть также уровень его потребления за последние 7—8 лет. Соответствующие данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Потребление цемента экономическими административными районами  
Поволжья за 1951—1958 гг.**

Наименование областей	Потребление цемента в тыс. тонн							
	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Поволжье в целом . . . . .	832,1	776,0	1094,2	1693,1	2358	2281	2486,9	2594,6
Татарская АССР . . . . .	76,6	89,0	167,7	203,5	2 5,6	246,9	283,3	381,0
Ульяновская обл. . . . .	24,8	34,9	44,5	52,0	90,8	108,2	98,5	124,5
Куйбышевская обл. . . . .	185,4	222,7	446,2	1021,2	1344,4	859,7	621,8	598,8
Саратовская обл. . . . .	139,3	152,3	198,7	223,6	251,4	315,2	341,9	372,4
Сталинградская обл. . . . .	353,0	239,3	197,0	245,5	400,2	679,6	1051,3	1007,5
Астраханская обл. . . . .	48,0	37,7	40,1	47,3	55,2	71,2	90,1	110,4

Фактические данные о среднем расстоянии перевозок цемента в отдельные районы Поволжья имеются в нашем распоряжении только за 1956 и 1958 годы, а по Поволжью в целом — за 1951—1958 годы. Принимая, что доставка цемента к потребителям осуществлялась в основном по железной дороге при средней стоимости перевозок в 5 копеек за 1 тонна-километр, можно оценить общий объем транспортных затрат за эти годы цифрами, приведенными в таблице 3.

Таблица 3

Транспортные расходы на доставку цемента в районы потребления  
Поволжья за 1951—1958 гг.

Наименование областей	а) Среднее расстояние перевозок цемента в км;															
	б) Общая сумма транспортных расходов в млн. рублей															
	1951		1952		1953		1954		1955		1956		1957		1958	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Поволжье (в целом)	713	29,7	765	29,7	1045	57,2	936	83,9	907	106,9	762	±6,9	659	81,9	553	71,9
Татарская АССР											1187	14,7		901	17,2	
Ульяновская область											596	3,2		587	3,7	
Куйбышевская область											1032	44,3		724	21,6	
Саратовская область											347	5,5		283	5,3	
Сталинградская область											466	15,8		353	17,7	
Астраханская область											945	3,4		1124	6,2	

Анализируя материалы, приведенные в таблицах 2 и 3, можно видеть, какими быстрыми темпами нарастает потребление цемента в Татарской АССР. Еще в 1951 г. по уровню потребления цемента Татария занимала одно из последних мест среди экономических административных районов Среднего Поволжья. Благодаря бурному развитию нефтяной промышленности и других отраслей народного хозяйства республики потребление цемента в республике быстро росло и в 1958 г. достигло объема в 381 тыс. тонн, то есть за 8 лет увеличилось в 5 раз. Правда, за период с 1951 по 1955 г. потребление цемента в Куйбышевской области благодаря строительству Волжской гидроэлектростанции им. В. И. Ленина увеличилось почти в 8 раз, но после его завершения оно начало быстро снижаться и в 1958 г. превышало уровень 1951 г. только в 3,2 раза. За последние годы в связи с вступлением в завершающий этап сооружения Сталинградской ГЭС значительно возросло потребление цемента и в Сталинградской области, однако в 1958 г. наметилась тенденция к его снижению. Интересно отметить, что по Сталинградской области, являющейся в настоящее время самым крупным потребителем цемента в Поволжье, расход цемента с 1951 по 1958 г. увеличился только в 2,8 раза.

Весьма показательны данные о транспортных расходах на доставку цемента в районы потребления Поволжья. В целом по всей экономико-географической зоне они возрастили до 1955 г., когда на строительство Волжской гидроэлектростанции было завезено наибольшее количество цемента с отдаленных заводов Центра и Причерноморья. В 1956—1957 гг., когда на первое место по потреблению цемента вышла Сталинградская область и здесь на полную мощность был введен Себряковский завод, снизилось среднее расстояние перевозок цемента в Поволжье и, как следствие, начала быстро уменьшаться общая сумма транспортных расходов. С 1958 г., когда была введена в строй первая очередь Куйбышевского цементного завода, начало быстро уменьшаться среднее расстояние перевозок и по Куйбышевской области. В какой-то мере строительство новых цементных заводов и улучшение планирования завоза цемента сказалось также на снижении среднего расстояния перевозок и по другим областям (за исключением Астраханской), но общая сумма транспортных расходов по Татарской АССР значительно увеличилась. Татария, которая в 1958 г. потребляла цемента в 2,6 раза меньше, чем Сталинградская область,

имеет такой же уровень затрат на его доставку (соответственно 17,2 и 17,7 млн. рублей). Принимая во внимание установленную нами тенденцию к более быстрому росту потребления цемента в Татарской АССР, можно считать, что уже в 1959—1960 гг. она будет иметь самые большие в Поволжье транспортные расходы на его доставку к потребителям.

По семилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. общий объем капиталовложений по Татарской АССР составит около 26 млрд. рублей, то есть будет больше, чем во многих союзных республиках нашей страны. Наряду с нефтедобывающей промышленностью, которая с 1957 г. прочно занимает первое место в Советском Союзе, дальнейшее развитие получат химическая, машиностроительная, легкая и пищевая промышленность. Впервые в республике будет создана крупная нефтеперерабатывающая и газохимическая промышленность. В значительных объемах будет расширено производство электроэнергии. За 1959—1965 гг. в республике будет построено 750 км высоковольтных линий, которые соединят между собой Уруссинскую, Зянскую, Казанскую и Куйбышевскую энергосистемы. На строительство новых и расширение существующих промышленных предприятий, на прокладку новых дорог, расширение жилищного фонда и его капитальный ремонт отпускаются огромные средства. В связи с этим резко возрастет объем строительно-монтажных работ и потребность в строительном и тампонажном цементах.

Сводные данные о потребностях различных организаций и ведомств в цементе на 1959—1965 гг. приведены нами в таблице 4.

Из данных, приведенных в таблице 4, видно, что потребление цемента в Татарии возрастет по сравнению с 1958 г. в 2,6 раза и к 1965 г. достигнет объема почти в 1 млн. тонн.

Более половины планируемого потребления цемента падает на восток республики и прежде всего на районы нефтяной промышленности. Здесь же ведется строительство самой крупной в Европе Зянской тепловой электростанции. Здесь же в нефтяных районах находится крупнейший в Советском Союзе центр потребления тампонажного цемента. И здесь же будет развиваться быстрыми темпами строительство городов нефтяников—Альметьевска, Лениногорска, Бугульмы, Нижнекамска и Джалиля.

Другой крупный центр потребления цемента представляет собой Казанский промышленный район, включающий, кроме гор. Казани, и гор. Зеленодольск. В 1965 г. на долю этого района будет приходиться до 40% общего потребления цемента, то есть около 400 тыс. тонн. Эту потребность должен обеспечить строящийся Ульяновский цементный завод, который располагается в 250 км от гор. Казани. Продукция этого завода, кроме самой Ульяновской области, будет идти на стройки в западных районах Татарии, в Удмуртской и Марийской АССР, в Горьковской и Кировской областях.

Гораздо сложнее обстоит вопрос с обеспечением цементом восточных районов Татарии. Продукция Ульяновского завода, как уже упоминалось, будет направляться в области и республики Верхнего Поволжья. Куйбышевский цементный завод находится от центров нефтяной промышленности Татарии на значительном расстоянии (около 665 км), и его мощность в 1965 г. будет едва достаточна для обеспечения цементом своего экономического административного района. Алексеевский и Вольские цементные заводы находятся от центров потребления цемента на востоке Татарии еще на более отдаленном расстоянии (соответственно 747 и 779 км по железной дороге от гор. Лениногорска). Несколько ближе расположены Стерлитамакский завод (444 км), но даже после постройки Ново-Стерлитамакского завода оба они будут покрывать потребность в цементе в основном одной Башкирии.

Если принять, что Казанский промышленный узел будет на 70% обеспечиваться цементом Ульяновского, а на 30% — цементом Алексеевского завода, то среднее расстояние перевозок по этому району составит

Таблица 4

Потребность различных ведомств и организаций Татарии в цементе на 1959—1965 гг.

Наименование ведомств и организаций	Вид работ	Потребность в цементе в тыс. тонн					
		1959	1960	1961	1962	1963	1964
Татсовнархоз, Управление строительства субподрядчиками	Капитальное строительство (вместе со субподрядчиками)	241,8	290,8	352,9	447,5	497,4	591,2
Татсовнархоз, другие ОКСы	То же	6,5	7,8	9,4	11,3	13,6	16,3
Татсовнархоз, Управление нефтяной промышленности	Тампонаж нефтяных скважин	56,1	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0
Татсовнархоз, другие управления	Производственные нужды предприятий	23,8	25,5	27,3	29,3	31,4	33,6
Совет Министров ТАССР, Министерство сельского хозяйства	Капитальное строительство и производственные нужды	33,0	42,0	46,0	50,8	55,5	61,5
Совет Министров ТАССР	Жилищно-бытовое и культурное строительство	68,5	66,5	76,5	82,6	93,6	95,9
Совет Министров ТАССР, Министерство коммунального хозяйства	Капитальный ремонт жилищного фонда	2,0	2,0	2,3	2,5	2,8	3,2
Совет Министров ТАССР, Управление автотранспорта и автомобильных дорог	Дорожное строительство	1,0	1,5	3,0	3,5	4,0	5,0
	Всего:	437,7	507,1	588,4	698,5	769,3	830,7
							4879,9

в 1965 г. около 290—300 км, а по западу Татарии в целом около 330 км. В связи с вышеизложенным можно принять также, что без строительства на востоке Татарии цементного завода и в 1965 г. центры нефтяной промышленности будут обеспечиваться на 50% цементом Куйбышевского и Стерлитамакского заводов. В этом случае среднее расстояние доставки цемента до г. Лениногорска составит около 670 км, а ко всем потребителям на востоке республики — около 730 км. В целом по Татарии средняя дальность перевозок цемента будет равна в лучшем случае 570—600 км. Это означает, что в 1965 г., если в республике не будет построен собственный цементный завод, транспортные расходы на перевозку цемента достигнут объема около 28,5—30 млн. рублей. Из этой суммы около 22 млн. рублей будет приходиться на доставку цемента в районы сосредоточенного строительства на востоке Татарии. Следовательно, одной из важных экономических задач текущего семилетия является создание здесь своей цементной промышленности. А для этого нужна прежде всего соответствующая минерально-сырьевая база.

### 3. Сырьевая база Татарии для производства портланд-цемента

Татарская АССР, представляющая собой один из крупных центров потребления обычного, строительного и тампонажного цемента, является в то же время районом, бедным цементным сырьем. На ее территории среди поверхностных осадочных образований преобладающим развитием пользуются не выдержаные в фациально-литологическом отношении отложения пермской системы. Карбонатные породы в разрезе верхнего отдела этой системы, наиболее полно обнажающиеся в пределах республики, составляют менее 10% мощности и представлены в основном доломитами, магнезиальными мергелями, доломитизированными известняками и только в редких случаях маломагнезиальными разностями известняков и мергелей.

В связи с особенностями геологического строения Татарии нахождение месторождений цементного сырья на ее территории представляло значительные трудности. Впервые отдельные попытки выявить в республике наличие сырья, пригодного для производства портланд-цемента, предпринимаются в 1930—1932 гг. некоторыми исследователями в связи с большими задачами, возникшими перед страной в период осуществления первого пятилетнего плана. С. П. Егоров [2] и О. А. Хованская [32] на основании единичных химических анализов изученных ими пород высказали в 1932 г. предположение о возможности использования для производства цемента известняков нижне-казанского подъяруса, развитых между гор. Елабугой и устьем р. Иж, и плиоценовых глин бассейна р. Камы. На возможность использования этих глин в цементном производстве указывал в 1948 г. и Н. В. Кирсанов [3]. Аналогичные высказывания о пригодности для получения портланд-цемента известняков верхнеказанского подъяруса в Прикамском районе имеются также в работах Е. И. Тихвинской [31] и Л. М. Миропольского [8].

Л. М. Миропольский, не ограничиваясь анализом имеющегося разрозненного материала, в период Великой Отечественной войны поднимает вопрос о промышленном освоении всего комплекса минерально-сырьевых ресурсов, в том числе и ресурсов для производства цемента. Однако до 1952 г. наиболее разработанным с геологической и технологической точек зрения был вопрос об использовании серной кислоты и портланд-цемента. Однако до 1952 г. наиболее разработанным с геологической и технологической точек зрения был вопрос об использовании серной кислоты и портланд-цемента. Однако до 1952 г. наиболее разработанным с геологической и технологической точек зрения был вопрос об использовании серной кислоты и портланд-цемента. Еще в годы первой пятилетки А. Я. Богородский, А. И. Луняк и В. Г. Соболев [1] предлагали организовать комплексное производство этих продуктов на базе Камско-Устьинского месторождения гипсов. В годы Отечественной войны Л. М. Миропольский [9] проделал большую работу по изучению гипсов и ангидритов Татарии, что позволило ему рекомендовать их для

получения ряда связующих, в том числе для совместного получения портланд-цемента, серной кислоты и сульфата аммония. Экономическая целесообразность использования гипсов и ангидритов для производства всех этих материалов не была доказана. Поэтому предложения вышеназванных исследователей не нашли практического осуществления.

В 1950 г. к планомерному изучению карбонатно-глинистого сырья Татарии приступил Геологический институт Казанского филиала Академии наук СССР. Уже через три года на основании фациально-литологического анализа поверхностных осадочных толщ республики были выделены перспективные для поисков цементного сырья стратиграфические горизонты и зоны, а в пределах последних — конкретные минерально-сырьевые узлы Елабужско-Бондюжский, Шугуровский и Приказанский. Цементное сырье этих районов было детально изучено во время полевых исследований, а из отобранных валовых проб в лабораторных условиях был получен строительный и тампонажный цемент хорошего качества. Все эти исследования детально охарактеризованы нами в ряде предшествующих работ [1955—10,24; 1956—11,12; 1957—4,13—22]. Поэтому в данной статье мы остановимся лишь на перспективах промышленного освоения трех известных минерально-сырьевых узлов — Бондюжского (Салтыковского), Шугуровского и Приказанского.

**Салтыковское месторождение.** В 1953 г. совместными усилиями ученых Геологического института Казанского филиала Академии наук и геологов треста «Мосгеолнеруд» было выявлено в Бондюжском районе Татарской АССР первое в республике крупное месторождение цементного сырья. Оно получило название Салтыковского, по наименованию соответствующей деревни, расположенной возле южной части месторождения.

Современная цементная промышленность достигла больших успехов в отношении качества продукции не только благодаря использованию все более совершенных видов технологического оборудования, но и жесткому контролю за качеством известняков, глин или мергелей, представляющих собой основное сырье для производства портланд-цемента. Следует иметь в виду, что даже сравнительно небольшое содержание в известняках и глинах окиси магния, серного и фосфорного ангидрида может привести к ухудшению основных свойств цемента — его способности быстро наращивать прочность и в процессе твердения равномерно изменять объем. Производство цемента может быть экономически выгодным, если месторождения соответствующего сырья имеют крупные запасы и могут разрабатываться открытым способом. Ко всему этому месторождения обязательно должны располагаться вблизи железных дорог, водных или других удобных путей сообщения.

Салтыковское месторождение отвечает большинству этих требований. Оно располагается рядом с р. Камой (1,5—2 км) в непосредственной близости от районного центра пос. Бондюжский. Месторождение связано с поселком грунтовой дорогой, которая идет к г. Набережные Челны. В 10 км к югу от месторождения на противоположном берегу р. Камы находится конечный пункт железнодорожной ветки Альметьевск-Кама. Таким образом, продукция построенного здесь цементного завода может найти себе выход как по р. Каме, так и по Альметьевской железнодорожной ветке. Вблизи вероятной площадки Салтыковского (Бондюжского) завода имеется ряд месторождений строительного камня, песка и гравия. Строительство завода может быть легко обеспечено электроэнергией, питьевой и производственной водой и т. д.

На Салтыковском месторождении основным продуктивным горизонтом являются известняки второй пачки (комплекса) нижнеказанского подъяруса. Их мощность достигает 4—5, а местами и 6 метров. В верхней части пласта известняки оолитовые и отрицательно-оолитовые, в нижней — глинистые и алеврито-глинистые, нередко с тонкими просло-

ями алеврито-глинистых мергелей или сильно известковистых глин. Для известняков как нижней, так и верхней части продуктивного горизонта присущи постоянство и выдержанность их химического состава в пространстве, хотя сам химический состав изменяется по разрезу. Содержание основной примеси — окиси магния — значительно меньше норм, установленных цементной промышленностью.

На оолитовые и отрицательно-оолитовые известняки основной продуктивной толщи налегают известковистые глины, мергели и глинистые известняки третьей и четвертой пачки (третьего комплекса) нижнеказанского подъяруса. Глины нижней части третьей пачки имеют довольно постоянный химический состав с благоприятным соотношением модулей и низким содержанием примесей — щелочей, серного и фосфорного ангидридов.

Суммарная мощность третьей и четвертой пачек нижнеказанского подъяруса на месторождении по отдельным площадям подсчета запасов в среднем не превышает 3,2—7,5 м. В качестве основного, карбонатного компонента целесообразно использовать всю толщу известняков второй пачки нижнеказанских отложений, а в качестве глинистого — налагающие на нее глины мощностью в 1—1,5 метра (третья пачка). На большей части Салтыковского месторождения при таком использовании разведенного сырья объем вскрыши будет равен или даже несколько меньше объема полезной толщи. Как в самой продуктивной толще, так и во вскрыше отсутствуют водоносные горизонты. Однако разработку сырья будет затруднять изрезанность западной части месторождения довольно глубокими оврагами, вследствие чего фронт работы карьера будет периодически то сужаться, то снова расширяться.

В результате лабораторных и полузаводских испытаний цементного сырья Салтыковского и некоторых других месторождений в Нижнем Прикамье были получены цементы не только средних («300»—«400»), но и высоких («500») марок. У многих цементов, полученных при полузаводских испытаниях, необычайно быстро нарастала их механическая прочность в первые сроки твердения. Так, например, механическая прочность на сжатие у некоторых цементов уже в трехдневном возрасте достигает до 290—347, а в семидневном — до 405—484 кг/см<sup>2</sup>. Цементы с этими целями свойствами очень выгодно использовать для изготовления железобетонных конструкций и деталей. Такие быстротвердеющие цементы можно с успехом применять для возведения сооружений, которые в сжатые сроки должны быть сданы в эксплуатацию.

В 1954 г. Государственная комиссия по запасам (ГКЗ) при Совете Министров СССР утвердила запасы сырья в размерах, приведенных в таблице 4.

Таблица 4  
Запасы цементного сырья по Салтыковскому месторождению

Наименование участков	Запасы по категориям в тыс. тонн		
	A <sub>2</sub>	B	C <sub>1</sub>
Центральный . . . . .	7048,6	4665,9	2493,0
Южный . . . . .	1395,9	2842,2	8448,9
Северный . . . . .	—	3704,2	1634,8
Всего по месторождению	8444,5	11212,3	12626,7

Таким образом, суммарные запасы карбонатно-глинистого сырья, пригодного для получения цемента, составляют 32 283,5 тыс. тонн. Расчеты показывают, что на выявленной сырьевой базе возможно осуществить строительство цементного завода производительностью не выше средней. Перспективы к увеличению запасов на Салтыковском месторождении имеются за счет участков с соотношением объема вскрыши к объему полезной толщи больше, чем 1:1.

Необходимо иметь в виду также, что в 1954 г. севернее Салтыковского месторождения разведано в верховых р. Тоймы на бутовый и дорожный камень Камаевское месторождение известняков с общими запасами в 3190 тыс. м<sup>3</sup> (около 7656 тыс. тонн). Известняки этого месторождения имеют приемлемый химический состав и вполне доступны для разработки их наиболее дешевым, открытым способом. Использование известняков Камаевского месторождения в качестве дополнительной сырьевой базы Салтыковского (Бондюжского) завода позволит продлить срок его работы с 35—40 до 50—55 лет.

Цементный завод в Бондюжском районе будет находиться в гораздо лучших транспортно-экономических условиях, чем, например, Сенгилеевский завод, расположенный на Волге. Сенгилеевский завод в летний сезон должен на зимний период завозить водным путем полугодовой запас топлива, а Бондюжский может использовать в качестве топлива не привозной уголь, а попутный нефтяной газ вблизи расположенного Камского месторождения. Основными трудностями и для Сенгилеевского и для Бондюжского заводов является вывоз продукции в зимнее время. Однако для Бондюжского завода эта задача может быть решена, как отмечалось выше, при прокладке цементопровода через р. Каму, к левому берегу которой подходит железнодорожная ветка. К тому же эта ветка может быть продолжена через некоторое время и на правый берег реки, когда будет закончено сооружение Нижне-Камской ГЭС.

Основным потребителем продукции Салтыковского (Бондюжского) цементного завода могло бы быть строительство Нижне-Камской ГЭС и связанного с нею комплекса сооружений, предприятия и поселки будущего Камского промышленного узла Татарии, стройки Удмуртии и запада Пермской области.

**Шугуровская группа месторождений.** Еще более благоприятны перспективы для организации цементного производства на юго-востоке Татарии — в бывшем Шугуровском, ныне Лениногорском районе. Сырьевой базой для строительства цементного завода может служить разведанный здесь в последние годы Шугуровский минерально-сырьевой узел<sup>1</sup>. Он состоит из нескольких компактно расположенных месторождений цементного сырья, находящихся вблизи слияния рек Шешмы и Лесной Шешмы возле пос. Шугурово. Основными месторождениями этой группы являются Бакировское и Иштеряковское. Первое из них располагается в 0,5 км к северо-востоку от д. Бакирово, а второе — в 1,5 км южнее Бакировского месторождения у северо-восточной окраины д. Ново-Иштеряково. Бакировское месторождение состоит из участка известняков, к которому с запада и юга примыкают участки глин. На Иштеряковском месторождении глины залегают непосредственно над известняками и составляют совместно с ними одно разведочное поле. Кроме того, к югу от д. Ново-Иштеряково разведен самостоятельный участок глин.

Основным объектом разработки на Бакировском и Иштеряковском месторождениях будут служить оолитовые известняки, мощность которых изменяется от 1,5 до 7,5 м, составляя в среднем около 4,5—5,5 мет-

ров. Как уже упоминалось выше, на Иштеряковском месторождении над известняками залегают глины продуктивной толщи мощностью около 2,8 метра. На западном участке глин Бакировского месторождения средняя мощность их составляет 7,3 м, а на Ново-Иштеряковском месторождении 6,8 метра.

В 1958 и 1959 г. Государственная комиссия по запасам при Совете Министров СССР утвердила запасы цементного сырья по Шугуровской группе месторождений в размерах, представленных в таблице 5.

Таблица 5

Запасы цементного сырья по Шугуровской группе месторождений

Наименование месторождений и участков	Запасы по категориям в тыс. тонн							
	Известняки				Глины			
	A <sub>2</sub>	B	C <sub>1</sub>	итого	A <sub>2</sub>	B	C <sub>1</sub>	итого
Балансовые								
Бакировское месторождение	7198	8026	8792	24016	—	—	—	—
Западный участок глин	—	—	—	—	2032	1971	1182	5185
Южный участок глин	—	—	—	—	—	1877	2175	4052
Иштеряковское месторождение	2596	1487	5797	9880	397	633	1919	2979
Ново-Иштеряковское месторождение	—	—	—	—	577	21·8	1064	3749
Забалансовые								
Бакировское месторождение	—	—	—	6854	6854	—	—	—
Иштеряковское месторождение	—	—	726	726	—	—	621	621

На той части Бакировского месторождения, по которой запасы известняков отнесены к категории балансовых, соотношение объема вскрыши к объему полезной толщи составляет всего 0,3:1. Государственная комиссия по запасам сочла возможным и забалансовые запасы перевести в балансовые, если Татсовнархозом и проектным институтом будут представлены расчеты, подтверждающие экономическую целесообразность разработки известняков на всей площади месторождения. Такая возможность вполне реальна, так как по всему Бакировскому месторождению соотношение объема вскрыши к объему полезной толщи составляет 0,88:1, а горный отдел института «Гипроцемент» считает, что «...соотношение пустых пород к полезному ископаемому может быть допущено до 1:1 и даже 1,25:1 в целом по всему разведанному участку, при этом на отдельных площадях и по отдельным линиям это соотношение может быть значительно больше». Расчеты показывают, что независимо от того, как будет решен этот вопрос, уже утвержденные балансовые запасы Бакировского и Иштеряковского месторождений обеспечат работу Шугуровского цементного завода на срок до 37—40 лет. А за пределами этого срока завод может использовать резервные запасы Бакировского, Иштеряковского и Шугуровского (№ 2) месторождений [21], что даст возможность обеспечить его работу на уже разведенном местном сырье еще в течение 12—15 лет.

При решении вопроса о строительстве цементного завода большое значение имеет качество сырья. На участках подсчета запасов оно в подавляющем большинстве разведочных выработок содержит минимальное

<sup>1</sup> Разведка производилась по рекомендации Геологического института Казанского филиала АН СССР Геолого-поисковой конторой треста «Татнефтегазразведка» в течение 1954—1960 гг.

количество «вредных примесей»—окиси магния, серы, фосфора. По тем немногочисленным скважинам, в известняках которых содержание окиси магния превышает существующие нормы, состав сырьевой смеси может быть откорректирован при добавке маломагнезиальных разностей известняков, имеющихся как на Бакировском, так и на Иштеряковском месторождениях. Качество известняков и глин Бакировского участка позволяет при этом получать во всех случаях клинкер с содержанием окиси магния менее 4,5%. При использовании сырья Иштеряковского месторождения содержание окиси магния в клинкере иногда будет доходить до 6%, на что имеется официальное разрешение Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства.

В Геологическом институте Казанского филиала Академии наук и на Подольском опытном заводе Государственного Всесоюзного научно-исследовательского института цементной промышленности («НИИЦемент») была проведена серия лабораторных и технологических опытов (12, 15, 22). Ими было доказано, что разведенное сырье пригодно для получения разнообразных видов цемента: обычного строительного, силикатного, сульфатостойкого и тампонажного.

Известняки на Бакировском и Иштеряковском участках во многих случаях отличаются повышенным кремнеземным модулем. Поэтому для получения обычных строительных цементов, кроме известняка и глины, в состав шихты в небольшом количестве необходимо вводить колчеданные огарки. При лабораторных и полузаводских технологических испытаниях сырья Бакировского месторождения установлена его пригодность для получения не только средних, но и высоких марок (вплоть до «600»). При полузаводских технологических испытаниях сырья Иштеряковского участка даже при повышенном содержании в клинкере окиси магния были получены цементы марки «500». Особенно ценно то обстоятельство, что во многих случаях цементы оказались быстротвердеющими и уже в возрасте 3 дней показали временное сопротивление сжатию до 400—500 кг/см<sup>2</sup>.

Благодаря повышенному кремнеземному модулю известняков в некоторых разведочных выработках, сырье оказалось пригодным также для получения специальных силикатных портланд-цементов типа велоценемента, брянского и шведского силикатного цементов. По данным В. Н. Юнга, в Швеции и Норвегии подобные цементы широко применялись в практике гидротехнического строительства. В условиях нефтяных районов силикатные цементы могут найти себе применение при строительстве плотин на малых реках, для создания водохранилищ, воды которых используется для законтурного заводнения.

Особый интерес для нефтяной промышленности Татарии представляет пригодность известняков и глин, разведенных на Бакировском и Иштеряковском участках, для получения высококачественного тампонажного цемента. В настоящее время тампонажный цемент на нефтепромыслы республики в основном доставляется со Стерлитамакского завода и нередко имеет низкое качество. При лабораторных и заводских технологических испытаниях из нашего, местного, сырья были получены тампонажные цементы, которые во многих случаях по прочности намного превосходят требования стандарта.

Геологические условия разработки месторождений довольно благоприятны. На большей части площади, занимаемой Бакировским и Иштеряковским месторождениями, известняки залегают непосредственно под почвенным слоем. В целом как по тому, так и по другому месторождению соотношение объема вскрыши к объему полезной толщи значительно меньше, чем 1:1; и во вскрыше, и в продуктивной толще отсутствуют водоносные горизонты. Организации разработки сырья будет благоприятствовать также территориальная сопряженность залежей известняков и глин на Бакировском месторождении и комплексность

Иштеряковского месторождения, где глины, пригодные для производства цемента, налегают непосредственно на известняки основного продуктивного горизонта.

Для Шугуровского цементного завода не потребуется строительство собственной электростанции, так как он будет использовать дешевую электроэнергию Волжской гидроэлектростанции имени В. И. Ленина, которая связана высоковольтной линией с районами нефтяной промышленности Татарии.

Завод может использовать самый дешевый и удобный вид топлива — попутные нефтяные газы. Это даст возможность значительно снизить себестоимость цемента и улучшить условия работы вращающихся печей.

При всех благоприятных условиях цементный завод будет расположжен всего в 25—30 км от гор. Лениногорска, через который проходит уже законченная железная дорога Бугульма — Кама.

Приказанский минерально-сырьевый узел. Вблизи г. Казани цементное производство можно было бы организовать на базе Киндерского месторождения известняков, которое в 1954 г. разведано Проектным институтом № 3 Главстройпроекта Министерства строительства СССР на строительный камень. Месторождение является комплексным. Продуктивные горизонты полезных ископаемых здесь приурочены к отложениям серии «подлужник» и «опока» верхнеказанского подъяруса. Верхняя часть серии «подлужник», как и везде в Приказанском районе, представлена доломитами, имеющими на месторождении мощность до 3,5 метров («верхний беляк»). Эти доломиты отличаются значительной «чистотой» химического состава и с успехом могут использоваться для производства каустического доломита. Ниже залегают известковистые доломиты мощностью в 1,5—1,7 м («нижний беляк»). Породы «нижнего беляка» можно применять в качестве нестандартного бутового камня и использовать для получения воздушной магнезиальной извести. Самый нижний горизонт серии «подлужник» представлен оолитовыми и отрицательно-оолитовыми, неравномерно перекристаллизованными известняками. Мощность их обычно не превышает 4—4,5 м. Эти известняки вместе с подстилающими мергелями серии «опока» можно уже брать для производства обычного и магнезиального портланд-цемента.

Запасы известняков на бутовый камень были утверждены в Средне-Волжской территориальной комиссии по запасам в количестве 2,25 млн. м<sup>3</sup> (около 5 млн. тонн). Перспективы к значительному увеличению запасов отсутствуют. Это означает, что производство цемента на базе Киндерского месторождения можно будет организовать в очень небольшом масштабе. Месторождение при этом необходимо будет разрабатывать комплексно, так как объем некондиционных пород значительно больше объема карбонатно-глинистых пород, из которых можно получать портланд-цемент.

Поскольку геологоразведочные работы проводились на бутовый камень, качественного опробования известняков и мергелей как цементного сырья не проводилось. По месторождению имеется лишь несколько химических анализов разрозненных проб известняков. По этим анализам нельзя сделать определенное заключение о пригодности известняков для получения цемента на всем разведенном участке.

В Геологическом институте Казанского филиала АН СССР было проведено несколько лабораторных технологических испытаний сырья. При этих испытаниях были получены обычные строительные цементы средних («300») и высоких («500») марок. Цементы марки «300» были получены из смеси известняков, в одном случае с подстилающими их мергелями серии «опока», а в другом — с четвертичными суглинками, отобранными у д. Аки. Цементы марки «500» были получены из известняков, к которым добавлялись: в одном опыте глина татарского яруса

из окрестностей д. Чебокса, а в другом — плиоценовая глина из района д. Сидорова Пустошь.

Киндерское месторождение располагается всего в 9 км от г. Казани, и притом рядом с железной дорогой Казань — Свердловск. Это обстоятельство значительно облегчает строительство здесь небольшого цементного завода. Но для того чтобы решить, какой цементный завод и где строить, надо учитывать не только близость заводов к районам потребления их продукции, но в каждом конкретном случае сделать оценку возможных технико-экономических показателей работы отдельных предприятий.

#### 4. Возможные технико-экономические показатели цементных заводов в Татарии

Первая попытка произвести примерную оценку возможных технико-экономических показателей цементных заводов в Татарии была сделана в 1957 г., когда еще не были закончены геолого-разведочные работы на Шугуровском минерально-сырьевом узле и оставались неясными вопросы обеспечения заводов гидравлическими и инертными добавками [18—20]. Исходя из имевшихся к тому времени данных о запасах цементного сырья, предполагалось, что и Салтыковский (Бондюжский) и Шугуровский цементные заводы будут иметь среднюю производительность и оснащены печами  $\varnothing 3,6 \times 3,3 \times 3,6 \times 150$  м. Определение возможных расходов по статьям калькуляции себестоимости цемента производилось на основе учета соответствующих показателей действующих заводов, имеющих сходные с заводами Татарии условия работы. В 1958 г., когда были в основном завершены геологоразведочные работы на месторождениях Шугуровского (ныне Лениногорского) района, выяснилось, что мощность соответствующего цементного завода может быть увеличена почти на 200 тыс. тонн и его целесообразно оснастить более производительными печами  $\varnothing 4,0 \times 150$  м. В связи с этим нами, совместно с начальником инженерно-экономического отдела института «Гипроцемент» Г. Г. Беловым, был сделан перерасчет себестоимости 1 тонны цемента Шугуровского завода на основе проектных величин удельного расхода топлива, электроэнергии и других материальных затрат для подобного типа заводов [21]. Сейчас представляется возможность произвести подобные же расчеты и для Бондюжского завода.

По данным института «НИИЦемент» [26], основными элементами, определяющими уровень себестоимости цемента, являются затраты на сырье, вспомогательные материалы, топливо, электроэнергию и амортизацию основных материальных средств. В 1958 г. на долю всех этих материальных затрат приходилось 70,8% среднеотраслевой себестоимости цемента. При этом решающее значение на уровень себестоимости цемента оказывают расходы на топливо и электроэнергию (35,8%) и в гораздо меньшей степени — на сырье и основные материалы со стороны (15,3%), а также вспомогательные и прочие материалы (10,0%). Доля заработной платы с начислениями составляла в 1958 г. 21,7%, амортизация основных средств — 9,7% и прочие денежные расходы — 7,5% от общей себестоимости цемента.

По данным З. И. Логинова (5,6) и А. Н. Люсова [30], себестоимость цемента во многом определяется мощностью заводов. В 1958 г. на заводах с годовым выпуском цемента менее 200 тыс. тонн она составляла в среднем 160,99 рубля за 1 тонну, на заводах с производительностью от 201 до 500 тыс. тонн — 116,63 рубля, на заводах мощностью от 501 до 800 тыс. тонн — 92,17 рубля и на еще более крупных заводах — 75,46 рубля. Однако неодинаковые условия обеспечения заводов сырьем, топливом и электроэнергией вызывают различные колебания этих средних показателей.

Как уже упоминалось выше, Шугуровский цементный завод может быть оснащен вращающимися печами  $\varnothing 4,0 \times 150$  м, а Бондюжский (Салтыковский) — печами  $\varnothing 3,6 \times 3,3 \times 3,6 \times 150$  м.

В последующем следует иметь в виду, что при определении себестоимости по статьям калькуляции в статью «заработка плата» включается лишь оплата труда рабочих основных производственных цехов. Оплата труда рабочих вспомогательных цехов и карьера относится к затратам по другим статьям калькуляции (сырец; расходы, связанные с работой оборудования; цеховые и общезаводские расходы). В этом случае главными статьями расхода служат затраты на сырье, топливо и электроэнергию.

#### Салтыковский (Бондюжский) завод

При обычных условиях разработки сырья (небольшая вскрыша, близость карьера к заводу, отсутствие в продуктивной толще водоносных горизонтов) стоимость 1 тонны известняка на действующих цементных заводах не превышает 4—8 рублей. Площадка Бондюжского цементного завода будет расположена довольно близко от месторождения, залежи известняков и глины на нем сопряжены и могут разрабатываться 2—3 уступами на одном карьере; водоносные горизонты в продуктивной толще отсутствуют. Однако на Салтыковском месторождении на участках подсчета запасов соотношение объема вскрыши к объему полезной толщи колеблется от 0,51 (площадь № 9) до 1,92 (площадь № 6). В связи с этим можно принять, что стоимость добычи 1 тонны известняка (или глины) на месторождении будет равна примерно 10 рублям. О достоверности этой цифры можно судить по тому, что в 1958 г. на Чупаевском механизированном карьере с еще менее благоприятным соотношением объема вскрыши и объема полезной толщи (2,3:1) себестоимость 1 кубометра известнякового камня составляла около 19 рублей (соответственно 1 тонны — около 9,5 рублей). По данным опытного завода института «НИИЦемент» в г. Подольске, проводившего полу заводские технологические испытания сырья Салтыковского месторождения, потеря при проектировании сырьевых смесей составляла от 34,64 до 35,55%, равняясь в среднем 35,02%. Следовательно, для получения 1 тонны клинкера расходовалось в среднем 1,54 тонны известняка и глины (мергеля).

В опытах, кроме карбонатного и глинистого компонентов, в небольших количествах (от 0,37 до 0,42%) применялись для корректировки состава сырьевых смесей также колчеданные огарки. Достаточное количество их имеется в самом пос. Бондюжский. Поэтому стоимость 1 тонны огарков для завода не будет дороже 25 рублей. В целом затраты на основное сырье для получения 1 тонны клинкера составят:  $1,54 \cdot 10 + 0,009 \cdot 25 = 15,63$  рубля.

Как известно, в Татарии гидравлических добавок нет. Поскольку к месторождению еще не проложена железная дорога, эти добавки при производстве портланд-цемента на Бондюжском заводе можно будет заменить кварцевым песком одного из Нижне-Камских месторождений. В настоящее время Казанский речной порт ведет разработку подводным способом Котловского месторождения. Отпускная цена 1 тонны песка на месте разработки составляет 5,5 рубля, доставка его до пристани Тихие Горы обойдется заводу в 4,8 рубля и перегрузка с баржи на автомашину и доставка в сырьевую цех — еще в 11 рублей. Таким образом, стоимость 1 тонны сырого песка составит 21,3 рубля, а в пересчете на 1 тонну сухого песка при влажности в 15% — 24,5 рубля. При организации добычи песка на Бетьковском месторождении соответствующие затраты могут быть уменьшены на 2—2,5 рубля.

Для производства цемента заводу потребуется также гипс. При получении гипса с Сюкеевского месторождения отпускная цена 1 тонны гипса равна 15,7 рубля, погрузка его на руднике — 5 рублям, доставка

по воде до пристани Тихие Горы — 9 рублям. Затраты на перегрузку 1 тонны гипса на автотранспорт и доставка его до сырьевого цеха завода (с учетом прочих расходов) составят еще 17 рублей. Таким образом, стоимость 1 тонны гипса обойдется заводу в 45,70 рубля.

Общие расходы по статье «сырье и вспомогательные материалы со стороны» для получения 1 тонны цемента могут быть теперь легко определены по формуле:

$$C_{\text{u}} = 0,87C_k + 0,10C_{\text{p}} + 0,03C_r,$$

где  $C_{\text{u}}$  — общие расходы на сырье и вспомогательные материалы для получения 1 тонны цемента,  $C_k$  — стоимость сырья для получения 1 тонны клинкера,  $C_p$  — стоимость 1 тонны песка и  $C_r$  — стоимость 1 тонны гипса. Подставив уже определенные нами величины в эту формулу, получаем:  $C_{\text{u}} = 0,87 \cdot 15,63 + 0,1 \cdot 24,5 + 0,03 \cdot 45,7 = 17,42$  рубля.

Для помола сырьевых смесей и клинкера с добавками будет расходоваться около 2 кг мелющих тел общей стоимостью 2,4 рубля.

Как указывалось выше, в качестве топлива завод может использовать попутный нефтяной газ Бондюжского месторождения. Калорийность его может быть принята по аналогии с подобным же газом других месторождений Татарии — в 10000 килокалорий. Государственная отпускная цена — 15 копеек за 1 кубометр. На заводах, оснащенных печами  $3,6 \times 3,3 \times 3,6 \times 150$  м, для получения 1 тонны цемента по проектным нормам расходуется 210 кг условного топлива с теплотворной способностью в 7000 килокалорий. Отсюда затраты по статье «топливо»

могут быть определены в количестве  $\frac{7000}{10000} \cdot 0,15 \cdot 210 = 22,05$  рубля.

Бондюжский завод будет использовать электроэнергию Воткинской, а затем Нижне-Камской ГЭС с отпускной ценой в 6—7 копеек за 1 киловатт-час. По проектным нормам расход электроэнергии на производство 1 тонны цемента на Бондюжском заводе будет составлять 100 киловатт-

Таблица 6

Калькуляция себестоимости 1 тонны цемента на Бондюжском (Салтыковском) заводе

№ п/п	Наименование статей расхода	Единица измерения	Цена в рублях	Количество	Сумма в рублях
1	Сырье и вспомогательные материалы со стороны:				
a)	известняк	т	10		
b)	глина (мергель)	т	10		
c)	пиритовые огарки	т	25		
d)	песок	т	24,5		
e)	гипс	т	45,7		
2	Мелющие тела	кг		1,2	
3	Топливо (газ)	кг (условного)	$\frac{7000}{10000} \cdot 0,15 = 0,105$	210	22,05
4	Электроэнергия	квт/час	0,06—0,07	100	6,0—7,00
5	Зарплата с начислениями	—	—	—	2,50
6	Амортизация; расходы, связанные с работой оборудования; цеховые и общезаводские расходы	—	—	—	25,50
	Заводская себестоимость	—	—	—	75,87—76,87
	То же (округленно)	—	—	—	76—77

часов. Следовательно, расходы по статье «электроэнергия» будут равны 6—7 рублям.

По остальным статьям калькуляции (зарплата с начислениями; амортизация; расходы, связанные с работой оборудования; цеховые и общезаводские расходы) общая сумма расходов принятая нами по укрупненным показателям в количестве 28 рублей. О достоверности этой суммы можно судить по тому, что соответствующая величина на Николаевском заводе, оснащением печами  $3,6 \times 3,3 \times 3,6 \times 150$  м, в 1958 г. составляла всего 23,54 рубля.

Изложенные нами данные о размере затрат на производство 1 тонны цемента на Бондюжском заводе сведены в таблицу 6.

Таким образом, себестоимость 1 тонны цемента на Бондюжском (Салтыковском) заводе будет равна примерно 76—77 рублям, что значительно ниже среднеотраслевой себестоимости портланд-цемента по всей промышленности Советского Союза на 1958 г.

Шугуровский завод

Горнотехнические условия разработки сырья на Бакировском и Иштеряковском месторождениях известняков и глин, как уже отмечалось, являются довольно благоприятными. Поэтому можно принять, что стоимость 1 тонны известняка будет не дороже 8, а 1 тонны глины — 6 рублей. Согласно технологическим расчетам, при производстве цемента из сырья Бакировского месторождения на 1 тонну клинкера потребуется в среднем 1,35 тонны известняка и 0,35 тонны глины (естественной влажности). Соответствующий расход составит по известняку 10,80 и по глине — 2,10 рубля.

В состав сырьевой шихты должно вводиться для корректировки модулей также до 2% колчеданных огарков. Последние придется доставлять по железной дороге из Казани или из другого места на расстояние свыше 600 км. Алексеевский цементный завод, который привозит железистые добавки из Казани на расстояние в 321 км, по железнодорожному тарифу затрачивает на 1 тонну добавок около 8,15 рубля. В целом стоимость этих добавок обходилась в 1958 г. заводу в 26,49 рубля. Железнодорожный тариф от г. Казани до ст. Новая Письмянка составит на 1 тонну железистых добавок 12,05 рубля, а доставка до завода по железнодорожной ветке особого назначения еще около 4,5 рублей. Таким образом, можно оценить стоимость 1 тонны железистых добавок для Шугуровского завода в 34,89 рубля (округленно — 35 рублей). Затраты на огарки для получения 1 тонны клинкера будут равны, таким образом, 0,7 рубля.

В качестве гидравлических добавок на Шугуровском цементном заводе целесообразно использовать опоки Ляховско-Выровского месторождения Ульяновской области. Стоимость 1 тонны опоки этого месторождения будет равна примерно 29,6 рубля (см. специальную статью по этому вопросу).

Гипс на Шугуровский завод будет доставляться с Московкинского месторождения (Башкирская АССР). Отпускная цена 1 тонны гипса с карьера равна 15,9 рубля. С карьера гипс будет доставляться на расстояние в 8 км автотранспортом до ст. Урусы. Погрузка 1 тонны гипса на автомашину, доставка его до станции и выгрузка на разгрузочную площадку обойдется в 14,8 рубля (соответственно 3,60, 7,80 и 3,20 рублей). Затраты на погрузку 1 тонны гипса в вагон будут равны 5 рублям, а железнодорожный тариф до ст. Новая Письмянка — 4,95 рубля. Кроме того, около 4,5 рублей будет израсходовано на доставку гипса от ст. Новая Письмянка до сырьевого цеха завода. Таким образом, стоимость 1 тонны гипса для завода составит 44,95 рубля (округленно 45 рублей).

Определяем теперь общие расходы по статье «сырье и вспомогательные материалы со стороны» по формуле:

$$C_u = 0,82 C_k + 0,15 C_o + 0,03 C_g,$$

где  $C_u$  — общие расходы на сырье и вспомогательные материалы для получения одной тонны цемента,  $C_k$  — стоимость сырья для получения 1 тонны клинкера,  $C_o$  — стоимость 1 тонны опоки и  $C_g$  — стоимость 1 тонны гипса. Подставив определенные нами величины в формулу, получаем:

$$C_u = 0,82 \cdot 13,6 + 0,15 \cdot 29,6 + 0,03 \cdot 45 = 16,94 \text{ рубля.}$$

Для помола сырьевых смесей и клинкера с добавками на 1 тонну цемента будет расходоваться, как и на Бондюжском заводе, около 2 кг мелющих тел общей стоимостью 2,4 рубля.

В качестве топлива, как уже упоминалось, Шугуровский завод будет использовать попутный нефтяной газ с теплотворной способностью в 10000 килокалорий и отпускной ценой в 15 копеек за 1 кубометр. На заводах, оснащенных вращающимися печами  $\varnothing 4 \times 150$  м, по проектным нормам расходуется на 1 тонну цемента 200 кг условного топлива. Расходы по соответствующей статье калькуляции составят:

$$\frac{7000}{10000} \cdot 0,15 \cdot 200 = 21,0 \text{ рубль.}$$

Проектный расход электроэнергии на 1 т цемента равен 80 киловатт-часам. При использовании энергии Волжской гидроэлектростанции им. В. И. Ленина с отпускной ценой в 5 копеек за 1 киловатт-час на 1 тонну цемента будет затрачиваться по статье «энергия» 4 рубля.

Расходы по статье «зарплата с начислениями» на Шугуровском заводе будут несколько ниже, чем на Бондюжском, и их можно оценить примерно в 2 рубля.

По остальным статьям калькуляции (расходы на амортизацию; расходы, связанные с работой оборудования; цеховые и общезаводские

Таблица 7  
Калькуляция себестоимости 1 тонны цемента на Шугуровском заводе

№ п/п	Наименование статей расхода	Единица измерения	Цена в рублях	Количество	Сумма
1	Сырье и вспомогательные материалы со стороны:				
a)	известняк . . . . .	т	8	$0,82 \cdot 1,35$	8,86
b)	глина . . . . .	т	6	$0,82 \cdot 0,35$	1,72
c)	колчеданные огарки . . . . .	т	35	$0,82 \cdot 0,02$	0,57
d)	опока . . . . .	т	29,6	0,15	4,44
e)	гипс . . . . .	т	45	,03	1,35
2	Мелющие тела . . . . .	кг	1,2	2	2,40
3	Топливо (газ) . . . . .	кг (условного)	$\frac{7000}{10000} \cdot 0,15 = 0,105$	200	21,00
4	Электроэнергия . . . . .	квт/час	0,05	80	4,00
5	Зарплата с начислениями . . . . .	—	—	—	2,00
6	Амортизация . . . . .	—	—	—	7,27
7	Расходы, связанные с работой оборудования . . . . .	—	—	—	8,41
8	Цеховые и общезаводские расходы . . . . .	—	—	—	5,99
	Заводская себестоимость . . . . .	—	—	—	68,01

расходы) мы принимаем средние данные за 1958 г. при производстве портланд-цемента по Белгородскому, Карадагскому и Николаевскому заводам, оснащенными менее производительными печами  $\varnothing 3,6 \times 3,3 \times 3,6 \times 150$  м. Средняя сумма соответствующих расходов будет равна при таком допущении 21,67 рубля.

Данные о размере затрат на производство 1 тонны цемента на Шугуровском заводе сведены нами в табл. 7.

Таким образом, заводская себестоимость 1 тонны портланд-цемента Шугуровского завода равна 68 рублям, то есть будет одной из самых низких в Советском Союзе.

### Приказанский завод

Как уже отмечалось выше, известная сырьевая база позволяет ориентироваться лишь на строительство небольшого цементного завода вблизи Казани на базе Киндерского месторождения (не более 50 тыс. тонн цемента в год). Сложное строение продуктивной толщи и малые масштабы производства делают его организацию в техническом и экономическом отношении довольно трудным и малооправданным мероприятием. Достаточно указать, что даже на более крупных заводах себестоимость 1 тонны цемента достигает 150 и более рублей. На заводах же производительностью менее 100 тыс. тонн она составляла в 1958 г. в среднем около 300 рублей.

### 5. Заключение

Народнохозяйственная эффективность различных заводов определяется не только технико-экономическими показателями работы тех или иных предприятий, но и стоимостью доставки их продукции к районам

Таблица 8

Фактическая стоимость цемента некоторых существующих и возможных заводов на основных стройках Татарии и Удмуртии

Наименование промышленных узлов	Наименование заводов	Заводская себестоимость 1 т цемента в рублях	Расстояние доставки по железной дороге в км	Стоимость доставки 1 тонны цемента по тарифу в рублях	Стоимость 1 тонны цемента на месте по требления в рублях
Казанский	Казанский <sup>1</sup>	300	—	—	300
	Ульяновский <sup>1</sup>	64	250	13,20	77,20
	Алексеевский	114,91	321	14,50	129,41
	Куйбышевский	64	503	18,00	82,00
	Волжские (среднее)	94,51	617	24,00	118,51
	Шугуровский <sup>1</sup>	68	620+25	24,00 (+4,50)	98,00 (+4,50)
Нефтяные районы	Шугуровский <sup>1</sup>	68	25	4,50	72,50
	Ульяновский	64	361	15,70	79,70
	Стерлитамакский	128,63	444	16,85	145,48
	Куйбышевский	64	665	21,25	85,25
	Алексеевский	114,91	748	22,75	137,66
	Волжские (среднее)	94,51	779	23,60	118,11
Камский	Бондюжский <sup>1</sup>	76—77	—	—	76—77
	Шугуровский <sup>1</sup>	68	113+25	9,0 (+4,50)	77,00 (+4,50)
	Ульяновский	64	473	17,45	81,45
	Волжские (среднее)	94,51	892	25,90	140,81

<sup>1</sup> Строящиеся заводы или те, для строительства которых выявлена сырьевая база.

Наименование промышленных узлов	Наименование заводов	Заводская себестоимость 1 т цемента в рублях	Расстояние доставки по железной дороге в км	Стоимость доставки 1 тонны цемента по тарифу в рублях	Стоимость 1 тонны цемента на месте потребления в рублях
Ижевский	Бондюжский (через Сугинскую)	76—77	165	10,95	86,95
	Шугуровский (через Сугинскую)	68	290+25	14,00 (+4,50)	82,50 (+4,50)
	Ульяновский (через Казань)	64	576	19,75	83,75

потребления. Правильное планирование обеспечения цементом промышленных узлов и новостроек невозможно поэтому без учета его фактической стоимости, которая слагается из себестоимости производства и транспортных издержек. В фактической стоимости продукции более полно отражаются затраты общественного труда в сфере производства и обращения.

Данные о фактической стоимости цемента ряда существующих и возможных заводов на основных стройках Татарии и Удмуртии приведены в табл. 8.

Анализируя данные, приведенные в таблице 8, следует сделать ряд выводов.

1. Казанский промышленный район целесообразно обеспечивать цементом за счет Ульяновского завода, расположенного на сравнительно близком расстоянии от крупного центра потребления его продукции и имеющего лучшие в Поволжье проектные технико-экономические показатели.

2. Нефтяные районы Татарии должны обеспечиваться цементом Шугуровского завода, продукция которого на месте потребления будет значительно дешевле, чем привозной цемент с Ульяновского или еще более отдаленных заводов Поволжской зоны.

3. Создаваемый промышленный узел на р. Каме рациональнее всего было бы обеспечить цементом с расположенного рядом Бондюжского (Салтыковского) завода. Однако строительство этого завода целесообразно осуществить лишь в том случае, если будет завершена прокладка железной дороги Агрэз—Пронино—Сургут, в результате чего продукция завода может найти себе выход в прилегающие к Татарии районы Удмуртии и Кировской области.

4. Строительство Ульяновского и Шугуровского цементных заводов позволит сократить среднее расстояние перевозок цемента к районам его потребления в Татарии до 250—300 км и даст стране к концу семилетки экономию только на транспортных расходах в несколько десятков миллионов рублей.

В заключение следует еще раз отметить, что создание цементной промышленности в Татарии — это уже давно назревшая экономическая задача. Ее скорейшее решение позволит улучшить географическое размещение предприятий цементной промышленности на территории Поволжья и будет способствовать еще более быстрому развитию всех отраслей народного хозяйства Татарии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Богородский А. Я., Луньяк А. И., Соболев В. Г. К постройке цементно-тукового комбината в Тат. республике. Изд. Научно-исслед. инст. Казань, 1930.
- 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. КФАН СССР, сер. геол., вып. 1, Казань, 1948.
- Кирсанов Н. В., Сементовский Ю. В., Максютова К. М., Полянин В. А., Дистанов У. Г., Незимов В. Н., Крежечковская Е. А., Кузнецова Т. А. Закономерности размещения и пути использования строительного минерального сырья на востоке Татарии (для нужд нефтяных районов и сооружения Нижне-Камской ГЭС). Тр. КФАН СССР, сер. геол. наук, № 4, Казань, 1957.
- Логинов З. И. Об оптимальной мощности цементных заводов. Журн. «Цемент», Промстroiиздат МПСМ СССР, № 4, 1955.
- Логинов З. И. Перспективы развития цементной промышленности СССР. Журн. «Вопросы экономики», издательство «Правда», № 11, 1956.
- Материалы внеочередного XXI съезда КПСС. Гос. издат. политич. литературы, Москва, 1959.
- Миропольский Л. М. Недра Татарской АССР и проблемы использования полезных ископаемых. Журн. «Природа», № 1—2, 1942.
- Миропольский Л. М. Гипс и ангидрит в пермских отложениях Татарской АССР и возможности их использования. Уч. зап. КГУ; сер. геол., т. 105, кн. 2, 1945.
- Незимов В. Н. Новые месторождения цементного сырья. Журн. «Природа», № 9, Москва, 1955.
- Миропольский Л. М., Дистанов У. Г., Кирсанов Н. В., Незимов В. Н., Сементовский Ю. В. Богатства недр Татарии. Таткнигоиздат, Казань, 1956.
- Незимов В. Н. О возможности получения тампонажных цементов из сырья Татарской АССР. Журн. «Известия Казанского филиала Академии наук СССР, серия геологических наук», № 5, Таткнигоиздат, Казань, 1956.
- Незимов В. Н. Местный цемент. Таткнигоиздат, Казань, 1957.
- Незимов В. Н. Строительство Шугуровского цементного завода. Журн. «Татарская нефть», № 2, Бугульма, 1957.
- Незимов В. Н. Технологическая характеристика цементного сырья Шугуровской группы месторождений. Журн. «Известия Казанского филиала Академии наук СССР, серия геологических наук», № 6, Казань, 1957.
- Незимов В. Н. Местный цемент для строек Татарии. Журн. «Строительство предприятий нефтяной промышленности», № 6, Гостоптехиздат, Москва, 1957.
- Незимов В. Н. Перспективы создания в Татарии цементной промышленности. Издание Татарского отделения общества по распространению политических и научных знаний РСФСР и Татарского республиканского научно-технического общества строительной промышленности, Казань, 1957.
- Незимов В. Н., Сементовский Ю. В. Экономика и создание цементной промышленности в Татарии. Журн. «Известия Казанского филиала Академии наук СССР, юбилейный сборник», Казань, 1957.
- Незимов В. Н. О создании цементной промышленности в Татарии. Совещание по развитию и размещению строительной индустрии в экономическом административном районе Татарской АССР, тезисы докладов. Казань, 1957.
- Незимов В. Н., Логинов З. И. О создании цементной промышленности в Татарии. В сб. «Развитие и размещение строительной индустрии в экономических административных районах (Материалы совещания по развитию и размещению строительной индустрии в экономическом административном районе Татарской АССР». Изд. центрального бюро технической информации Татсовиархоза, Казань, 1959.
- Незимов В. Н. Татарии нужен цементный завод. Журн. «Технико-экономический бюллетень Татсовиархоза», № 5, Казань, 1958.
- Незимов В. Н. Тампонажные цементы из местного сырья. Журн. «Татарская нефть», № 3, Альметьевск, 1959.
- Резервы цементной промышленности СССР (по материалам семинара работников цементной промышленности). «НИИЦемент», Госпланизат, Москва, 1959.
- Сементовский Ю. В., Незимов В. Н. Минерально-сырьевые ресурсы для организации цементного производства в Татарии. Журн. «Известия Казанского филиала Академии наук СССР, серия геологических наук», № 3, Москва, 1955.
- Сементовский Ю. В. Минеральные ресурсы Татарской АССР и возможности их использования в строительном производстве. Издание Государственного музея Татарской АССР, Казань, 1955.
- Технико-экономические показатели работы цементной промышленности МПСМ за 1951—1954 гг., вып. IV. Издание института «НИИЦемент», Москва, 1955.
- Технико-экономические показатели работы цементной промышленности за 1955 г. и пятилетие 1951—1955 гг., вып. VII. «НИИЦемент», Гос. издательство литературы по строительным материалам, Москва, 1957.
- Технико-экономические показатели работы цементной промышленности МПСМ СССР за 1956 г. Вып. VIII. Издание института «НИИЦемент», Москва, 1957.
- Технико-экономические показатели работы цементной промышленности за 2-й квартал и 1 полугодие 1957 г., вып. IX. Издание института «НИИЦемент», Москва, 1957.
- Технико-экономические показатели работы цементной промышленности СССР

- за 1958 г. и семилетие 1952—1958 гг. Вып. XV «НИИЦемент», Госпланиздат, Москва, 1959.
31. Тихвинская Е. И. Геология и полезные ископаемые Приказанского района. Уч. зап. КГУ, т. 99, кн. 3, вып. 13, Казань, 1939.
32. Хованская О. А. Химический состав и физические свойства глин Татарской республики. Сб. «Геология и полезные ископаемые Татарской республики», Казань, 1932.
33. Цементная промышленность СССР за 40 лет в цифрах (1917—1957 гг.). Издание института «НИИЦемент», Москва, 1958.

У. Г. Дистанов, В. Н. Незимов

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОПОК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
В КАЧЕСТВЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ДОБАВОК  
ДЛЯ ШУГУРОВСКОГО ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА

1. Введение

В результате геолого-разведочных работ, проводившихся Геолого-поисковой конторой треста «Татнефтегазразведка» в течение 1954—1960 гг., в Лениногорском районе Татарской АССР вблизи пос. Шугурово выявлены запасы цементного сырья, достаточные для строительства завода производительностью выше средней.

При организации цементного производства наряду с уже выявленными основными компонентами — глиной и известняком — потребуется значительное количество кислых гидравлических добавок. Известно, что гидравлические добавки устраняют вредное влияние свободной извести, выделяющейся в процессе твердения цемента, и улучшают тем самым его свойства. В соответствии с имеющимися стандартами для получения портланд-цемента к цементному клинкеру при его помоле добавляют до 15% таких добавок (от веса готовой продукции). Для Шугуровского цементного завода потребуется на амортизационный срок несколько миллионов тонн гидравлических добавок.

2. Пути обеспечения Шугуровского цементного завода  
гидравлическими и инертными добавками

В пределах Татарстана природные гидравлические материалы не известны. Однако многочисленные месторождения опок и диатомитов имеются среди палеогеновых отложений Ульяновско-Куйбышевского Поволжья. Проведенными ранее исследованиями установлено, что лучшими свойствами среди них обладают чистые разности опок: активность их достигает в ряде случаев 400 мг/экв СаО и более (согласно ГОСТ 6269—54 к активным минеральным добавкам осадочного происхождения относятся породы с активностью более 150 мг/экв СаО). Эти опоки широко используются в качестве гидравлического компонента на цементных заводах Поволжской зоны (Вольских, Сенгилеевского и Алексеевского). Подобные опоки могут явиться базой и для обеспечения Шугуровского завода.

Естественно, что наибольший интерес для Шугуровского завода могут иметь лишь такие участки развития опок, которые наименее от него удалены, обладают благоприятными условиями залегания, достаточно высоким качеством и расположены близ железнодорожной линии. С целью выявления таких участков нами летом 1957—58 гг. была об-

следована территория центральной части Ульяновской области, в особенности районы, примыкающие к линиям железных дорог. В результате было установлено, что к югу от г. Ульяновска (см. литолого-геологическую карту—рис. 1), вдоль ж.-д. линии Ульяновск—Сызрань палеогеновые отложения преимущественно песчано-глинистыми образованиями и опесчанинными опоками; сравнительно чистые разности опок имеют ограниченное развитие.

Практический интерес здесь могут представлять опоки Сенгилеевского и особенно Больше-Ключищенского месторождений. Первые из них используются Сенгилеевским цементным заводом. Продуктивная толща опок (в пределах участка, разведенного трестом «МосгеоЛиеруд») равна в среднем 10 м, запасы определены в количестве 1345 тыс. тонн. Среднее содержание кремнезема в опоках равно 78%. Активность их колеблется в пределах 110—359 (в среднем 200) мг/экв CaO. Сенгилеевское месторождение расположено сравнительно далеко от линии железной дороги, доставка опок отсюда будет сопряжена со значительными трудностями. К тому же активность опок сравнительно невысока.

Больше-Ключищенское месторождение выявлено и разведано для Ульяновского цементного завода. Расположено оно близ разъезда Б. Ключицы, непосредственно у линии железной дороги. Продуктивная толща представлена опоками серыми и темно-серыми, переслаивающимися с опоковидными глинами, трепеловидными и песчанистыми опоками, имеющими общую мощность в среднем 5—9 м.

Гидравлическая активность опалсодержащих пород продуктивной толщи составляет обычно 200—300 мг/экв CaO. Разведанные запасы опок равны 20,5 млн. т, в том числе 10,8 млн. тонн по категории А+В.

Как видно, месторождение находится в благоприятных транспортных условиях, имеет значительные запасы опок и относительно высокие показатели активности. К отрицательным моментам относится повышенное содержание в опалсодержащих породах песчаного и глинистого материала и отсутствие четких границ продуктивного слоя с выше- и нижележащими малоактивными породами, что будет приводить к определенным трудностям при разработке качественных опок.

В более благоприятных условиях находится территория, расположенная к западу от г. Ульяновска. Чистые разности опок пользуются здесь широким распространением среди отложений нижнесызранской свиты палеоцена. Мощность пластов опок достигает 50 м.

Наибольший интерес для наших целей представляет Ляховско-Выровское месторождение, включающее в себя два участка опок — Выровский и Ляховский.

Первый из них — Выровский — расположен в 0,5—1 км южнее ст. Выры. Обнажение опок здесь можно видеть в верховьях неглубокого овражка. Залегают опоки на неровной поверхности меловых пород, мощность их достигает 6,5—7 м. В верхней части опоки быстро опесчаниваются и переходят в песчаники опоковидные. Абсолютные отметки толщи лежат примерно в пределах 225—235 м. Преспективный для разведки участок опок (лежащий в указанных пределах) протягивается в виде узкой полосы (до 0,5 км) вдоль линии железной дороги.

Второй — Ляховский участок расположен в 1,5 км северо-восточнее и восточнее д. Ляховка. Толща опок здесь вскрывается в верховьях глубоких оврагов. Залегают опоки на отложениях верхнего мела, видимая мощность их равна 7 м. К линии железной дороги происходит медленный подъем поверхности участка. В этом направлении опоки (прослоями песчанистые, глауконитовые) можно проследить еще на 10—15 м (по отметкам). Выше они сильно опесчаниваются и переходят в песчаники опоковидные с видимой мощностью 3—5 м.

Опоки Ляховского участка обычно серые, пятнистые и прослоями светло-серые, местами темно-серые, окремиевые. Крепость их неоднород-

ная; светлые разности довольно мягкие, темно-серые — крепкие. Сложены опоки в основном двумя компонентами — опаловым и глинистым мате-

риалом, в опаловом обычно 25—30% повышенное содер-

жание кремнезема

он преиуше-

т обломочный

авленный глав-

от 1,13 (у свет-

вато- и бурово-

го глауконито-

зляющей. Опоки

игрывают

важную роль.

остава и актив-

ском институте

также аналогич-

е явление в гидравли-

ческом разведоч-

Таблица 1

	ППП выше 105°C	Активность (в мг/экв CaO за 15 типований)
7	2,24	375,11
4	2,37	378,64
	2,17	370,92
	1,51	377,07
11	3,83	363
	4,15	344
	3,46	373
7—38	4,12	109,71—359,4 (200,1)
	3,54	180,98—
	3,76	396,15 (285,9)
	3,27	302,48— 353,25 (325,2)
29	3,79	252,33— 354,79 (308,3)

следована территория центральной части Ульяновской области, в особенности районы, примыкающие к линиям железных дорог. В результате было установлено, что к югу от Ульяновска, вдоль железной дороги, вновь отложены представляемые образование и опесчаненным ти опок имеют ограниченное распространение.

Практический интерес здесь ского и особенно Большое-Ключицкого используется Сенгилеевского толща опок (в пределах участка равна в среднем 10 м, запасы Среднее содержание кремнезема колеблется в пределах 110—359 ское месторождение расположено на линии железной дороги, доставка опоками трудностями. К тому же ак-

Большое-Ключицкое мес Ульяновского цементного завода. Ключицки, непосредственно у толща представлена опоками се ся с опоковидными глинами, имеющими общую мощность в с

Гидравлическая активность толщи составляет обычно 200 опок равны 20,5 млн. т, в том ч

Как видно, месторождение вных условиях, имеет значительные показатели активности. К отрицательному содержанию в опал-содер материала и отсутствие четких нижележащими малоактивными деленным трудностям при разра

В более благоприятных усложненная к западу от г. Ульяновска, здесь широким распространение свиты палеоценена. Мощность пла

Наибольший интерес для наровское месторождение, включаяский и Ляховский,

Первый из них — Выровский. Обнажение опок здесь овражка. Залегают опоки на мощность их достигает 6,5—7 м. ниваются и переходят в песчаники толщи лежат примерно в пределах ведки участок опок (лежащий в виде узкой полосы (до 0,5 км) вд

Второй — Ляховский. Расположен восточнее и восточнее д. Ляхово, верховых глубоких оврагов. Залегают, видимая мощность их равна 10—15 м (по отметкам). Выходят в песчаники опоковидные с

Опоки Ляховского участка обычно серые, пятнистые и прослоями светло-серые, местами темно-серые, окремиевые. Крепость их неоднород-

ная; светлые разности довольно мягкие, темно-серые — крепкие. Сложенны опоки в основном двумя компонентами — опаловым и глинистым материалом. Последнего содержит обычно 25—30% (повышенное содержание отмечается у опок светло-серых), представлен он преимущественно гидрослюдами. В количестве 5—7% присутствует обломочный материал, имеющий алевритовую размерность и представленный главным образом кварцем. Объемный вес опок колеблется от 1,13 (у светлых разностей) до 1,38 (у темно-серых разностей).

Среди опок Выровского участка преобладают желтовато- и буровато-серые разности, содержащие до 30—35% алевритового глауконито-кварцевого материала и значительно — глинистой составляющей. Опоки (серые, темно-серые, слабо алевритовые) играют подчиненную роль.

Ниже приводятся данные анализов химического состава и активности опок обоих участков, выполненных в Геологическом институте КФАН СССР В. К. Аментовой. Для сравнения даются также аналогичные характеристики некоторых опок, используемых в качестве гидравлических добавок на цементных заводах Поволжья (по данным разведочных партий треста «Мосгеолнеруд»).

Таблица 1

№ п/п	Характер пробы	Содержание в %							Активность (в мг/экв CaO за 15 титрований)	
		Si O <sub>2</sub> общее	Si O <sub>2</sub> раст. в 5% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O ППП 105°C		
Ляховский участок										
1	Средняя пробы	86,84	34,05	5,75	1,94	0,62	0,75	1,87	2,24	375,11
2	Опока серая	87,78	35,66	5,67	1,80	0,57	0,75	2,74	2,37	378,64
3	Опока св. серая	82,61	28,01	8,04	0,69	0,69	0,79	—	2,17	370,92
4	Опока окреминая	87,58	34,56	4,93	0,66	0,66	0,59	—	1,51	377,07
Выровский участок										
5	Средняя пробы	79,01	21,86	8,95	3,74	1,22	0,62	2,41	3,83	363
6	Опока светло-серая, алеврито-глинистая	75,97	19,31	9,83	4,84	0,66	0,84	—	4,15	344
7	Опока серая, слабо алевритовая, глинистая	80,69	27,70	8,73	3,35	0,71	1,11	—	3,46	373
Сенгилеевское месторождение										
8	Среднее по месторождению	78,0	—	7,56	5,21	1,63	1,17	0,77	4,12	109,71—359,4 (200,1)
Алексеевское месторождение										
9	Среднее по разведкам 1953—54 гг.	80,84 80,08	— 7,81	7,46 4,24	4,25 1,19	1,91 1,00	1,11 —	— 3,54	180,98— 396,15 (285,9)	
Вольское месторождение										
10	Среднее по участку з-да «Большевик»	81,27	—	7,3	4,97	1,12	1,13	—	3,27	302,48— 353,25 (325,2)
11	Среднее по участку «Ечиногорский»	78,87	—	8,97	3,66	1,41	1,57	2,29	3,79	252,33— 354,79 (308,3)

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что опоки Ляховского месторождения по сравнению с опоками других указанных месторождений характеризуются более высоким содержанием кремнезема и пониженным — полуторных окислов. Несколько лучшие показатели среди них имеют опоки серые и темно-серые, содержащие более 87% кремнезема, в том числе около 35% растворимого в 5% растворе соды. Сопоставление данных химических анализов и активности, определенной методом поглощения извести (поглощение CaO одним граммом породы за 15 титрований), показывает, что опоки Ляховского месторождения в целом характеризуются лучшими гидравлическими свойствами, чем опоки, используемые на цементных заводах Поволжья.

Опоки Выровского участка показывают более низкое содержание кремнезема, в том числе и растворимого в 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (в среднем 21,86% против 34,05% у вышеописанных), и повышенное — полуторных окислов, что связано, видимо, с более значительным присутствием глинистого компонента. Активность данных опок также сравнительно высока (в среднем 363 мг/экв CaO).

Как известно, на некоторых заводах Советского Союза из-за отсутствия местных гидравлических добавок их частично заменяют инертными заполнителями, чаще всего тонкосмолотым кварцевым песком (Николаевский, Вылковысский, П. Кундский и другие заводы). Но и на этих заводах, чтобы не ухудшать качества цемента, наряду с песком в том или ином количестве используют привозные гидравлические добавки. Так, например, на П. Кундском заводе при общем количестве добавок в 12,4% инертные (песок) составляют до 9,4%, а гидравлические (трепел) — всего 3,0%, а на Николаевском заводе при общем количестве добавок в 8,5% песок составляет 3,6%, а трепел 4,9% от общего выпуска портланд-цемента.

Согласно общесоюзному стандарту «ОСТ НКТП 3055», кварцевый песок, применяемый как добавка к портланд-цементу, должен характеризоваться высоким (не менее 90%) содержанием кремнекислоты и низким (не более 5%) — глинистых примесей. На юго-востоке Татарии вблизи предполагаемой площадки Шугуровского цементного завода месторождений песков или песчаников такого качества нет. Тем не менее не исключена возможность использования в качестве добавки к портланд-цементу Шугуровского завода аллювиальных (современных русловых и древнечетвертичных) песков камских месторождений (Лаишевское, Бетьевское, Вандовское, Котловское). Из них, правда, только пески Лаишевского месторождения полностью, отвечают требованиям кондиций. В остальных песках обогащены гравием, и только после отделения последнего содержание кремнезема в них будет выше 90%.

Гидравлические добавки на Шугуровском заводе частично можно было бы заменить отходами (боем) кирпично-черепичных заводов. Однако ближайшие крупные кирпичные заводы (Бугульминский, Мактаминский) находятся от площадки завода на расстоянии в несколько десятков километров и отходы их производства могут покрыть лишь незначительную долю потребностей Шугуровского цементного завода в гидравлических добавках. Так, на предприятии с производительностью в 40 млн. штук кирпича в год при браке в 20% объем кирпичного боя составит всего 32 тыс. тонн. К тому же кирпичный бой обладает значительно меньшей активностью, чем природные гидравлические добавки (опоки).

### 3. Технологическая оценка различных видов добавок

Для оценки влияния различных видов добавок на качество портланд-цемента нами произведена серия технологических опытов с целью получения цементных кликеров разного минералогического состава из сырья Бакировского месторождения. На основе этих кликеров был по-

лучен и испытан по стандартной методике ряд портланд-цементов без добавок и с добавками молотого Вольского «стандартного» песка, а также опок Ляховского и Выровского месторождений.

Для получения трех цементных кликеров был использован известняк из скважин №№ 126(48) и 138 и глина из скважины № 198, пройденных на Бакировском месторождении; а в качестве корректирующей добавки — пиритные огарки. Химические анализы сырьевых компонентов, принятые для расчетов состава сырьевых смесей, приведены в таблице 2.

Таблица 2

№№ сква-жин	Глубина опробова-ния в м	Содержание в %							Сумма	Модули	
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	про-чее	ППП выше 105°C		n	p
126 (48)	7,75—6,75	4,93	0,68	0,55	50,35	1,66	1,09	40,74	100,00	4,01	1,24
138	1,85—2,60	5,66	0,80	0,47	59,56	1,14	0,68	40,69	100,00	4,46	1,70
198	1,0—4,0	50,85	13,92	6,55	9,13	4,05	4,51	10,99	100,00	2,48	2,13
—	огарки	12,61	1,81	73,46	1,15	0,4	5,24	5,31	100,00	0,17	0,02

Для расчета первой сырьевой смеси (индекс клинкера и цемента «Б-5: (126+198+16)») мы задавались коэффициентом насыщения (KH) равным 0,88 и глиноzemным модулем (p) равным 1,4. Для составления шихты использовались известняк из скважины № 126 (48), глина из скважины № 198 и колчеданные огарки. Согласно произведенному расчету в состав сырьевой смеси было взято 78,9% известняка, 20,22% глины и 0,88% пиритных огарков. Данные для определения правильности сделанных вычислений, а также химических составов шихты и клинкера «Б-5 (126+198+16)» приведены в таблице 3.

Таблица 3

Состав шихты	Содержание в %							Сумма
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	про-чее	ППП выше 105°C	
78,9% известняка из скважины № 126(48) дают	3,89	0,54	0,43	39,73	1,31	0,86	32,14	78,90
20,22% глины из скважины № 198 дают	10,23	2,81	1,32	1,85	0,82	0,92	2,22	20,22
0,88% пиритных огарков дают	0,11	0,01	0,65	0,01	0,00	0,05	0,05	0,88
100 частей шихты дают	14,28	3,36	2,40	41,59	2,13	1,83	34,41	100,00
В пересчете на 100 частей клинкера	21,77	5,12	3,66	63,41	3,25	2,79	—	100,00

Определив по данным таблицы 3 модули клинкера, получаем KH=0,88, n=2,42 и p=1,40. Следовательно, расчет состава сырьевой смеси произведен верно.

Сырьевая смесь для получения клинкера «Б-5» была тщательно перемешана в сухом виде в лабораторной шаровой мельнице. Для улучшения хода высокотемпературных реакций при обжиге к смеси было добавлено 0,5% кремнефтористого бария (BaSiF<sub>6</sub>). Из теста полупластичного формирования затем были приготовлены сырьевые брикеты, которые после высушивания (вначале на воздухе, а затем в сушильном шкафу) были обожжены в керосиновом горне конструкции А. К. Сидорова [4]. Данные по температурному режиму обжига клинкера сведены в таблицу 4.

Таблица 4

Индекс клинкера	Продолжительность обжига в часах-минутах						Максимальная 1° в град. С
	всего	до 1200° С	от 1200 до 1300° С	от 1300 до 1400° С	выше 1400° С		
Б-5 (126+198+16)	6—15	2—00	1—00	1—45	2—00		1420

Сопоставление заданного (расчетного) и действительного химического состава клинкера «Б-5» произведено в таблице 5.

Таблица 5

Индекс клинкера	Содержание в %							Модули			
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	прочее	ПНП выше 105°C	Сумма	KH	n	p
Б-5 (126+198+16) <sup>1</sup>	21,77	5,12	3,66	63,41	3,25	2,79	—	100,00	0,88	2,48	1,40
Б-5 (126+198+16) <sup>2</sup>	22,99	5,70	3,66	63,76	2,94	0,56	0,39	100,00	0,824	2,46	1,56

Как видно из данных, приведенных в таблице 5, заданный и действительный химические составы клинкера довольно близки друг к другу, но действительный состав отличается несколько повышенным содержанием кремнекислоты и глинозема. Это связано, по-видимому, с тем, что при составлении сырьевой смеси было взято избыточное количество глинистого и недостаточное — карбонатного компонента. Этот вывод подтверждается данными петрографического изучения клинкера «Б-5».

Макроскопически клинкер «Б-5» представляет собой зеленовато-серую, хорошо спекшуюся мелкопористую массу.

Под микроскопом клинкер характеризуется среднезернистой структурой и беспорядочной текстурой. Основными минералами его являются алит, белит и промежуточная масса.

Алит представлен светло-серыми зернами таблитчатой или призматической формы. Размер зерен колеблется от 0,02 до 0,05 мм. В некоторых из них встречаются мелкие округлые включения светло-желтого цвета, представляющие собой, вероятно, реликты более крупных зерен трехкальциевого силиката, которые при насыщении известио превратились в существующие зерна алита.

Белит встречается или в виде небольших обособленных включений в зернах трехкальциевого силиката, или в виде мутно-желтых округлых зерен, образующих скопления вокруг пор. Диаметр зерен белита составляет в среднем 0,04—0,07 мм. Нередко наблюдаются крупные (размером около 1 мм) агрегаты белита неправильной формы, которые с небольшими перерывами протягиваются через шлиф на расстояние 3—4 мм.

Браунмиллерит представлен или обособленными темно-коричневыми, нередко почти черными индивидуумами неправильной «амебовидной» формы, или разорванными сотовидными агрегатами, в ячейках которых находятся зерна алита. В клинкере промежуточная масса распределена довольно равномерно и обособленных от других минералов скоплений не образует.

<sup>1</sup> Заданный химический состав и модули.

<sup>2</sup> Действительные химический состав и модули.

Сопоставление заданного и действительного минералогического состава клинкера, полученного на основе минералогических пересчетов и фактического подсчета минералов в шлифе точечным методом, произведено в таблице 6.

Таблица 6

Наименование минералов	Заданный минералогический состав в %	Действительный минералогический состав в %	
		по расчету	по подсчету
Алит	52,94	41,23	43,7
Белит	22,47	34,80	31,8
Браунмиллерит	11,13	11,13	{ 21,5
Трехкальциевый алюминат	7,36	8,90	
Периклаз	3,25	2,94	
Сумма	97,15	99,00	100,0

Как видно из данных, приведенных в таблице 6, содержание отдельных минеральных компонентов, определенное расчетным путем и установленное на основе фазового геометрического анализа клинкера, выражается весьма близкими цифрами. В то же время заданный минералогический состав довольно существенно отличается от фактического по содержанию минералов — силикатов.

В иммерсионных препаратах клинкера «Б-5» наличие свободной извести фенолятным методом не обнаружено. Глицератным методом установлено, что содержание свободной извести в клинкере составляет всего 0,008%.

На основе минералогического изучения клинкера «Б-5» следует сделать ряд выводов о ходе технологического процесса.

1. Беспорядочная текстура клинкера свидетельствует о тщательном смешении сырьевых компонентов.

2. Среднезернистая структура клинкера и практическое отсутствие свободной извести указывают на достаточно полное завершение хода высокотемпературных реакций.

3. Пониженное содержание в клинкере алита и повышенное — белита и трехкальциевого алюмината (по сравнению с заданным минералогическим составом) является результатом того, что при составлении сырьевой смеси было взято избыточное количество глинистого и недостаточное — карбонатного компонента.

Для составления второй сырьевой смеси (индекс клинкера и цемента «Б-6 (126+198+16)») использовались известняк из скважины № 126 и глина из скважины № 198 Бакировского месторождения, а в качестве корректирующей добавки — пиритные огарки. При расчете мы задавались коэффициентом насыщения равным также 0,88, но более низким ( $p=1,0$ ) глиноземным модулем. Согласно расчету, в шихту было взято 78,31% известняка, 19,54% глины и 2,15% колчеданных огарков. Кроме того, для снижения температуры обжига клинкера к сырьевой смеси было добавлено, как и в первом случае, 0,5% кремнефтористого бария.

Данные для проверки правильности расчета и определения химических составов шихты и клинкера «Б-6 (126+198+16)» приведены в таблице 7.

Определив по данным таблицы 7 модули клинкера, получаем: KH=0,88, n=2,14 и p=1,00. Следовательно, расчет произведен верно.

Подготовка сырьевой смеси к обжигу производилась таким же образом, как и в предшествующем опыте. Данные по температурному режиму обжига клинкера «Б-6 (126+198+16)» сведены в таблицу 8.

Сопоставление заданного (расчетного) и действительного химического состава клинкера «Б-6» произведено в таблице 9.

Таблица 7

Состав шихты	Содержание в %							Сумма
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	прочее	ППП выше 105° С	
78,31% известняка из скважины № 126 (48) дают	3,86	0,53	0,43	39,43	1,30	0,86	31,90	78,31
19,5% глины из скважины № 198 дают	9,94	2,72	1,28	1,78	0,79	0,88	2,15	19,54
2,15% пиритных огарков дают	0,27	0,04	1,58	0,03	0,11	0,01	0,11	2,15
100 частей шихты дают	14,07	3,29	3,29	41,24	2,20	1,75	34,16	100,00
В пересчете на 100 частей клинкера	21,37	5,00	5,00	62,64	3,34	2,65	—	100,00

Таблица 8.

Индекс клинкера	Продолжительность обжига в часах-минутах						Максимальная температура в град. С
	всего	до 1200° С	от 1200 до 1300° С	от 1300 до 1400° С	выше 1400° С	в град. С	
Б-6 (126+198+16)	6–20	2–05	1–00	1–45	1–30	—	1440

Таблица 9

Индекс клинкера	Содержание в %							Модули			
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	прочее	ППП выше 105° С	Сумма	KН	n	p
Б-6 (126+198+16) <sup>1</sup>	21,37	5,00	5,00	62,64	3,34	2,65	—	100,00	0,88	2,14	1,00
Б-6 (126+198+16) <sup>2</sup>	22,78	5,14	4,57	63,16	2,90	1,00	0,45	100,00	0,83	2,35	1,12

Из данных, приведенных в таблице 9, видно, что действительный химический состав клинкера «Б-6» отличается от заданного несколько повышенным содержанием кремнезема. По-видимому, это связано с некоторой неточностью дозировки сырьевых компонентов и с тем, что в качестве минерализатора использовался кремнефтористый барий. Этот вывод подтверждается результатами петрографического изучения клинкера.

Макроскопически клинкер «Б-6 (126+198+16)» представляет собой темно-серую, почти черную мелкопористую массу.

Под микроскопом клинкер характеризуется неравномернозернистой, в основном средне- и крупнозернистой структурой и беспорядочной текстурой. Ведущими минералами являются алит, белит и промежуточная масса.

Алит представлен светло-серыми зернами таблитчатого габитуса. Размер их варьирует от 0,01 до 0,1 мм и составляет в среднем 0,04–0,05 мм. В подавляющем большинстве зерен алита имеются мелкие (диаметром в 0,01–0,02 мм) округлые включения желтоватого цвета, являющиеся реликтами двухкальциевого силиката.

<sup>1</sup> Заданные химический состав и модули.

<sup>2</sup> Действительные химический состав и модули.

Белит встречается в двух формах — в виде вышеотмеченных мелких включений в зернах алита и в виде более крупных округлых индивидуумов, обычно группирующихся вокруг пор или микротреции. В последнем случае зерна двухкальциевого силиката характеризуются более темной («мутно-желтой») окраской. Диаметр их составляет в среднем 0,03–0,04 мм. Агрегаты белита достигают до 1–1,5 мм в поперечнике и образуют как бы «шарировые» включения среди других минералов.

Браунмиллерит представлен темно-коричневым, иногда почти черными выделениями, разделяющими отдельные зерна минералов — силикатов. В некоторых случаях промежуточная масса образует сотоидные агрегаты, с неправильными деформированными и разорванными ячейками, внутри которых находятся зерна двухкальциевого силиката.

Сопоставление заданного и действительного минералогического состава, полученного путем пересчетов химического состава клинкера с его фазовым геометрическим анализом, дано в таблице 10.

Таблица 10

Наименование минералов	Заданный минералогический состав в %	Действительный минералогический состав в %	
		по расчету	по подсчету
Алит	51,97	42,42	42,6
Белит	22,05	33,30	36,9
Браунмиллерит	15,20	13,89	20,5
Трехкальциевый алюминат	4,77	5,88	—
Периклаз	3,34	2,90	—
Сумма	97,33	98,39	100,0

Как и для предшествующего клинкера, действительный минералогический состав, полученный различными методами, характеризуется почти одинаковым содержанием отдельных компонентов. В то же время он отличается от заданного меньшим содержанием алита и значительно более высоким — белита.

Качественное определение свободной извести фенолятным методом ее наличия в клинкере не обнаружило. По данным количественного определения, произведенного глицератным методом, содержание свободной извести составляет всего 0,005%.

Подводя итог минералогическому изучению клинкера «Б-6(126+198+16)», следует отметить ряд положений о ходе технологического процесса.

1. Равномерное распределение минералов, слагающих клинкер, указывает на достаточно тщательное смешение сырьевых компонентов.

2. Средне- и крупнозернистая структура клинкера и ничтожное содержание в нем свободной извести являются свидетельством нормального завершения высокотемпературных реакций.

3. Пониженное содержание в клинкере алита и повышенное белита и трехкальциевого алюмината указывает на то, что при составлении сырьевой смеси было взято избыточное количество глинистого и недостаточное — карбонатного и железистого компонентов.

Для получения третьего клинкера (индекс «Б-7 (138+198+16)») сырьевая смесь составлялась из известняков скважины № 138 и глины скважины № 198 Бакировского месторождения. В качестве корректирующей добавки, как и в первых двух опытах, использовались пиритные огарки. Для расчета состава шихты мы задавались также коэффициентом насыщения равным 0,88, а глиноzemным модулем — средним между первым и вторым опытами — 1,20. Согласно сделанным расчетам, в сырьевую смесь было взято 79,36% известняка, 19,08% глины и 1,56%

пиритных огарков. Данные для проверки правильности расчета и определения химических составов шихты и клинкера «Б-7» приведены в таблице 11.

Таблица 11

Состав шихты	Содержание в %							Сумма
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	прочее	ППП выше 105°C	
79,36% известияка из скважины № 138 дают	4,49	0,64	0,37	40,12	0,91	0,54	32,29	79,36
19,08% глины из скважины № 198 дают	9,70	2,66	1,25	1,74	0,77	0,86	2,10	19,08
1,56% пиритных огарков дают	0,20	0,03	1,15	0,02	0,00	0,08	0,08	1,56
100 частей шихты дают	14,39	3,33	2,77	41,88	1,68	1,48	34,47	100,00
В пересчете на 100 частей клинкера	21,96	5,08	4,23	63,91	2,56	2,26	—	100,00

Определив по данным таблицы 11 модули клинкера, получаем:  $KH = 0,88$ ;  $n = 2,36$  и  $p = 1,20$ . Сопоставляя расчетные модули с заданными, убеждаемся в правильности произведенного расчета.

Сводные данные по температурному режиму обжига клинкера «Б-7» приведены в таблице 12.

Таблица 12

Индекс клинкера	Продолжительность обжига в часах-минутах						Максимальная t в град. С
	всего	до 1200° С	от 1200° до 1300° С	от 1300° до 1400° С	выше 1400° С		
Б-7 (138 + 198 + 16)	6-20	3-20	0-30	1-00	1-30	—	1420

Сопоставление расчетного (заданного) и действительного химического состава клинкера произведено в таблице 13.

Таблица 13

Индекс	Содержание в %							Сумма	[CaO] своб.	Модули		
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	прочее	ППП выше 105°C			KH	n	p
Б-7 (138 + 198 + 16) <sup>1</sup>	21,96	5,08	4,23	63,91	2,56	2,26	—	100,00	—	0,88	2,36	1,20
Б-7 (138 + 198 + 16) <sup>2</sup>	22,60	5,43	4,17	64,74	2,54	0,13	0,39	100,00	0,97	0,84	2,35	1,30

Из данных, приведенных в таблице 13, видно, что действительный химический состав клинкера «Б-7» отличается от заданного несколько повышенным содержанием кремнезема, глинозема, окиси кальция и пониженным — так называемых прочих соединений. В связи со значительным содержанием в полученном клинкере свободной извести и вышеотмеченным несоответствием отдельных химических компонентов, он имеет и меньший, чем ожидалось, коэффициент насыщения.

Макроскопически клинкер «Б-7» представляет собой темно-серую мелкопористую массу.

Под микроскопом клинкер отличается от ранее описанных неравномернозернистой, преимущественно мелко- и среднезернистой структурой. Текстура беспорядочная, участками «шлировая». Основными минеральными компонентами являются алит, белит и промежуточная масса.

<sup>1</sup> Заданные химический состав и модули.

<sup>2</sup> Действительные химический состав и модули.

Алит — ведущий минерал цементного клинкера — представлен светло-серыми зернами размером от 0,01 до 0,13 мм. В среднем поперечник зерен алита составляет 0,03—0,04 мм. В наиболее крупных из них встречаются мелкие (около 0,01 мм) округлые включения двухкальциевого силиката.

Белит представлен в основном агрегатами округлых желтых и желто-бурых зерен, как правило образующих кольцеобразные группы вокруг пор. Агрегаты зерен двухкальциевого силиката достигают в поперечнике нередко 1—1,5 и даже 2 мм, но в этом случае в «шилировых» участках белита вкраплены и зерна трехкальциевого силиката. Размер зерен белита составляет в среднем 0,04—0,05 мм.

Браунмиллерит встречается в виде темно-коричневых густок и вкраплений между вышеописанными двумя минералами. Форма индивидуумов четырехкальциевого алюмоферрита неправильная, остроугольная, нередко амебовидная; размер их колеблется от 0,01 до 0,05—0,06 мм. Отдельные участки клинкера то более, то менее обогащены скоплениями браунмиллерита. Иногда он образует настоящую «сеть», в узлах которой находятся зерна трехкальциевого силиката, но гораздо чаще встречаются в виде единичных, не связанных между собой образований уже отмеченного нами неправильного габитуса.

Сопоставление заданного (ожидаемого) и действительного минералогического состава клинкера «Б-7», полученного на основании данных его химического анализа и методом подсчета минералов в шлифах, произведено в таблице 14.

Таблица 14

Наименование минералов	Заданный минералогический состав в %	Действительный минералогический состав в %	
		по расчету	по подсчету
Алит . . . . .	53,41	44,23	44,5
Белит . . . . .	22,66	30,51	36,7
Браунмиллерит . . . . .	12,86	12,68	
Трехкальциевый алюминат.	6,29	7,32	18,8
Периклаз . . . . .	2,56	2,54	—
Известь свободная . . .	—	0,97	—
Сумма . . . . .	97,78	98,24	100,0

Из данных, приведенных в таблице 14, видно, что действительный минералогический состав отличается от заданного более низким содержанием алита и значительно более высоким — белита и трехкальциевого алюмината.

В результате анализа петрографических особенностей клинкера «Б-7 (138+198+16)» можно сделать ряд выводов по технологическому процессу его получения:

1. Беспорядочная текстура, выражаяющаяся в более или менее равномерном распределении слагающих клинкер минералов, указывает на достаточноную степень гомогенизации сырьевой смеси.

2. Неравномернозернистая, участками мелкозернистая структура клинкера и заметное содержание в нем свободной извести являются результатом недостаточной выдержки клинкера при высоких температурах (недожог).

3. Пониженное содержание в клинкере алита и повышенное — белита и трехкальциевого алюмината является основным следствием нару-

Таблица 15

Номер цемента	Наименование добавки	Равномерность на изменение объема %	Сроки схватывания в часах-минутах	Предел прочности в кг/см <sup>2</sup>						Марка		
				на разрыв			на сжатие					
				R <sub>7</sub>	R <sub>28</sub>	R <sub>90</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>28</sub>	R <sub>90</sub>			
B-5	Чистый Песок вольский Опока ляховская	— 21,2 21,0	выдержан 3—15	6—30	8,1	—	1382	22,5 19,7	20,0 22,4	306 310	430 310	385 345
B-6	Чистый Песок вольский Опока ляховская	— 22,0 27,5	выдержан 3—15	6—25	—	—	—	20,9 1384	28,0 22,3	246 15,0	504 265	549 375
B-7	Чистый Песок вольский Опока ляховская Опока Выровская	— 21,7 27,5 25,5	выдержан 2—10 1—35	7—10 6—30	8,2 —	—	—	18,4 14,0	12,5 211,5	267 263	250 250	
								14,8 10,0	20,0	122 —	217 229	448 186
								12,5 15,0	—	—	243 240	239 282
								18,5 20,0	18,5 —	—	212 212	280 250
								17,0 18,0	—	—	—	—

шения дозировки сырьевых компонентов (в шихту взято недостаточное количество карбонатного и избыточное — глинистого компонента) и частично результатом недожога.

В целом, как показывают результаты петрографического изучения, во всех трех опытах были получены цементные клинкеры удовлетворительного качества. Они, хотя и содержат пониженное (по сравнению с ожидавшимся) количество трехкальциевого силиката, имеют все же приемлемый минералогический состав.

Все три клинкера были размолоты в лабораторной чугунной мельнице с 3% двуводного гипса. После этого каждый из цементов был испытан по методике ГОСТ-970-41 без добавок. Кроме того, к цементам «Б-5 (126+198+6)» и «Б-6 (126+198+16)» было добавлено по 15% опоки Ляховского месторождения и по 10% молотого вольского песка, а к цементу «Б-7 (138+198+16)» также 15% опоки Выровского месторождения. Полученные пробы цемента были испытаны по той же методике. Результаты физико-механических испытаний всех этих цементов приведены в таблице 15.

Как видно из данных, приведенных в таблице 15, добавка песка к цементам «Б-6» и «Б-7» уменьшила в 28-дневном возрасте предел прочности разрыву, а добавка песка к цементам «Б-5» и «Б-7» несколько снизила даже предел прочности образцов на сжатие по сравнению с недельным возрастом. Приращение механической прочности у цементов «Б-5» и «Б-6» с добавкой песка в трехмесячном возрасте по сравнению с месячным или не происходит вовсе (цемент «Б-6»), или же происходит очень мало. Цементы с добавкой опоки в недельном возрасте, как правило, имеют несколько меньший предел прочности на сжатие и на разрыв по сравнению с «чистыми» цементами или цементами с добавкой песка. Но в месячном и, особенно, в трехмесячном возрасте цементы показывают резкое возрастание механической прочности на сжатие, а у цемента «Б-5» также и на разрыв. Механическая прочность на сжатие в трехмесячный срок у цемента «Б-5» с добавкой опоки в 1,4—1,6 раза выше, чем у того же цемента без добавки или с добавкой песка, а у цемента «Б-6» с добавкой опоки она выше даже в 1,6—1,8 раза.

Если отвлечься абсолютных величин предела прочности различных цементов и выразить его изменение в процентах к каждому предшествующему сроку твердения и сопоставить изменения этого параметра с минералогическим составом клинкера, то мы получим результаты, приведенные в таблице 16.

Анализируя данные, приведенные в таблице 16, можно сделать ряд выводов.

1. Характер изменения механической прочности цементов зависит от трех факторов: а) суммы активных минералов (алита и трехкальциевого силиката), б) абсолютного содержания наиболее активного минерала — трехкальциевого силиката и в) содержания в цементе свободной извести.

2. Наиболее благоприятное воздействие добавка опоки оказывает на механическую прочность того цемента, в котором наибольшее содержание активных минералов и, в первую очередь, трехкальциевого алюмината. Нарастание механической прочности в возрасте от 7 до 28 дней наиболее быстро проходит у цемента «Б-5», характеризующегося сравнительно высоким содержанием трехкальциевого алюмината. Напротив, у цемента «Б-6», в котором трехкальциевого алюмината меньше, наибольшее возрастание прочности происходит за период твердения от 28 до 90 дней.

3. Даже сравнительно небольшое количество свободной извести уменьшает механическую прочность чистого цемента и цемента с добавкой песка и значительно замедляет нарастание прочности за период с 7 до 28 дней у цемента с добавкой опоки (цемент «Б-7»).

В целом проведенные технологические опыты показывают, что до-

Таблица 16

Индекс цемента	Наименование добавки	Минералогический состав в %						Изменение прочности в %						
		C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> S/C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>3</sub> AF	C <sub>3</sub> A/C <sub>3</sub> AF	R <sub>28</sub> /R <sub>7</sub>	R <sub>56</sub> /R <sub>28</sub>	R <sub>10</sub> /R <sub>28</sub>				
Б-5(=126+198+16)	Чистый Песок вольский Опока ляхов- ская	— 21,2 41,23	34,80 34,80	1,18 1,18	8,90 8,90	11,13 11,13	0,80 0,80	50,13 50,13	0,008 0,003	-12,4 + 1,5	+ 40,5 + 0,6	-10,5 + 11,3		
Б-6 (+126+198+16)	Чистый Песок вольский Опока ляхов- ская	— 10 15	22,0 41,23 41,23	33,30 33,30 34,80	1,27 1,27 1,18	5,88 5,88 8,90	13,89 13,89 11,13	0,42 0,42 0,80	48,30 48,30 50,13	0,005 0,005 0,008	-32,7 -13,9 + 7,2	+ 23,3 - 10,7 + 25,	+ 41,5 + 26,2 + 104,9	+ 8,9
Б=7 (138+198+16)	Чистый Песок вольский Опока ляхов- ская Опока выров- ская	— 10 15 15	25,5 44,23 30,51 44,23 30,51 29,5 44,23 30,51 15 27,0	44,23 30,51 1,45 44,23 30,51 1,45 44,23 30,51 145	30,51 30,51 7,32 30,51 7,32 12,68 12,68 12,68 145	1,45 1,45 7,32 1,45 7,32 0,58 0,58 0,58 0,58	12,68 12,68 0,58 12,68 0,58 51,55 51,55 51,55 0,97	0,58 0,58 — 0,58 0,97 0,97 0,97 0,97	51,55 51,55 — 51,55 51,55 — — —	0,97 0,97 —16,7 —7,5 +5,9 0,0 —	— — — — — — —	-18,8 — — — — — —	—	

бавка к цементам опоки во всех случаях более предпочтительна, чем добавка молотого кварцевого песка. При этом существенной разницы в воздействии на качество цемента между опоками Ляховского и Выровского участков, по крайней мере в месячный срок твердения образцов, не наблюдается.

#### 4. Экономическая эффективность различных видов добавок<sup>1</sup>

Добавки к цементу, как правило, применяются не только для улучшения его качества, но и для увеличения выпуска продукции и снижения ее себестоимости. В связи с этим важно выявить также экономическую эффективность различных видов добавок.

Как уже упоминалось выше, вблизи площадки Шугуровского цементного завода пригодных по качеству природных инертных материалов нет. Казанский речной порт ведет в настоящее время подводным способом добычу песчано-гравийной смеси на Котловском месторождении. Отпускная цена 1 тонны этой смеси на месте разработки составляет 5,5 рубля, доставка до порта Набережные Челны — 5,9 рубля. Если от ст. Круглое Поле будет проведена железная дорога в порт Набережные Челны, то перегрузка 1 тонны песка с баржи в вагон обойдется еще в 6 рублей. Доставка 1 тонны песка по железной дороге в г. Лениногорск будет стоить 8,7 рубля и от ст. Новая Письмянка до площадки Шугуровского завода по железнодорожной ветке особого назначения еще около 5 рублей. Таким образом 1 тонна сырой добавки обойдется заводу по меньшей мере в 31 руб., а в пересчете на 1 тонну сухой добавки при средней влажности в 15% стоимость ее составит:  $31 + 0,15 \cdot 31 = 35,65$  рубля (округленно — 36 рублей).

Стоимость 1 тонны сухих добавок может быть определена по формуле:

$$Д_с = Д_к + Т + Э + З + А + Р_о + Р_{ii},$$

где:  $Д_с$  — стоимость 1 тонны сухой добавки,  $Д_к$  — стоимость сырой добавки с учетом влажности,  $T$  — расходы на топливо,  $Э$  — затраты на электроэнергию,  $З$  — расходы на заработную плату,  $A$  — на амортизацию,  $P_o$  — расходы, связанные с работой оборудования, и  $P_{ii}$  — цеховые расходы.

На Шугуровском цементном заводе в качестве топлива будет использоваться попутный нефтяной газ с калорийностью в 10000 калорий и отпускной ценой 15 копеек за 1 кубометр. При влажности песков в 15% для получения 1 тонны сухих добавок потребуется около 35 кг условного топлива. Отсюда  $T = 35 \cdot \frac{7000}{10000} \cdot 0,15 = 3,68$  рубля.

На Сенгилеевском цементном заводе в 1954 г. на сушку 1 тонны добавок затрачивалось около 10,9 киловатт-часов электроэнергии. Поскольку на Шугуровском заводе будет использоваться электроэнергия Волжской гидроэлектростанции с отпускной ценой в 5 копеек за 1 киловатт-час, расходы по статье «электроэнергия» можно ориентировочно оценить в 0,55 рубля ( $Э = 10,9 \cdot 0,05$ ).

По остальным статьям калькуляции ( $З + A + P_o + P_{ii}$ ) расходы на Сенгилеевском заводе составляли 10,5 рублей на тонну сухих добавок. Принимая этот показатель, определяем стоимость 1 тонны сухого песка на Шугуровском заводе в 50,73 рубля (округленно в 51 рубль).

Несколько дешевле обойдется стоимость 1 тонны сухой гидравлической добавки с Ляховского месторождения. Стоимость добычи 1 тонны опоки на карьере, учитывая благоприятные горнотехнические условия (малая вскрыша, отсутствие необходимости в применении буровзрывных работ), не будет превышать 4—5 рублей. При накладных расходах в 20% отпускная цена тонны опоки заводу составит около 6 рублей. По суще-

<sup>1</sup> Все расчеты произведены по ценам 1960 г.

Таблица 17

ствующему железнодорожному тарифу доставка 1 тонны груза от ст. Выры до ст. Письмянка обойдется в 12,25 рубля, а от ст. Письмянка до завода по железнодорожной ветке особого назначения—еще около 5 рублей. Следовательно, с учетом транспортировки, 1 тонна сырой опоки обойдется заводу примерно в 23,5 рубля. Принимаем, что средняя горная влажность опок Ляховского месторождения будет равна влажности ее на карьере Сенгилеевского завода—26%. В этом случае 1 тонна сухой добавки, с учетом транспортных издержек, но без затрат на сушку, обойдется Шугуровскому заводу в 29,61 рубля.

Для получения 1 тонны сухой гидравлической добавки при горной влажности в 26% необходимо затратить по проектным нормам около 60 кг условного топлива. Отсюда  $T = 60 \cdot \frac{7000}{10000} \cdot 0,15 = 6,3$  рубля. Расходы по остальным статьям калькуляции (электроэнергия, зарплата, амортизация, расходы, связанные с работой оборудования, цеховые расходы) могут быть приняты на уровне соответствующих затрат Сенгилеевского завода. Они составят, как и для сушки инертной добавки, 11,05 рубля. Таким образом, 1 тонна сухой гидравлической добавки с Ляховского месторождения обойдется Шугуровскому цементному заводу в 46,96 рубля (округленно в 47 рублей).

Для того, чтобы установить экономически наиболее выгодные условия использования гидравлических и инертных добавок для производства цемента на Шугуровском заводе, нам необходимо, прежде всего, определить ориентировочную себестоимость 1 тонны его клинкера. Как известно, выявленные в настоящее время запасы цементного сырья позволяют построить завод, оснащенный врачающимися печами  $\varnothing 4 \times 150$  м. Расчеты заводской себестоимости клинкера сделаны нами на основе проектных величин по удельному расходу топлива и электроэнергии на данных типах заводов. При этом мы принимали, что затраты по таким статьям, как «зарплата», «амортизация», «расходы, связанные с работой оборудования, цеховые и общезаводские» на Шугуровском заводе будут равны средним показателям за 1956 г. по Белгородскому, Себряковскому, Карадагскому и Николаевскому заводам, оснащенными старыми обжиговыми печами размером  $3,6 \times 3,3 \times 3,6 \times 150$  м. Исходя из конкретных горно-геологических условий, нами было принято также, что стоимость 1 тонны известняка будет около 8 рублей, а глины—6 рублей. Результаты расчетов представлены в таблице 17.

Как видно из данных таблицы 18, заводская себестоимость тонны клинкера будет равна примерно 62 рублям. Это означает, что она будет одной из наиболее низких в Советском Союзе.

Стоимость помола 1 тонны цемента (клиникер+добавки) на различных типах заводов колеблется в широких пределах и определяется в первую очередь типом мельниц. На таких заводах, как Николаевский и Себряковский, оснащенных новыми мельницами  $2,6 \times 13$  м производительностью до 29,5 тонн цемента в час, стоимость помола в 1956 г. не превышала 10,63—11,22 рубля. На Николаевском заводе на помол тонны цемента расходовалось 31,5 киловатт-часа электроэнергии, а на Себряковском 37,06 киловатт-часа. На Шугуровском заводе при соответствующих показателях затраты на электроэнергию для помола тонны цемента составят от 1,58 до 1,85 рубля, а по остальным статьям калькуляции от 6,28 до 6,55 рубля. Таким образом, ориентировочная стоимость всего помола, определенная как средняя величина по Николаевскому и Себряковскому заводам, будет равна для Шугуровского завода около 8 рублей.

Как известно, государственным стандартом допускается введение в состав цемента 15% гидравлических или 10% инертных добавок. Исходя из этого, целесообразно теперь произвести расчеты заводской себестоимости 1 тонны портланд-цемента при введении в его состав или опок

№ п/п	Наименование статей расходов	Единица измерения в натуральном выражении на 1 т клинкера	2 печи $\varnothing 4 \times 150$ м по мокрому способу		
			расход в натуральном выражении на 1 т клинкера	стоимость в руб.	расход в руб. на 1 т клинкера
1	Сырье:				
	а) известняк . . . . .	т	1,35	8	10,80
	б) глина . . . . .	т	0,35	6	2,10
	в) корректирующие добавки (пиритные огарки)	т	0,02	75	1,50
	г) интенсификаторы обжига . . . . .	т	0,005	500	2,50
2	Мельющие тела . . . . .	кг	1,3	1	1,30
3	Топливо (газ) . . . . .	кг (условного)	204	$\frac{7000}{10000} \cdot 0,15 = 0,105$	21,42
4	Электроэнергия . . . . .	квт·час	54,8	0,05	2,74
5	Зарплата . . . . .	—	—	—	2,00
6	Амортизация . . . . .	—	—	—	5,70
7	Расходы, связанные с работой оборудования, цеховые и общезаводские	—	—	—	11,90
Итого (округленно)			—	—	62,00

Ляховско-Выровского, или песка Котловского месторождений. Расчеты

$$\text{Ц}_c = \frac{P_k}{100} K_c + \frac{P_d}{100} D_c + \Pi,$$

где  $\text{Ц}_c$  — заводская себестоимость 1 тонны цемента,  $P_k$  — процентное содержание клинкера,  $K_c$  — себестоимость 1 тонны клинкера,  $P_d$  — процентное содержание добавки,  $D_c$  — стоимость 1 тонны сухой добавки и  $\Pi$  — стоимость помола 1 тонны цемента. Подставив уже известные нам величины в эту формулу, определяем, что заводская себестоимость 1 тонны цемента с 15% опоки Ляховско-Выровского месторождения составит 67,75 рубля (округленно 68 рублей), а с 10% песка Котловского месторождения — 68,90 рубля (округленно 69 рублей). Таким образом, основной показатель работы предприятия — себестоимость его продукции — будет ниже при использовании привозных гидравлических добавок.

Для оценки экономической эффективности различных видов добавок следует учесть также возможную разницу в капиталовложении для организации их разработки и вывозки. Горнокапитальные затраты для организации карьера по добыче опок Ляховско-Выровского месторождения из-за малой вскрыши и возможности доставлять до линии железной дороги на короткое (не более 1—3 км) расстояние сырье автотранспортом будут сравнительно невелики. Отдельных капиталовложений для развития путевой сети на железнодорожной станции в этом случае не потребуется.

При использовании в качестве гидравлических добавок опок Большое-Ключищенского месторождения, которые будет разрабатывать Ульяновский цементный завод, не нужно дополнительных затрат на открытие карьера. Однако, по мнению Управления промышленности строительных материалов Ульяновского совиархоза, увеличение мощности карьера опок потребует расширения путевого хозяйства и самого карьера и железнодорожного разъезда Б. Ключищи. В условиях сильно пересеченной

местности это потребует значительного долевого участия в капитало-вложениях Шугуровского цементного завода. Для использования в каче-стве добавок песка Котловского месторождения также потребуется про-кладка железнодорожной ветки от ст. Круглое Поле до пристани Набе-режные Челны, а это будет связано с многомиллионными затратами.

### 5. Заключение

В случае, если будет решен вопрос о строительстве Шугуровского цементного завода, с особой остротой на очередь станет вопрос об обеспечении завода качественными гидравлическими добавками.

Обеспечение завода такими добавками может идти за счет Большеключиценского и Ляховско-Выровского месторождений.

Летом 1960 г. ГПК треста «Татнефтегазразведка» на Ляховско-Выровском месторождении были произведены (по нашей рекомендации) поисково-разведочные работы. Эти работы подтвердили высокое качество опок, благоприятные горнотехнические условия их залегания и значительные запасы. Поэтому после принятия решения о строительстве Шугуровского цемзавода ГПК треста «Татнефтегазразведка» на данном месторождении необходимо провести детальные разведочные работы. Если эти работами будет установлено высокое качество опок на всей площа-ди месторождения, организация разработки их здесь будет предпочтительнее.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Активные минеральные добавки к вяжущим веществам. ГОСТ 6269-54.
2. Незимов В. Н. «Татарии нужен цементный завод». Технико-экономический бюллетень Татсовнархоза, № 5, 1958.
3. Песок кварцевый как добавка к портланд-цементу. ОСТ НКТП 3055.
4. Сидоров А. К. «Технологические испытания нерудного минерального сырья», Госгеолиздат, Москва, 1949.
5. Технико-экономические показатели работы цементной промышленности за 1951—1954 гг., вып. IV, Государственный Всесоюзный научно-исследовательский институт цементной промышленности «НИИЦемент», Москва, 1955.
6. Технико-экономические показатели работы цементной промышленности СССР за 1958 г. и семилетие 1952—1958 гг., вып. XV, Госпланиздат, 1959.
7. Цементы: портланд-цемент, пластифицированный портланд-цемент, пущолановый портланд-цемент, шлако-портланд-цемент. ГОСТ 970—41.

М. С. Кавеев и Ф. С. Хабибуллина

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСКОЙ АССР

Инженерно-геологические исследования на территории Татарской АССР тесно связаны со строительством промышленных предприятий и других инженерных сооружений. Еще до Великой Октябрьской социалистической революции, в связи с железнодорожным строительством, были проведены «геолого-технические железнодорожные изыскания», при постройке Рязано-Казанской железной дороги в 1891—1892 гг., в местах перехода железнодорожной линии Москва — Казань через Волгу — в 1906 г. и ж.-д. линии Бугульма — Чишма через р. Ик — в 1912 г. Эти исследования проводились крупными геологами того времени Дитмором, А. А. Штукеибергом, М. Э. Ноинским. Несмотря на это, работы носили примитивный характер, так как инженерная геология еще не была оформлена как наука и проводимые работы не могли базироваться на достаточной теоретической основе. Крупные сооружения (жилые дома, здания фабрик и заводов) строились без выявления инженерно-геологических условий. Здания сооружались с большим коэффициентом прочности, что было связано с излишней тратой строительных материалов и удоро-жанием строительных работ.

В районах, неблагоприятных с точки зрения инженерно-геологиче-ских условий, здания хотя и были построены с большим запасом прочности, все же, подвергались разрушению (бывшие номера Музурова, каменные дома по ул. Дегтярной, Островского и т. д.). Однако в целом они представляли прочные, фундаментальные сооружения.

Наиболее широкий размах инженерно-геологические исследования получили после Великой Октябрьской социалистической революции. До 1928 года, в годы эпидемии были проведены инженерно-геологические иссле-дований по линиям перехода проектируемых железных дорог через Каму, озеро Кабан и через Волгу в районе Красного железнодорожного моста. Все эти работы проводились под непосредственным руководством про-фессора Казанского университета М. Э. Ноинского. Геологической орга-низации, укомплектованной специалистами и оснащенной соответствую-щим оборудованием для ведения геолого-разведочных работ, в это время еще не было.

Поэтому оценка инженерно-геологических условий производилась лишь исходя из общих геологических условий района. В 1928 году при Татарском совнархозе организуется геолого-разведочное бюро; далее его функции переходят кабинету по изучению недр и подземных вод ТатНИЭИ, а в 1931 году создается Татарский геолого-разведочный трест.

Эти организации уже были оснащены соответствующим для того времени буровым оборудованием, лабораторией и укомплектованы молодыми специалистами, окончившими геологическое отделение Казанского университета.

Этот период характеризуется развертыванием строительства крупных промышленных предприятий на территории г. Казани. В связи с этим были проведены инженерно-геологические исследования на окраинах города Казани: близ д. Караваево, Дербышки, Поповка, Архангельское и др., близ ст. Юдино, в районе проектируемого нового города Зеленодольска. В работах по изучению инженерно-геологических условий на площадках строительства предприятий и рабочих поселков в период с 1930 по 1940 г. принимали участие Н. П. Герасимов, Н. И. Гурьева, П. В. Дмитриев, С. С. Ефимов, М. С. Кавеев, З. А. Макеев, В. В. Маркин, А. В. Миртова, А. И. Рябикова, Е. И. Тихвинская, А. А. Трофимук, В. Федоров, В. В. Щепин и др.

Кроме того, по просьбе Гипрогора Татгеголстрестом были проведены инженерно-геологические исследования по специальной тематике в районе гг. Казани и Зеленодольска. Были изучены причины деформации грунтов в верхней части г. Казани (М. С. Кавеев, В. В. Маркин), исследованы карстовые явления в районе гг. Зеленодольска, Казани, рабочего поселка Дербышки (М. С. Кавеев, В. В. Щепин, Б. М. Юсупов, Е. И. Тихвинская, Т. И. Раков, В. Г. Гольдман, Д. А. Ханов и др.) и овражная эрозия (Гребенкин, М. С. Кавеев, Л. Николаева, В. Н. Сементовский).

В связи с проблемой Большой Волги и Камы Гидроэлектропроектом были проведены крупные инженерно-геологические исследования по Каме и Волге. В Казани была организована в 1931 году специальная контора Камстрой. В работе Камстроя принимали участие П. В. Дмитриев, А. В. Миртова, С. Г. Каштанов, Х. Г. Хачатуровян, Б. В. Селивановский, В. В. Батыр и др. Ими были изучены общие инженерно-геологические условия долины р. Камы, выявлены возможные варианты строительства плотин, исследованы оползневые явления в пермских образованиях.

В связи с проектированием Куйбышевской гидроэлектростанции была проведена большая работа по изучению условий подтопления территории г. Казани. Эти работы впервые были начаты в 1933 году Татгеголстрестом (М. С. Кавеев, А. А. Трофимук, П. П. Шатилов), далее были продолжены Камстроем (А. В. Миртова) и в основном завершены 10-й инженерно-геологической партией Управления строительства Куйбышевского гидроузла (П. В. Дмитриев, А. В. Миртова, Е. Ф. Станкевич, Л. Селивановская, Г. А. Финк, М. М. Захаров, Р. А. Веденикова); последними был дан прогноз подтопления и разведаны трассы обвалования и дренажной сети. Работы аналогичного характера, но в значительно меньшем объеме были выполнены в районе г. Зеленодольска, Юдино (Ю. К. Соловьев). Кроме того, по Каме были проведены детальные изыскания сокольегорского варианта строительства плотины (В. В. Сахаров, Ф. А. Бегишев).

Резко сократились инженерно-геологические исследования в годы Отечественной войны. Тем не менее этот период характеризуется дальнейшим углублением и обобщением материалов инженерно-геологических исследований, ранее полученных по отдельным участкам и площадкам. Обобщением инженерно-геологических материалов по г. Казани и ее окрестностям в военные годы занимался Г. А. Штерн. Разрешением ряда инженерно-геологических вопросов, связанных с обстановкой военного времени (сооружение оборонительных рубежей), занималась лаборатория АН СССР под руководством академика Ф. П. Саваренского совместно с группой местных геологов. Изучением просадочности лессовидных грунтов, распространенных в районе г. Казани, занимались Г. А. Штерн, Т. Е. Григорьева, В. А. Полянин.

Послевоенные годы восстановления и развития народного хозяйства характеризуются новым широким размахом инженерно-геологических исследований. Проектирование и строительство новых крупных промышленных объектов, гидроузлов на Волге, Каме и других реках, широкое развертывание строительства новых городов, рабочих поселков в нефтяных районах республики неизменно сопровождались производством полного комплекса инженерно-геологических исследований.

Региональные инженерно-геологические исследования на территории Татарской АССР начались с момента организации в Казани филиала АН СССР.

В течение 1947—1950 гг. путем маршрутных исследований и площадной съемки отдельных районов на всей территории Татарской АССР были изучены общие закономерности развития и распределения карстовых и оползневых явлений, выявлены районы развития овражной и речной эрозии, установлены основные районы проявления дюнных песков и лессовидных суглинков и т. д. В выполнении этих работ принимали участие научные сотрудники филиала У. З. Галиев, Б. В. Васильев, М. С. Кавеев, Ф. С. Хабибуллина. Данная работа в настоящее время служит теоретической основой для решения ряда практических вопросов, связанных со строительством промышленных предприятий и гражданских сооружений.

Детальные инженерно-геологические исследования в нашей республике начали проводить после опубликования постановления Совета Министров СССР о строительстве Куйбышевского гидроузла в 1950 г.

Помимо исследований непосредственно на участках гидроузлов, инженерно-геологические работы в связи с проектированием защитных мероприятий и прогнозом переработки берегов проводились на отдельных участках расположения крупных населенных пунктов и промышленных объектов. Инженерно-геологические исследования по отдельным объектам, подвергнутым затоплению, подтоплению и переформированию берегов, проводились, главным образом, институтами Ленгипрокоммунстрой, Мосгипрокоммунстрой МКХ РСФСР, Московским государственным университетом, Казанским филиалом АН СССР и другими организациями. Основными объектами инженерно-геологических исследований Ленгипрокоммунстроя и КФАН СССР, начиная с 1950 г., были г. Зеленодольск, Васильево, Камское Устье, Тетюши, Чистополь.

Буровые работы по всем вышеперечисленным объектам, согласно программе работ, составленной в основном Казанским филиалом АН СССР, проводились Ленгипрокоммунстроя.

Казанским филиалом АН СССР на основании данных бурения Гипрокоммунстроя и дополнительных полевых инженерно-геологических исследований был дан прогноз переработки берегов для населенных пунктов Камское Устье, Тетюши, Чистополь и прогноз подтопления для территории г. Казани. В этих работах принимали участие У. З. Галиев, Т. Е. Данилова, Ф. С. Хабибуллина, Ф. З. Булатова под руководством М. С. Кавеева.

По отдельным объектам прогноз подтопления и переработки берегов был дан геологами Гипрокоммунстроя И. И. Пархоменко и Е. Захаровым.

Значительные инженерно-геологические изыскания проводились и на территории г. Казани в связи с сооружением вокруг нее крупных защитных сооружений от подтопления и затопления водохранилищем и в связи с сооружением речного порта. Основные работы выполнила инженерно-геологическая партия Ленгипрокоммунстроя под руководством И. И. Пархоменко.

Результаты бурения на карст, проведенного Гипрокоммунстроя в районе г. Казани, обработаны и обобщены М. С. Кавеевым.

Инженерно-геологические исследования с охватом всей территории, прилегающей к водохранилищу от г. Ставрополя на Волге до г. Чистополя, проводились в 1950—1952 гг. Казанским филиалом АН СССР.

поля на Каме, в 1951—1952 годах проводила группа партий Волжской экспедиции Всесоюзного гидрогеологического треста и Московского университета. Задачей экспедиции было проведение инженерно-геологических исследований по всей территории, прилегающей к водохранилищу, а также детальных исследований на участках сельских населенных пунктов в зоне влияния водохранилища и на новых площадках переселения из зоны затопления. В проведении этой работы принимали участие, кроме сотрудников экспедиции НИИ и МГУ, сотрудники геологического и географического факультетов КГУ. Научное руководство и консультацию работ осуществляли Г. С. Золотарев, Д. С. Соколов, Е. Шанцер, В. А. Полянин.

С сооружением Куйбышевского гидроузла на Волге связаны инженерно-геологические изыскания Татпроекта и Казанского филиала АН СССР на новой площади переселения г. Куйбышева, а также рекогносцировочные исследования геодинамических явлений в северной части Куйбышевского водохранилища, выполненные в 1952 г. сотрудниками инженерно-геологической лаборатории по просьбе Ленгидропроекта.

Несколько позднее (1953—1957 гг.) значительные инженерно-геологические исследования, связанные с выбором створа для Нижне-Камской ГЭС, были начаты по долине р. Камы на участке г. Чистополь — Набережные Челны. Впоследствии инженерно-геологическими исследованиями с полным комплексом работ, необходимых для гидротехнического проектирования, была охвачена огромная зона затопления и прилегающая к ней территория. Детальным исследованиям с точки зрения переформирования берегов, подтопления и затопления были подвержены территории городов, крупных поселков и промышленных предприятий, расположенных в зоне влияния проектируемого подпора. Эти работы производились 8-й экспедицией Гидропроекта под руководством Г. И. Горецкого и Т. С. Кавеева.

Крупные инженерно-геологические исследования на территории Татарии были вызваны также открытием нефтяных месторождений в республике. Строительство нефтяных предприятий, размещение новых городов и поселков для нефтяников потребовали производства новых инженерно-геологических исследований.

Специальные инженерно-геологические исследования на карст с комплексом геофизических работ, а также изучение инженерно-геологических свойств грунтов, служащих основанием сооружений, были проведены в 1953 г. трестом Татнефтегазразведка, КФАН СССР, институтом Гипрогоризонта и Башнефтегеофизика в Столбцовском районе (М. С. Кавеев, Н. И. Гурьева и В. И. Куринин, Л. И. Сурец и др.).

В 1954—1955 гг. были проведены комплексные инженерно-геологические исследования по изучению карстовых явлений на площадке строительства города нефтяников — Альметьевска. Производством работ занимались трест Татнефтегазразведка, Казанский филиал АН СССР, трест Центргеофизика, Гипрокоммунстрой МКХ с участием геологов М. С. Кавеева, М. П. Верясовой, Ю. В. Мухина, М. М. Петухова, У. З. Галиева, Ф. С. Хабибуллиной, Н. Н. Цыганова, К. А. Исмаилова, геофизиков Г. Я. Сурец, Л. И. Маргевич. Кроме того, Гипрокоммунстрой на этой же территории провел исследования несущих свойств грунтов (Н. Г. Кивели).

Общие инженерно-геологические изыскания проведены на отдельных площадках в связи со строительством промышленных предприятий, сооружением водохранилищ на малых реках и теплоэлектроцентрали в районе г. Западного, в юго-восточных нефтяных районах республики.

Специальные работы на карст выполнены рядом организаций в районе рабочего поселка Васильево, гг. Зеленодольска и Казани в связи с размещением промышленных предприятий, жилых поселков и строительством Куйбышевской ГЭС.

Крупные инженерно-геологические работы осуществляются в настоящее время в связи со строительством завода органического синтеза в Казани и нефтеперерабатывающего завода (Н. И. Гурьева, трест Татнефтегазразведка; Г. П. Левашев, Гипрокоакуцук).

Наряду с этими крупными инженерно-геологическими исследованиями немаловажную роль в изучении инженерно-геологических условий нашей республики играют систематические изыскания, проводимые Татпроектом и трестом Татнефтегазразведка на отдельных небольших площадках, отведенных под школы, жилые дома, здания МТС, РТС и другие предприятия. С каждым годом значение таких исследований возрастает, увеличивается круг вопросов, которые они разрешают, совершенствуется методика проведения исследований.

В процессе проведенных на территории Татарии инженерно-геологических исследований накоплен огромный и разнообразный материал по геологическому строению, гидрогеологическим условиям, физико-геологическим явлениям, инженерно-геологическим свойствам пород, позволяющий дать общую характеристику инженерно-геологических условий всей территории республики.

В последние годы лаборатория инженерной геологии и гидрогеологии КФАН СССР начала работу по обобщению и систематизации накопившегося материала инженерно-геологических исследований. К таким работам следует отнести сводный очерк по инженерно-геологическим исследованиям карстовых явлений в Волжско-Камском крае, написанный в 1959 г. М. С. Кавеевым. В работе наряду с обобщением фактического материала разработана методика инженерно-геологических исследований карстовых явлений. Ф. С. Хабибуллиной обобщен и систематизирован материал многолетних инженерно-геологических исследований на левобережье Волги в пределах Татарской АССР.

Как видно из краткого обзора истории инженерно-геологических исследований, необходимость этих работ диктовалась развитием на территории Татарской АССР оползневых и карстовых явлений, наличием лессовидных суглинков и плывунов, легко поддающихся разрушению золовых песков, развитием овражной и речной эрозии и т. д.

Кроме того, инженерно-геологические исследования проводились в связи с организацией защитных мероприятий в зоне влияния Куйбышевского водохранилища и со строительством Нижне-Камской ГЭС, а также строительством промышленных и гражданских сооружений с целью определения допускаемой нагрузки на грунты, служащие основанием сооружений.

В результате проведенных многочисленных инженерно-геологических исследований установлено, что проявление физико-геологических явлений (карст, оползни, эрозия и др.) тесно связано с развитием древней и современной гидрографической сети, при направляющем воздействии тектонических сил. Разнообразие форм проявления физико-геологических явлений обусловлено климатическими, биогенными, почвообразовательными, геологическими и другими факторами.

Кроме естественных факторов, существенная роль в развитии физико-геологических явлений принадлежит человеку.

Территория Татарской АССР в течение мезозойской и кайнозойской эр переживала континентальный режим. Лишь в юго-западной части республики этот режим был нарушен в верхнеюрский и нижнемеловой периоды вторжением моря. В результате длительного господства континентальных условий, как это установлено М. Э. Ноинским, еще в третичный период определились основные черты современной гидрографической сети. Эта гидрографическая сеть в конце третичного периода была значительно слажена за счет аккумуляции песчано-глинистых осадков акчагыльского моря.

В течение четвертичного периода неоднократные наступление и от-

ступление ледника сопровождалось снова возобновлением эрозионных процессов вдоль погребенных древних речных долин и завершилось на-коплением осадков. Таким образом третичный и четвертичный периоды характеризуются неоднократным изменением положения базиса эрозии.

Существенное влияние на общий ход формирования эрозионной сети оказали тектонические процессы. В значительной части территории наблюдается определенная преемственность тектонических элементов рельефа, в основном выражаясь в том, что речные долины, как правило, соответствуют пониженным участкам и зонам тектонических раздроблений, а водоразделы — тектонически приподнятым участкам.

Деформация осадочной толщи была связана не только с формированием крупных и небольших поднятий и куполов, но и сопровождалась разрывом сплошности, характеризующейся зональным и региональным раздроблением жестких пород и структурным течением жесткопластичных пород.

Тектонические процессы оказали влияние также на формирование рельефа, наложили определенный отпечаток на гидрологические условия, на ход развития процессов выветривания и т. д.

На фоне общего развития речных долин разрабатывалась и овражная сеть. Однако ее проявление на территории Татарской АССР происходило неравномерно.

Сильно расчлененные районы с густотой выше 0,6 км оврагов и балок на 1 км<sup>2</sup> площади занимают 2,6% (правобережье Волги, Камы и Вятки, междуречья рек Ашит, Казанки и Меши), среднерасчлененные районы с густотой от 0,3 до 0,6 км на 1 км<sup>2</sup> площади составляют 15,2% (левобережье Волги и Камы), слаборасчлененные районы с густотой от 0,01 до 0,3 км на 1 км<sup>2</sup> занимают 48,3% (восточная часть республики), нерасчлененные районы составляют 4,9% от площади республики (преимущественно западная часть Закамья).

Расчлененность поверхности обусловливается формами как древней, так и современной эрозии. К первым относятся в основном балки, балочные долины, ко вторым — овраги, промоины, борозды размыва.

Расчлененность поверхности республики связана в основном с древней эрозией. Процессы современной эрозии не имеют повсеместного развития, они приурочены, главным образом, к районам, широко охваченным древней эрозией, к районам развития эрозионно-тектонического рельефа. Менее всего развита современная овражная эрозия в области развития аккумулятивного рельефа.

Современный цикл овражной эрозии характеризуется развитием в двух направлениях: 1) по линии образования и роста новых первичных размывов — оврагов, 2) по линии оживления эрозии в древних, балках в виде образования вторичных оврагов.

Распространение современных активных форм овражной эрозии находится в зависимости от древней эрозионной сети. Однако интенсивность проявления современной овражной эрозии не всегда связана со степенью расчлененности территории эрозионной сетью. Поэтому для характеристики географического распространения овражной эрозии нами на территории Татарии выделяются овражно-эрэзионные районы с очень сильно, умеренно и слабо развитой овражной эрозией (1954 г. — М. С. Кавеев, Б. В. Васильев, У. З. Галиев, Ф. С. Хабибуллина).

Наиболее значительные площади, подверженные эрозии, размещаются в основном вблизи крупных речных систем Волги, Камы, Вятки, Свияги; с удалением от них площади, пораженные эрозией, заметно сокращаются.

В развитии овражной эрозии существенное влияние имела деятельность человека. Намечается два периода особенно интенсивного проявления современного цикла овражной эрозии в связи с характером деятельности человека.

Первый охватывает времена господства болгарского ханства, когда в массовых масштабах уничтожались леса в целях освоения этих площадей под пахотные земли.

Второй период — с начала отмены крепостного права, когда второй раз началось уничтожение вновь наступившего леса, а также еще более интенсивная распашка земель. До настоящего времени в пределах республики сохранились следы старых меж, параллельных склону.

Можно предполагать, что прошедшее столетие было временем наиболее интенсивной овражной эрозии, связанный с вмешательством человека в природные условия, потому что именно к этому времени относится увеличение населения, уничтожение леса, расширение земледелия.

В настоящее время пашни занимают значительную площадь на территории республики (75%), что, несомненно, не могло не отразиться на изменении характера поверхностного стока, установившегося в условиях преобладания лесного покрова. Поэтому изучение условий естественно-исторического развития той или иной территории позволяет в какой-то мере объяснить возникновение очагов усиленного развития овражной эрозии. Однако интенсивность проявления овражной эрозии в значительной мере зависит от физико-географических условий местности, рельефа, геологического строения, климата и почвенно-растительного покрова. Более подробно роль последних была освещена нами в специальной работе, посвященной процессам эрозии (Ф. С. Хабибуллина, 1950).

На территории Татарской АССР довольно широким развитием пользуются карстовые явления. С точки зрения оценки инженерно-геологических условий, на рассматриваемой территории можно выделить две группы проявлений карстовых форм — поверхностные и глубинные. К поверхностному карсту мы относим те его формы развития, которые сопровождаются изменением рельефа местности, к глубинному — формы, не связанные с изменением современного рельефа.

В восточной части республики по долинам рек Ик и Зай развит поверхностный карст, обусловленный выщелачиванием пород нижней перми; в западной части республики, по долинам Волги и по бассейнам ее малых притоков — Ашит, Казанка, Меша, Сухая Улема, Кубия, Карла и др. широкое распространение получил карст, связанный с нижне- и верхнепермскими отложениями. Среди группы поверхностного карста можно выделить следующие типы: открытый и покрытый. Открытый карст имеет ограниченное распространение. Он развит на поверхности структурной террасы реки Ик в районе д. Максютовки и близ Казани на голом склоне в районе поселков Чингиз и Карьерный. В этих районах карстующиеся толщи выступают непосредственно на поверхность земли; для них характерными формами проявлений являются колодцы и трубы. Для покрытого карста свойственно наличие над карстующейся толщей песчано-глинистых некарстующихся пород. В этих условиях поверхностные проявления карста наряду с обрушением кровли сопровождаются и явлениями просасывания песчано-глинистых образований по трещинам в подземные полости и явлениями внутреннего размыва. Подобного рода карстовые образования на территории Татарской АССР широко развиты по речным долинам и на водораздельных склонах. Они проявляются на поверхности в виде шахт, чащ, воронок, блюдец, долин, низин, пещер, тоннелей и т. д.

Глубинный карст на территории Татарской АССР также пользуется широким распространением. В этом типе карста выделяется скрытый и ископаемый карст. К скрытому карсту мы относим каверны, расширенные трещины, образование пустот, развивающихся в толще пермских отложений в современной физико-географической обстановке, но не проявляющихся на поверхности. Скрытый карст получил довольно широкое развитие в пределах рассматриваемой территории среди нижнепермских отложений в области Сокско-Шешминской зоны тектонических поднятий

и в меньшей степени среди верхнепермских отложений в западной части территории Татарской АССР.

Исключительно широким развитием на территории Татарской АССР пользуется ископаемый карст. Глубоким бурением в палеозойских отложениях ископаемый карст выявлен в толщах фаменского и турнейского ярусов, серпуховского подъяруса и в отдельных случаях среди нижнепермских отложений. Следует отметить, что погребенные древние формы нижнепермского карста в современной физико-географической обстановке во многих районах республики активизировались. Поэтому мы их относим к типу покрытого карста.

Как видно из краткого изложения, среди поверхностного и глубинного карста установлены активные и древние формы проявления. На основании проведенных инженерно-геологических исследований установлено, что на территории Татарской АССР почти всюду, где имеются условия для развития карста, они отражены на поверхности. Следовательно, об активности карста до некоторой степени можно судить по поверхностному его проявлению. Однако следует указать, что нарушение гидродинамического режима подземных вод, связанное со строительством различного рода сооружений, может вызвать активизацию древнего карста.

В связи с созданием Куйбышевского водохранилища, а следовательно, и изменением естественного гидродинамического режима, наблюдается некоторая активизация древних форм карста. Так, например, на территории г. Казани с колебанием уровня Куйбышевского моря связано образование провалов на северном склоне Кремля, по улице Ленина (дом № 2) и у южного конца озера Ср. Кабан.

Проявление карстовых процессов тесно связано с тектоническими процессами, зонами тектонических нарушений и раздроблений в местах развития карбонатных пород и сульфатов. Карст, несмотря на благоприятные тектонические и литологические условия, в основном развивается вдоль древних и современных речных долин преимущественно выше базиса эрозии. В некоторых случаях, когда возникают нисходящие токи подземных вод в зоне развития древнего погребенного карста, могут возникнуть условия для их возобновления и ниже уровня базиса эрозии.

С развитием гидрографической сети связаны также и оползневые явления. В восточной части республики оползневые явления приурочены к отложениям континентальной фации казанского яруса и уфимской свиты, а в западной части республики в основном — к отложениям татарского яруса и лишь в самой юго-восточной части республики они связаны с отложениями юрской системы. Кроме того, как в восточной, так и в западной частях республики в местах, где современная гидрографическая сеть прорезает отложения третичного возраста, всюду наблюдается оползание склонов. Редко наблюдаются оползневые явления, связанные с древнечетвертичными аллювиальными отложениями. Область развития морской фации казанского яруса слабо затронута процессами оползания.

Проявление оползней тесно связано с интенсивностью развития и глубиной вреза эрозии.

Интенсивность развития эрозии на территории Татарской республики не везде одинакова. Наиболее слабо эрозионные процессы происходят в Закамье, как в области Сокско-Шешминских поднятий, так и в области Мелекесской депрессии. Поэтому в этих районах, в отличие от других, мы наблюдаем слабое проявление оползневых процессов.

Наиболее глубокий врез гидрографической сети наблюдается по долинам крупных рек с глубиной захвата эрозии более 50 м и в устьевых частях их притоков. Поэтому крупные формы оползней приурочены к зонам глубоких врезов. Ввиду слабого проявления современной эрозии, несмотря на глубокий врез гидрографической сети, в области Сокско-Шешминских поднятий оползневые явления не наблюдаются.

Оползневые явления, как правило, возникают или возобновляются в результате подмытия берега рекой. При заносе основания склона делением или отложениями аллювия оползни прекращают свою деятельность.

Оползни, вызванные подмытием берега рекой, наиболее интенсивно проявляются при наличии водоносных горизонтов. Они свойственны обычно для области развития пород татарского яруса, континентальной фации казанского яруса и уфимской свиты.

В местах развития пород морской фации казанского яруса оползневые явления обусловлены наличием среди них прослоев пластичных глин и продольных, по отношению к береговому уступу тектонических трещин и трещин бортового отпора. Наличие таких трещин способствует отрыву масс, а прослойки глин являются плоскостью скольжения. Подобного рода оползни развиты местами в низовьях Камы и по правобережью реки Волги.

Наиболее интересные формы проявления оползней наблюдаются в области развития четвертичных отложений. Здесь оползневые явления связаны, в основном, с процессами внутреннего размыва: восходящими токами подземных вод из основания склона выносятся песчано-глинистые породы, в результате чего происходит нарушение устойчивости берегового массива и образование оползней.

Подобные явления в настоящее время наблюдаются по берегу Куйбышевского водохранилища в местах развития четвертичных отложений в период сработки уровня. Кроме того, имеются случаи оползания склона, сложенного глинистыми породами, в тех случаях, когда на уровень дна речек или оврагов имеются прослои песков. Эти пески водным потоком легко вымываются, что приводит к нарушению устойчивости склона. Форма оползневого тела связана с литологическим составом оползневого склона. Если склон сложен жесткими породами, образуются ступенчатые оползни; если же он сложен переслаивающимися жесткими и пластичными породами — возникают ступенчато-волнистые оползни, а при пластичных породах — оползни с волнистой поверхностью.

На территории Татарской АССР морфологически выраженные оползневые явления связаны с голоценовым циклом развития эрозии. При этом следует отметить, что значительная часть их в настоящее время прекратила свою деятельность. Активность оползневых процессов наблюдается в настоящее время лишь в области развития юрских и третичных глин. Значительное оживление оползневых процессов происходит и в области развития пермских отложений по берегам Куйбышевского водохранилища.

Наряду с физико-геологическими явлениями большое значение для строительства имеют учет степени выветрелости пород, слагающих самые верхние горизонты, палеозойских, мезозойских и кайнозойских коренных отложений, а также физико-механических свойств грунтов четвертичных образований. На территории Татарии чаще всего приходится иметь дело в инженерно-строительной практике с четвертичными отложениями и меньше всего с выветрелыми породами коренных отложений. Поэтому физико-технические и несущие свойства выветрелых коренных пород в условиях нашей республики совершенно не изучены. С этой точки зрения более или менее детально изучены четвертичные отложения.

Четвертичные отложения представлены аллювиальными песками, супесями и глинями, делювиальными суглинками и глинами, а также эловыми накоплениями. Мощность четвертичных отложений колеблется в очень широких пределах. По долинам крупных рек Волги, Камы, Вятки и в нижнем течении рек Ика, Зая, Шешмы, Меши, Казанки мощность четвертичных отложений достигает 50—120 м.

Делювиальные и эловиальные отложения наиболее широким развитием пользуются в западной половине республики, местами их мощность превышает 10 м. Юго-восточная часть Татарии характеризуется незна-

чительным развитием четвертичных отложений как на водоразделах, так и на их склонах.

В толще четвертичных отложений можно выделить следующие основные генетические типы пород, которые чаще всего служат естественным основанием сооружений:

- 1) аллювиальные песчано-глинистые образования;
- 2) делювиальные и элювиальные суглинки и супеси;
- 3) лессовидные суглинки и супеси;
- 4) золовые пески;
- 5) озерно-болотные образования.

Аллювиальные пески являются наиболее распространенными образованиями в толще четвертичных отложений как по простианию, так и по разрезу, причем по мере приближения к руслу вероятность распространения аллювиальных песков как оснований увеличивается.

Среди аллювиальных песков наибольшим распространением пользуются мелко- и тонкозернистые разности. Содержание мелкой фракции достигает в них 98% (Полянин, 1957 г.), на долю глинистых фракций приходится около 1—2%. Среднезернистые пески чаще слагают собой нижние и среднечетвертичные отложения.

Основные физические свойства аллювиальных песков: объемный вес изменяется в пределах 1,51—1,80 т/м<sup>3</sup>, пористость варьирует в пределах 35—47%, угол естественного откоса в сухом состоянии составляет 31—39°, под водой — 25—36°.

Указанные выше основные физические и механические свойства песков и опыт строительства на них позволяют считать их благоприятным основанием для сооружения любого вида. Однако при строительстве необходимо иметь в виду возможность возникновения в водоносных песках явления разжижения (плывуны).

В области развития первой и второй надпойменных террас Волги тонкозернистые пылеватые пески, насыщенные водой, при вскрытии обычно проявляют себя как плывуны. При воздействии динамической нагрузки на толщу плывунов в них возникают колебательные движения на значительном расстоянии (до 1,0—1,5 км) от очага нагрузки.

Влияние колебательных движений на устойчивость сооружений в геологических условиях, присущих Татарской Республике, еще не изучено. Образование трещин на стенах каменных зданий в южной части города Казани, возможно, обусловлено наличием плывунов в этом районе.

Делювиальные и элювиальные суглинки и супеси в толще четвертичных отложений занимают также значительное место. Они покрывают собой водоразделы, приводораздельные склоны, склоны долин и поверхности аллювиальных террас. Мощность их различна: местами в долинах, в разрезе древнечетвертичных образований она достигает 30 м, а местами сокращается до 1—2 м.

Состав делювиальных и элювиальных отложений очень разнообразен — кроме суглинков, супесей, они содержат глины, пески, щебенку и обломки коренных пород. Но наиболее распространеными из них являются суглинки и супеси. Среди тех и других встречаются пылеватые и песчаные разности. Последние содержат более 80% песчаных фракций. В пылеватых разностях содержание песчаных фракций изменяется в пределах 40—80%. Глинистые частицы составляют примерно 15%.

По физическим свойствам супеси и суглинки слабо различаются. Объемный вес супесей изменяется в пределах 1,77—2,0 т/м<sup>3</sup>, суглинков — 1,70—1,98 т/м<sup>3</sup>, пористость супесей варьирует в пределах 35—47%, у суглинков достигает 50%. Влажность супесей 10—20%, суглинков — 15—30%. Делювиальные и элювиальные суглинки являются хорошим основанием для сооружений.

К делювиальным суглинкам и супесям относятся также макропористые лессовидные грунты, развитые местами по долинам Волги, Камы

и некоторых малых рек. Наибольшее развитие лессовидные грунты получили в долине Волги — в окрестностях г. Казани, к югу от нее на значительной площади Волго-Мешинского водораздела, ниже устья р. Камы в районе с. Ямбухтино, на участке Болгары — Три Озера; в долине Камы лессовидные суглинки известны в районе с. Рыбной Слободы, Дон-Урай; в долине р. Зай просадочные грунты обнаружены в районе г. Алметьевска.

В долине Волги и Камы лессовидные породы слагают верхнюю часть разреза верхних надпойменных террас. Залегают они в виде нескольких горизонтов, разделенных прослойями песков, суглинков. Мощность прослоев изменчива. В районе г. Казани мощность лессовидных пород не превышает 2—3 м. На Волго-Мешинском водоразделе мощность их достигает 8—15 м. Глубина залегания лессовидных пород варьирует в пределах 2—3 м, реже 6—8 м от дневной поверхности, а местами они залегают непосредственно под почвенным покровом. Характерными особенностями лессовидных суглинков являются:

- 1) абсолютное преобладание пылеватой фракции (80—90%);
- 2) большая макропористость и пронизанность корневищами и ходами роющих животных. Общая пористость изменяется в пределах 40—50%;
- 3) неустойчивость структуры по отношению к воде. Распад в воде продолжается не более 30—40 секунд;
- 4) палево-желтый цвет и столбчатая отдельность в обнажениях;
- 5) просадочность — способность уменьшаться в объеме при увлажнении.

Число пластичности лессовидных грунтов изменяется от 7 до 13, влажность обычно меньше нижнего предела пластичности, т. е. 9—20%.

По степени просадочности лессовидные суглинки, развитые на территории Татарской Республики, на основании имеющихся лабораторных исследований этих пород (г. Казань, Столбищенский и Альметьевский районы) следует отнести в основном к грунтам первой категории (просадочность от 5 до 15 см) и местами считать даже непросадочными.

Практика строительства в Татарии в районах развития лессовидных грунтов и лабораторные исследования позволяют считать лессовидные грунты надежным основанием сооружений при условии сохранения их от искусственного увлажнения.

Распространение и условия образования лессовидных суглинков на территории Татарской АССР еще недостаточно изучены. Возможно, они имеют более широкое распространение.

Дюнные пески распространены, главным образом, в долинах рек Волги, Камы и Вятки. Особенно большое распространение эти пески получили на левобережье Волги, где они застраивают аллювиальные террасы. Мощность их незначительна, местами не превышает глубины заложения фундамента сооружений. По механическому составу дюнныес пески состоят, в основном, из мелкозернистых и тонкозернистых фракций. Содержание последних достигает иногда 85—95%. Глинистые и пылеватые частицы составляют, как правило, 2—8%. Физико-механические свойства дюнных песков изучены очень слабо.

Опыт использования дюнных песков как оснований сооружений при строительстве города Куйбышева (районного) и в г. Казани позволяет считать их вполне устойчивыми грунтами.

По долинам крупных и малых рек довольно широким развитием пользуются озерно-болотные образования. Они представлены, в основном, суглинками и глинами, содержащими большое количество органического вещества, и торфом. По долине реки Волги эти образования распространены в области верхней волжской террасы в местах развития просадок лессовидных суглинков, карстовых и карстово-суффозионных образований. В области же развития первой надпойменной террасы они заполняют погребенные старицы, иногда и места проявления карста.

Мощность озерно-болотных образований обычно колеблется в пределах 2—5 м, реже она достигает 10 и более метров. Как основания для крупных сооружений они не могут быть рекомендованы.

В связи с созданием Куйбышевского водохранилища, как уже отмечалось, изменились инженерно-геологические условия на прилегающих к нему территориях. С одной стороны, здесь происходит переформирование берегов водохранилища, с другой,— подтопление грунтовыми водами значительной части области развития первой надпойменной террасы.

Наблюдения за развитием процесса переформирования берегов Куйбышевского водохранилища в пределах его верхней части позволяют в настоящее время выявить ряд закономерностей. Переформирование прибрежной зоны водохранилища связано с процессами абразии и аккумуляции. В соответствии с этим отчетливо выделяются два типа берега. Абразионный тип берега распространен довольно широко. Он развит преимущественно по западному и северо-западному побережью водохранилища и в меньшей степени по противоположному. Аккумулятивные берега развиты в основном по левобережью Волги. Наблюдаемый в настоящее время характер переформирования берегов обусловлен, главным образом, морфологическими особенностями местности, ограничивающей водохранилище. Там, где берегом водохранилища служит крутой и высокий (25—30°) коренной склон долины Волги, а подводная часть имеет значительную крутизну и глубину, развитие берега происходит под действием абразионных процессов. Подобным же образом происходит переработка на участках, где берегом водохранилища служат высокий и крутой уступ IV надпойменной террасы или повышенные участки нижних надпойменных террас, круто наклоненные в сторону водохранилища.

В местах, где берегом водохранилища служит пологая поверхность надпойменной террасы, постепенно переходящая в подводную часть, а последняя, помимо незначительного уклона (1—5°), характеризуется небольшими глубинами—мелководьем, развитие берега осуществляется аккумулятивным путем.

Интенсивность процесса переформирования берегов, кроме того, зависит от геологического строения берегов, от ширины водохранилища и направления господствующих ветров.

Если оценивать берега водохранилища с указанных точек зрения, то следует отметить следующее. Геологическое строение восточного и западного берегов водохранилища (по Волге), а также северного и южного (по Каме) совершенно различно; если западный и северный слагаются, как правило, трудно размываемыми коренными породами перми и юры, то противоположные им представлены легко размываемыми песчано-глинистыми образованиями четвертичного возраста. Это обстоятельство обуславливает явную неравномерность размыва противоположных берегов даже при прочих равных условиях.

Господствующими ветрами на водохранилище в течение периода, свободного от ледостава, являются южные, юго-восточные и юго-западные. Причем в соответствии с направлением водохранилища ветры южных румбов наиболее интенсивное волнение вызывают на участке Танкеевка, Поляники — Камское Устье. При его восточном ветре интенсивное волнение проявляется на участке Верхний Услон — Ташевка, в районе с. Теньки, Кирельское и к югу от с. Пролей-Каша вплоть до южных границ республики, в основном в правобережной части водохранилища. При юго-западном ветре значительно большее волнение имеет место на левобережье на участках Танкеевка — Поляники, Атабаево — Лашево — Шурин, Тетево — Матюшино. Южный берег водохранилища выше г. Казани защищен от господствующих ветров и находится в наиболее благоприятном положении, в то время как у противоположного ему берега интенсивное волнение наблюдается как от южных, так и от юго-западных и юго-восточных ветров.

Интенсивность волнения в значительной мере зависит от ширины водохранилища. Последняя сильно изменчива, причем расширенные участки водохранилища чередуются с сильно суженными. На меридиане г. Зеленодольска, с. Печиши, Матюшино, Красновидово, Балымеры ширина водохранилища составляет 3—4—5 км, в то время как между этими сужениями ширина водохранилища составляет 10—15—20 км, достигая максимального значения 35—40 км в устье Камы. В расширенных участках водохранилища волнение наиболее интенсивно, суженные участки ввиду ограниченных возможностей для разгона волн более спокойны. Однако нередко интенсивному развитию волновых процессов на восточном побережье водохранилища препятствует наличие огромных мелководных участков, на которых происходит гашение волн вследствие незначительной глубины. Наоборот, западный и южный прибрежные участки водохранилища являются глубокими, и волны здесь имеют свободный доступ непосредственно к берегу.

При описанных выше условиях перестройка береговой полосы водохранилища началась со времени окончательного наполнения водохранилища до нормального подпорного горизонта. В первые годы на западном его побережье, представленном коренными отложениями, ниже г. Казани на отдельных участках в районе г. Тетюши, с. Камское Устье, Ташевка, Рыбная Слобода, г. Чистополь началась активизация оползневой деятельности, причем она была приурочена к участкам развития древних, к тому времени стабилизовавшихся, оползней. Оживление оползневой деятельности отмечалось главным образом в верхней части склона. Основание склона подмывалось весьма умеренно. Процесс подмыва шел интенсивнее там, где склон был покрыт обвально-осыпными и оползневыми накоплениями (Ташевка, Камское Устье и др.). Материал размыва в зависимости от крупности откладывался в основной своей массе на подводном склоне или вдоль уреза.

В местах, где основание склона сложено известняками, доломитами и мергелями казанского и татарского ярусов, склон подмывался слабо или даже подмыв практически отсутствовал. В основании склона образовался вертикальный обрыв — стенка, трудно размываемая волнами.

В последующие годы процессы переформирования приняли более интенсивный характер и охватывали значительные по протяженности и площади участки. Нарушение устойчивости основания склона путем подмыва волнами, особенно на оползневых участках, обусловило появление новых оплыви, спльзов, обвалов и оползней на месте уже существующих древних гравитационных форм.

Наши наблюдения показали, что чаще всего эти смещения носят поверхностный характер, глубина захвата их составляет примерно 2—3 м.

Берега, лишенные древних оползневых смещений, свободные от делювиального и обвально-осыпного покрова, практически не перерабатываются (Шеланга, Матюшино и др.).

В настоящее время коренной берег водохранилища почти всюду переформируется. Однако процесс перестройки в зависимости от геологического строения склона не везде происходит одинаково интенсивно. Склоны водохранилища, сложенные глинисто-мергелистыми отложениями татарского яруса, осложненные древними оползневыми процессами, подвержены более интенсивному преобразованию; изменение первоначального рельефа здесь происходит от основания до бровки. Местами блоковым смещениям подвержена и самая верхняя часть склона, представляющая поверхность скольжения древнего оползня.

Но чаще всего процесс перестройки не достигает бровки; отступления бровки от первоначального положения не происходит. На таких участках в настоящее время идет формирование береговой отмели. Ширина

ее выше уреза воды достигает 1,5—2,0—3,0 м. Материалом для ее построения служат в основном продукты размыва склона, а также наносы, перемещаемые волнами.

Несколько иначе происходит переформирование склона, сложенного в основании карбонатными породами казанского яруса — голого, лишенного осыпных и оползневых накоплений. Здесь процесс пересгройки охватывает пока лишь основание склона. В нем образуются абразионные ниши (2—3 м глубиной), обрывистые вертикальные стенки. В условиях большой глубины дна береговая платформа также еще отсутствует. Отступления бровки берега от первоначального положения не происходит.

Интенсивно идет процесс переработки на участках, где берегом водохранилища служат уступ IV надпойменной террасы и повышенные участки нижних надпойменных террас, сложенные в основном аллювиальными песками, особенно там, где они крутым уступом подходят к водохранилищу.

На описываемых участках надводная часть склона представляет вертикальный уступ высотой 3—4 м (II надпойменная терраса) или 20—25 м (IV надпойменная терраса).

Разрушение берега волновыми процессами особенно сильным было в первые годы существования водохранилища. На отдельных участках берег, образованный нижней надпойменной террасой, отступал в среднем со скоростью 4—5 и более метров в год. В настоящее время в подводной части берега началась аккумуляция наносов. Вдоль уреза формируется неширокий пляж. Подмы склона чаще всего происходит в период больших штормов и волнений.

Наблюдения за аккумулятивными берегами, представленными, как правило, террасами Волги, показали, что процесс переформирования их происходит еще более медленно.

Аккумулятивные берега — это, обычно, низкие, занятые лесом, заболоченные или задернованные берега затопления с неясно выраженной береговой линией, со множеством заливов и островов, вытянутых вдоль берега. Более или менее заметной перестройке подвержена подводная часть берега, где происходит процесс накопления осадков. Материалом аккумуляции служат, по-видимому, наносы, перемещаемые волнами или переносимые с других частей водохранилища. Подобного же генезиса наносы слагают собой и береговой пляж вдоль уреза.

В устьевых частях заливов и бухт аккумулятивных берегов происходит накопление осадков в виде кос и подводных гряд, вытянутых параллельно берегу.

Процессы переформирования берегов Куйбышевского водохранилища в настоящее время находятся в первой стадии своего развития. Наблюдения за переформированием берегов еще продолжаются.

После строительства Куйбышевской гидроэлектростанции в пределах Татарской АССР нормальный подпорный уровень воды в реке Волге и Каме через год достиг 53—53,1 м абсолютной высоты. Подъем уровня воды привел к затоплению пойменной террасы, а в южной половине республики по Волге и в низовьях Камы — и первой надпойменной террасы. Причем в зимний период, когда происходит сработка водохранилища до абсолют. 48 м, значительная часть поймы освобождается из-под уровня воды, а в периоды паводков затапливается до 56—58 м абсолютной высоты. Подобные изменения уровня воды в водохранилище привели к нарушению режима подземных вод.

В результате подпора со стороны водохранилища уровень грунтовых вод в прибрежной зоне поднялся в районе г. Зеленодольска на 10 м, у г. Казани — на 11 м, у Куйбышева (районного) — на 18 м, у Камского Устья — на 17 м, у устья Вятки — на 7,5 м и у г. Елабуги — на 4 м. Из крупных населенных пунктов, расположенных по долине р. Волги, подвержены подтоплению территории гг. Казани и Зеленодольска, рабочих

поселков Юдино и Васильево. Наиболее существенное влияние подъема уровня грунтовых вод оказало на территорию г. Казани. Вся низменная часть ее, расположенная в области первой надпойменной террасы, оказалась подтопленной грунтовыми водами. В некоторой степени благоприятным для этой территории оказалось наличие озер (Ближний и Средний Кабаны), которые, в результате поддержания в них уровня на отметке 51,2—52 м абсолютной высоты, служат естественной дренажной подземных вод. Однако это мероприятие привело к значительному увеличению минерализации воды озер. Создание в дальнейшем дренажной сети приведет к понижению уровня подземных вод. Однако и в этом случае возможен прорыв грунтовых вод из останцовых массивов коренных пород. На таких участках, по-видимому, дренажная сеть не приведет к понижению уровня грунтовых вод.

В настоящее время ведутся наблюдения за изменением режима подземных вод в крупных населенных пунктах, подверженных подтоплению. Материалы наблюдений еще не обобщены.

Как видно из краткого изложения результатов инженерно-геологических исследований на территории Татарской АССР, более или менее детально изучены в настоящее время карстовые и оползневые явления. По этим вопросам создан ряд теоретических положений, которые в настоящее время служат основой для решения многих практических задач. Установлены общие закономерности проявления эрозионных процессов, выявлены основные районы развития плавунов, дюнных песков, лессовидных суглинков. В самых общих чертах определены основные физико-механические константы отдельных разновидностей грунтов. Получены первые сведения о результатах переформирования берегов и подтопления низменной береговой зоны водохранилища.

Несмотря на это, инженерно-геологические условия территории Татарской АССР изучены еще далеко не достаточно. Перед геологами, работающими в области инженерной геологии, стоят большие задачи, особенно в связи с развертыванием на территории Татарской АССР строительства крупных инженерных сооружений. С целью обоснования размещения объектов строительства в ближайшие годы необходимо произвести инженерно-геологическое районирование территории Татарской АССР. На основе палеогеографического и историко-геологического анализа, а также широкого применения лабораторных исследований следует изучить инженерно-геологические свойства основных разновидностей горных пород, служащих основанием сооружений. При этом особое внимание должно быть уделено изучению физико-технических свойств выветрелых пород коренных пермских отложений и инженерно-геологических условий строительства в карстовых районах, в местах развития лессовидных суглинков, дюнных песков, плавунов и т. п. Следует широко развернуть исследование условий переформирования берегов и подтопления, а также влияния Куйбышевского водохранилища на общий ход развития геодинамических процессов (карст, оползни и т. п.).

Создание теоретических основ по затронутым вопросам, несомненно, окажет большую помощь при разрешении конкретных практических задач, связанных с развитием промышленного и гражданского строительства в нашей республике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арбатов С. Д., Мясников В. М. и Перк П. И. Влияние подъема воды на народное хозяйство Татарии в связи с Волгостроем и Камстроем. Татиздат, Казань, 1932.
2. Батыр В. В. К вопросу о геоморфологической роли суглинков. Уч. зап. Каз. пед. ин-та, в. V, 1947.
3. Батыр В. В., Белостроцкий Л. С., Дмитриев П. В., Кастанов С. Г. Геологические условия сооружения плотин на р. Вятке. ГИДЭП, Камстрой. Казань, 1934.

4. Батыр В. В. Глинистый карст. В кн.: Рельеф Татарии. Казань, 1951.
5. Васильев Б. В. О некоторых закономерностях карстопроявлений в бассейне р. Ик. ДАН СССР, т. 65, № 4, 1949.
6. Васильев Б. В. К динамике образования карстовых провалов на территории Татарской республики. ДАН СССР, 1953, т. XCII, № 2.
7. Васильев Б. В. К истории развития карста на территории Татарской республики. Изв. КФАН СССР, серия геологич. наук, № 3, 1955.
8. Герасимов С. Глубина заложения фундаментов зданий по температуре воздуха. Тех. эконом. бюллетень, № 10, 1958, Татсовнархоз.
9. Дмитриев П. В. Об оползневых явлениях в пермских образованиях Волги и Камы. Разведка нефти, 1935, № 12.
10. Кавеев М. С., Васильев Б. В., Галиев У. З., Хабибулина Ф. С. Общие закономерности развития экзогеодинамических явлений на территории Татарии. Изв. КФАН СССР, серия геол. наук, № 2, 1954.
11. Кавеев М. С. Результаты инж. геол. исследований в карстовых районах Татарской АССР. Тезисы докладов на Московском совещании по изучению карста. 1956.
12. Кавеев М. С. Карстово-супфозионные явления в левобережной части долины р. Волги в пределах Татарской АССР. Изв. Всесоюзного географического общества, т. 88, 1956.
13. Кавеев М. С. Провальные явления в Альметьевском районе. Технический бюллетень. Татарская нефть, № 6, 1957.
14. Кавеев М. С. и Васильев Б. В. Провальные явления на территории г. Казани. Известия Всесоюзного географического общества, т. 90, 1958.
15. Кавеев М. С. Общие закономерности развития карстовых явлений в центральной части Волжско-Камского бассейна. Изв. КФАН, серия геол. наук, № 7, 1959.
16. Кантеров П. О некоторых пещерах Пермской и Казанской губ. Землеведение, кн. 2, 1913.
17. Каштанов С. Г. Карстовые явления в р-не Казанского Поволжья. Доклады АН СССР, в. X, № 2, 1943.
18. Каштанов С. Г. История образования карста Татарской АССР в четвертичное время. Уч. зап. Каз. гос. ун-та им. Ульянова-Ленина, т. III, кн. I, 1951.
19. Каштанов С. Г., Селивановский Б. В., Стулишин А. В. Закономерности развития карста в Среднем Поволжье. Тезисы докладов на Московском совещании по изучению карста, 1956.
20. Ноинский М. Э. Отчет приват-доцента М. Э. Ноинского о поездке на р. Ик с целью выяснения геологического строения местности в районе железнодорожного перехода. СПб, 1913.
21. Ноинский М. Э. Отчет о поездке для геологического обследования берегов Ика на месте перехода сооружаемой железнодорожной линии Бугульма-Чинмы. СПб, 1913.
22. Ноинский М. Э. Геологическое строение правого берега и дна р. Волги у Свияжского конца Красного железнодорожного моста. Труды об-ва естественспыт. при Каз. гос. ун-те. Казань, 1926.
23. Ноинский М. Э. Геологическое строение правого берега и дна р. Волги у Свияжского конца Красного железнодорожного моста. Тр. Каз. об-ва естественспыт., т. II, 62, 1926.
24. Ноинский М. Э. Некоторые данные относительно геологического строения дна и берегов оз. Кабан в области железнодорожного перехода. Тр. Каз. об-ва естественспыт., № 339.
25. Ноинский М. Э. Предварительное сообщение о работах по обследованию напластования у нового железобетонного моста через р. Казанку. ГПИТР, Казань, 1932.
26. Ноинский М. Э. О характере грунта на территории постройки «Дома печати». ГПИТР, Казань, 1932.
27. Оползни Среднего и Нижнего Поволжья и меры борьбы с ними. Под ред. Е. В. Милановского и М. П. Семенова. 1935.
28. Опыт и методика изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий крупных водохранилищ. Под ред. Г. С. Золотарева, Д. С. Соколова, Е. Г. Чаповского. Часть первая. Изд-во Моск. университета, 1959.
29. Стулишин А. В. Карстовые явления и пещеры Среднего Поволжья на примерах Татарской АССР и Горьковской обл. Труды Пермской карстовой конференции. Тезисы докладов, 1947.
30. Стулишин А. В. Карст в пределах Куйбышевского водохранилища. Изв. АН СССР. Серия географическая, № 5, 1954.
31. Семёновский В. Н. Геоморфология Татарской АССР и прилегающей территории в пределах 109 листа, ч. 2, 1939.
32. Семёновский В. Н. Расчлененность территории ТР долино-овражной сетью. Уч. зап. КГУ, том. 115, кн. 2, 1955.
33. Селивановский Б. В. Современный карст Чебоксарского и Марийского Поволжья. ДАН СССР, т. X, № 6, 1948.
34. Селивановский Б. В. Современный карст Среднего Поволжья. Уч. зап. Каз. гос. ун-та им. Ленина, том 112, кн. 8, 1952.
35. Теодорович Г. И. Геологический очерк района ж.-д. ветки Зеленый Дол—Пошкар-Ола в пределах МАО (по данным поисковых работ 1930 г.). Журнал «Марийская автономная область», МАО, № 1—3, 1932.
36. Устинов К. Провальные озера окрестностей села Алексеевского Лайшевского уезда Казанской губ. Приложение к протоколам заседаний об-ва естественспыт. при Каз. университете, № 219, 1902.
37. Хабибулина Ф. С. Овражно-балочная расчлененность территории Татарии. Изв. КФАН СССР, серия геол. наук, 1950, вып. 1.
38. Якушева А. Ф. Карст налеозойских карбонатных пород на Русской равнине. Уч. зап. МГУ, вып. 136, геология, т. 1949.

Ф. С. Хабибуллина

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ  
ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ВОЛГИ В ПРЕДЕЛАХ ТАТАРИИ ДЛЯ  
ГРАЖДАНСКОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Левобережье Волги является экономически выгодным районом с точки зрения освоения его под строительство различного рода промышленных и гражданских объектов. Здесь расположены крупные населенные пункты республики—города Казань, Зеленодольск, рабочий поселок Васильево, районный центр Куйбышев; в северной части района проходит железнодорожная линия, связывающая г. Казань со столицей нашей Родины Москвой и крупным промышленным центром Урала г. Свердловском; Куйбышевское водохранилище связывает этот район не только с соседними экономическими районами, но и с крупными промышленными узлами юга и центра нашей страны.

Географически и экономически выгодное положение делает район удобным для дальнейшего размещения в нем как промышленных, так и жилых объектов.

В перспективном плане развития г. Казани на левобережье Волги планируется строительство городов—спутников, жилых поселков и других крупных коммунальных объектов. В настоящее время ряд проектных организаций планирует размещение в этом районе промышленных предприятий.

В связи с этим знание инженерно-геологических условий района, выяснение пригодности территории для строительства того или иного вида сооружения являются совершенно необходимыми. Поэтому предлагаемое районирование имеет своей целью: 1) помочь планирующим и проектным организациям в выборе благоприятных в инженерно-геологическом отношении площадок для размещения строительных объектов; 2) дать представление о геологических условиях и процессах, определяющих устойчивость сооружений; 3) определить направление и методы инженерно-геологических работ.

Геологическое строение рассматриваемой территории является объектом постоянного изучения начиная со второй половины прошлого столетия до настоящего времени. Здесь работали крупнейшие ученые Казанского университета и центральных геологических организаций. Основными геологическими работами на этой территории следует считать геологическую съемку 109 листа и геологическую и гидрогеологическую съемку Приказанского района, выполненные под руководством В. А. Чердынцева и Е. И. Тихвинской, а также крупные литологические исследования четвертичных отложений долин Волги и Камы В. А. Полянина и исследования геологического строения долины Волги А. И. Москвитина.

Таким образом, в настоящее время имеется достаточная геологическая основа для решения инженерно-геологических вопросов.

Наряду с общими геологическими исследованиями на отдельных площадках этой территории проводились специальные инженерно-геологические изыскания с целью выяснения условий для гидротехнического и промышленного строительства. Начиная с 1929 года эти работы осуществлялись трестом Татнефтегазразведка, Камстроем Гидроэнергопроекта, 10-й экспедицией СКГУ, Волжской комплексной экспедицией Буртреста, институтом Ленгипрокоммунстрой МКХ РСФСР, Московским и Казанским университетами, Всесоюзным гидрогеологическим трестом, Казанским филиалом АН СССР и другими организациями.

Однако региональные инженерно-геологические исследования для целей промышленного и коммунального строительства на рассматриваемой территории не проводились.

Лабораторией инженерной геологии и гидрогеологии КФАН СССР начиная с 1955 г. на этой территории систематически проводятся маршрутные рекогносцировочные и на отдельных участках детальные исследования физико-геологических явлений — карста, эрозии, переработки берегов и др.

Полученные в результате полевых исследований материалы, а также результаты общих геологических и специальных инженерно-геологических исследований позволяют дать в настоящее время инженерно-геологическое районирование левобережья Волги для целей промышленного и жилищно-коммунального строительства. Основными факторами, определяющими инженерно-геологические условия территории, являются: 1) сложность рельефа, 2) геологическое строение и гидрогеологические условия, 3) физико-геологические явления и 4) физико-технические свойства грунтов в основании сооружений.

Основные черты рельефа левобережья Волги обусловливаются наличием аллювиальных террас Волги. Однако не все они хорошо выражены в рельефе. Пойма, а местами первая и вторая надпойменные террасы с наполнением Куйбышевского водохранилища оказались в зоне затопления. Наиболее отчетливо вырисовываются в рельефе четвертая и пятая надпойменные террасы, получившие наиболее широкое распространение. Они образуют, обширную равнину левобережья, слабо наклоненную в сторону Волги и малых рек Казанки, Безды и Ахтая. Третья надпойменная терраса имеет ограниченное развитие, главным образом выше г. Казани.

На фоне основных крупных форм рельефа своеобразие рельефа отдельных террас обусловливается наличием эрозионных карстовых, эоловых форм, многочисленных озер и заболоченных участков.

Современный рельеф левобережья свидетельствует о том, что долина Волги в своем развитии прошла очень длительную и сложную историю: В последние годы геологическая история долины Волги получила более детальное освещение в трудах Г. В. Обидиентовой (1957), В. А. Полянина (1957), А. В. Кожевникова (1956) и А. И. Москвитина (1958).

По А. И. Москвитину четвертичные отложения долины Волги представлены отложениями нижнего плейстоцена (слагающими наиболее древнюю пятую надпойменную террасу) —  $Q_5$ , среднего плейстоцена (слагающими четвертую и третью надпойменные террасы) —  $Q_{4\text{II}}$  и  $Q_{4\text{III}}$  верхнего плейстоцена (слагающими вторую и первую надпойменные террасы) —  $Q_{3\text{II}}$  и  $Q_{3\text{III}}$  и голоценом (слагающими высокую и низкую поймы) —  $Q_{4\text{IV}}$ .

По условиям накопления четвертичные отложения представлены в основном аллювиальными и делювиальными отложениями. Мощность четвертичной толщи достигает 100—120 м. Мощность делювиального покрова составляет обычно 10—15 м. Залегают четвертичные отложения

на размытой поверхности отложений перми, а местами на образованиях третичной системы.

Третичные отложения представлены песчано-глинистыми образованиями Балаханского яруса —  $N_2^{\text{III}}$ , в преобладающей массе аллювиального происхождения. Мощность их в местах наиболее глубокого размыва превышает 100 м (Кирсанов, 1955). Отложения пермской системы выступают на дневную поверхность в виде отдельных останцов в районе д. Сафоново, Ильинское, в ряде пунктов на территории г. Казани, в долине р. Мещи — в районе д. Сокуры, Обухово, Дятлово, в верховьях р. Курмянки и в ряде пунктов по правобережью р. Ахтай. Слагаются они, как правило, карбонатными породами казанского и татарского ярусов.

Верхняя часть разреза четвертичных отложений мощностью 7—10 м, с которой более всего приходится иметь дело в инженерно-геологической практике, представлена отложениями аллювиального и делювиального комплекса — песками, супесями, суглинками. Довольно значительное место принадлежит также эоловым пескам.

Верхние горизонты четвертой и пятой надпойменных террас представлены обычно делювиальными суглинками, реже аллювиальными песками. Последние чаще всего слагают активную зону сооружений на участке Казань—Зеленодольск и на отдельных участках ниже устья Камы. В Приказанском районе верхний комплекс надпойменных террас представлен обычно делювиальными суглинками и супесями, иногда лессовидного характера. Верхняя часть нижних надпойменных террас представлена обычно аллювиальными песками, перекрытыми тонким слоем суглинков. Эоловые пески встречаются отдельными участками на поверхности как верхних, так и нижних надпойменных террас. Озерно-болотные образования имеют ограниченное распространение главным образом в местах развития карста, просадок, стариц и т. д.

Таким образом, в строительной практике на левобережье Волги в качестве естественных оснований чаще всего встречаются следующие генетические типы пород:

- 1) аллювиальные пески;
- 2) делювиальные суглинки и супеси;
- 3) лессовидные суглинки;
- 4) эоловые пески;
- 5) озерно-болотные образования.

Аллювиальные пески и делювиальные суглинки и супеси по своим инженерно-геологическим свойствам являются благоприятным основанием для сооружений. Однако при строительстве на аллювиальных песках нижних надпойменных террас необходимо иметь в виду возможность возникновения в водонасыщенных тонкозернистых песках плавников, разжижения и оплывания.

Особое внимание при строительстве следует обратить на суглинки и супеси в связи с их просадочностью. Эти грунты распространены в долине Волги в районе г. Казани, на значительной площади Волго-Мещинского водораздела, ниже устья Камы, в районе Ямбухтино, на участке Болгары—Три Озера и в других местах. По степени просадочности лессовидные суглинки левобережья относятся к грунтам первой категории просадочности (просадочность от 5 до 15 см), а некоторые разности являются непросадочными.

Грунты второй категории с просадочностью свыше 15 см встречаются очень редко. Практика строительства и лабораторные исследования просадочности лессовидных грунтов позволяют считать их надежным основанием сооружений при условии сохранения от избыточного искусственного увлажнения.

При строительстве на эоловых песках необходимо иметь в виду возможность возникновения осыпей, обвалов стенок котлованов, связанных

с подвижностью и слабой уплотненностью песков. Использовать озерно-болотные образования как основания сооружений не рекомендуется.

Физико-геологические явления и связанные с деятельностью человека инженерно-геологические процессы имеют решающее значение в оценке инженерно-геологических условий левобережья.

К первым из них относятся карстовые и эрозионные процессы, к вторым — просадочность, явления подтопления, плынны и переработка берегов.

Процессы современной овражной эрозии на левобережье Волги в пределах описываемых границ имеют незначительное распространение. Наиболее сильно пораженные овражной эрозией участки приурочены к уступам IV и V надпойменных террас, в районе г. Казани, дд. Лебедино, Березовая Грива, Балымеры, Поляники и др. Густота овражно-балочной расчлененности на этих участках достигает максимального значения (0,6 км на 1 км<sup>2</sup> площади — Ф. С. Хабибуллина, 1950). В целом расчлененность поверхности левобережья овражно-балочной сетью составляет не более 0,2 км на 1 км<sup>2</sup> площади. Овражно-эрэзионные исследования показали, что расчлененность рельефа и интенсивность развития процессов овражной эрозии не являются большим препятствием при освоении той или иной площадки.

Значительно больший интерес с инженерно-геологической точки зрения представляют карстовые явления, получившие на левобережье Волги большое распространение. Карстовые формы развиты главным образом на поверхности верхних надпойменных террас. Они размещаются или в виде цепочек, вытянутых на 0,08—1,0 км, или беспорядочно на отдельных довольно крупных площадках.

К настоящему времени геологическими и геоморфологическими исследованиями доказано, что карст левобережья Волги является древним процессом, связанным с наиболее низким положением базиса эрозии (М. С. Кавеев, 1956). Появляющиеся свежие провалы приурочены к уже известным карстовым участкам и являются формами, вызванными изменением гидрогеологических условий.

За последние 50—60 лет на левобережье Волги в пределах описываемых границ зарегистрировано 16 случаев появления свежих провалов. Причем большая часть их приходится на район г. Казани. Образование провалов в районе г. Казани в последние годы (на ул. Ленина, под Казанским Кремлем), возможно, связано с изменением режима грунтовых вод в сфере влияния водохранилища. Поэтому изучение карста в зоне распространения подпора грунтовых вод требует особого внимания.

Учитывая вышеприведенное, можно сказать, что карстовые процессы на современной стадии развития в основном не угрожают строительному освоению территории. В пользу этого положения говорит также многолетний опыт строительства в карстовых и соседних с ними участках; города Казань, Зеленодольск, пос. Васильево и целый ряд промышленных объектов возведены непосредственно или вблизи карстовых участков. Поэтому при выборе площадок для строительства карстовые и соседние с ними участки нельзя считать совершенно непригодными для застройки. Первые из них, участки с типичным карстовым рельефом, следует считать сомнительными и требующими при планировании крупного промышленного строительства обязательного проведения специальных инженерно-геологических исследований. Таким образом, ответ на вопрос о необходимости проведения специальных изысканий на карст можно дать после предварительного рекогносцировочного обзора площадки с точки зрения наличия в ней активных карстовых форм (М. С. Кавеев, 1956).

На явлениях просадочности мы останавливались выше, но уместно упомянуть, что на участках развития лессовидных пород необходимо

производить тщательное изучение просадочных свойств и при использовании их как оснований сооружений учитывать возможность возникновения просадок при излишнем увлажнении.

Насыщением мелкозернистых песков водой обусловливаются такие явления разжижения и оплавления или плынны. На левобережье Волги плынны встречаются в аллювиальной толще, слагающей первую и вторую надпойменные террасы на участке Казань—Зеленодольск. Мощность плыннов в районе ст. Аракчино, Васильево, Обсерватория достигает 11 м. Глубина залегания изменчива — от 2—3 м до 12—13 м. В связи с наполнением водохранилища и подпором уровня грунтовых вод мощность и уровень залегания плыннов значительно повысились, а площадь распространения заметно увеличилась.

С созданием Куйбышевского водохранилища связаны также подпор грунтовых вод и подтопление ими отдельных участков левобережья. В наиболее неблагоприятном положении с этой точки зрения оказались нижние надпойменные террасы Волги и низовья долин рр. Казанки, Меши, Безды и Ахтая, где уровень грунтовых вод поднялся на 5—11 м.

Подпор на отдельных участках выражен настолько резко, что грунтовые воды часто выклиниваются на поверхность или уровень их находится в пределах глубин заложения фундамента зданий. Местами они вызывают увеличение заболачиваемости, местами нарушают устойчивость склона (оползень в 1957 г. в г. Казани). Распространению подпора грунтовых вод способствует хорошая проводимость воды песками и супесями, слагающими незатопленные части террас. Подтопление грунтовыми водами является основным препятствием строительного использования нижних надпойменных террас. Верхние надпойменные террасы характеризуются благоприятными гидрогеологическими условиями, наполнение водохранилища по существу слабо изменило естественный режим грунтовых вод в них.

Процессы переформирования берегов на левобережье Волги не имеют решающего значения при инженерно-геологической оценке территории, исключением в этом отношении является полоса, непосредственно прилегающая к акватории водохранилища. Развитие берегов водохранилища происходит двумя путями — абразионным и аккумулятивным. В соответствии с морфологическим строением, переформирование восточного и северного побережья происходит главным образом аккумулятивным путем. Абразионные берега на левобережье имеют ограниченное развитие.

Развитие берега осуществляется аккумулятивным путем там, где берегом водохранилища служит пологая поверхность надпойменной террасы, постепенно переходящая в подводную часть, а последняя помимо незначительных уклонов характеризуется небольшими глубинами, т. е. образует мелководье. Там, где берег водохранилища образован повышенными участками первой и второй надпойменных террас, круто наклоненными к водохранилищу, или крутым и высоким уступом четвертой надпойменной террасы, в процессе переформирования берега преобладают процессы абразии.

В пределах интересующих нас границ к таким участкам относятся участки левого берега против Шеланги—Кзыл-Байрак, пос. Камское Устье и к югу от с. Болгары.

Разрушение берега на таких участках в первые годы существования водохранилища происходило в среднем со скоростью 4—5 м в год. На аккумулятивных берегах в настоящее время идет процесс формирования подводной отмели и пляжа.

Исходя из общности геологического строения, аналогичных условий геологического развития, геоморфологических условий с однородными геологическими процессами на территории левобережья нами выделяется ряд инженерно-геологических районов (рис. 1).

В пределах отдельных крупных районов выделяются подрайоны и участки. При выделении подрайонов учитывалась общность литологического строения верхних горизонтов четвертичной толщи. Выделение участков в пределах подрайонов обусловливается наличием в них аномальных особенностей. Так, особо выделены участки с повышенным гипсометрическим положением, участки, подтопляемые грунтовыми водами, участки, интенсивно перерабатываемые волновыми процессами, и др.

Ниже приводится краткая характеристика инженерно-геологических районов и рекомендация инженерного освоения их.

I инженерно-геологический район охватывает первую надпойменную террасу. Абс. отметка поверхности 54—60 м. Терраса в этом районе сложена песчано-глинистыми отложениями. Мощность 20—60 м. Поверхность коренных отложений залегает на отметках минус 5—плюс 20 м абс. высоты. Грунтовые воды находятся на глубине 2—15 м, нередко в связи с подпором выклиниваются на поверхность.

При инженерно-геологических изысканиях необходимо обратить внимание на заболачиваемость, подтопление и плавучие свойства песков.

Площадки на поверхности I надпойменной террасы могут быть использованы лишь для временных, сезонных построек, не требующих больших капиталовложений. Подтопляемые участки к застройке непригодны без проведения защитных мероприятий.

II инженерно-геологический район охватывает вторую надпойменную террасу. Абс. отметка 58—62 м. В строении террасы преобладающее значение имеют пески, перекрытые суглинками и супесями. Мощность последних 2—5 м. Абс. отметки коренного рельефа колеблются в пределах 8—30 м. Глубина залегания грунтовых вод 5—12 м, местами они достигают поверхности.

При изысканиях необходимо учитывать: наличие карста (г. Казань, Васильево, Обсерватория), наличие плавучих в песках (г. Казань—Зеленый Дол), подтопление грунтовыми водами, переработку берегов.

Рекомендуется использовать для застройки наиболее повышенные участки террасы, свободные от проявлений карста и не подтопляемые грунтовыми водами. Участки, пораженные карстом, непригодны для застройки без проведения специальных исследований. Подтопляемые участки могут быть использованы лишь при условии проведения комплекса мероприятий против обводнения.

III инженерно-геологический район охватывает III и IV надпойменные террасы. Абс. отм. 65—120 м. Сложен аллювием третьей надпойменной террасы в основном песками. Четвертая надпойменная терраса сложена песками, перекрытыми делювиальными суглинками и супесями. Мощность аллювия местами превышает 100 м. Покров делювиальных суглинков имеет мощность 8—10 м. Поверхность коренной основы залегает на абс. отметках минус 36—плюс 40 м. Грунтовые воды залегают на глубине 25—40 м.

Этот район подразделяется на три подрайона — Зеленодольский, Казанский и Болгарский. Основным критерием для выделения подрайонов явились, как указывалось выше, различия в геологическом строении террас.

1. Зеленодольский подрайон охватывает поверхность III и IV надпойменных террас от г. Зеленодольска до г. Казани. Строение террас отличается преимущественно песчанным составом.

При инженерно-геологическом освоении подрайона необходимо учитывать наличие карста. Выделяются карстовые участки: Зеленодольский, Васильевский, Юдинский. За последние 50 лет зарегистрировано 4 случая образования свежих провалов (Зеленодольск, Обсерватория, Осиново-Займище). При строительстве в этом подрайоне всюду, где

имеются поверхностные карстопроявления, необходимо проведение специальных геологических работ. Участки, свободные от кар-

стопро-  
явления, геоп-  
терра-  
хнических  
проис-  
запад, с  
подрай-  
с абр.

кар-  
рыши-  
8 слу-  
вкино,

во ка-  
юлоги-  
итель-  
карсто-  
необхо-  
дится  
ужений

ую тер-  
ерхнего  
имеют  
следних  
террас

карста,  
рствовые  
з 50 лет  
ра, Иж-  
м, реко-  
ельства.  
ко после

йменную  
1, сверху  
видные.  
отметки  
их явле-  
сть грун-  
использо-  
чившись  
тельстве  
обходимо  
а карст.  
ых рек и  
азования  
на поверх-

для за-  
и, уступы

В пределах отдельных крупных районов выделяются подрайоны и участки. При выполнении инженерно-геологических работ на участках, имеющих гипсометрические повышения, необходимо учитывать наличие карстовых явлений. Участки, свободные от карста, рекомендуется использовать для любых форм капитального строительства без специальных изысканий на карст.

1. Казанский подрайон охватывает IV надпойменную террасу от г. Казани до устья Камы. В строении аллювия, особенно в верхней части разреза, преобладают суглинки и супеси делювиального происхождения, среди последних имеются лессовидные породы (Казань, Столбищи—Нов. Поляны, Саралы, Макаровка). В описываемом подрайоне выделяются гипсометрически повышенные участки террас с абс. отм. 100—120 м.

При инженерном освоении необходимо учитывать наличие: а) карста, б) лессовидных пород и золовых песков.

Выделяются следующие карстовые участки: Казанский, Дербышкинский, Столбищенский. За последние 50 лет зарегистрировано 8 случаев образования свежих провалов (Казань, д. Девликеево, Травкино, Кабачице).

На участках с поверхностными формами карста строительство капитальных сооружений без проведения специальных инженерно-геологических изысканий не рекомендуется. Мелкое индивидуальное строительство возможно без специальных исследований, если имеющиеся карстовые формы древние. На участках развития лессовидных грунтов необходима постановка опытных работ на просадочность.

Площади, лишенные карста и просадочных грунтов, рекомендуется использовать для строительства жилых и промышленных сооружений любого класса.

3. Болгарский подрайон охватывает IV надпойменную террасу от устья Камы до южных границ республики. В строении верхнего комплекса IV надпойменной террасы господствующее развитие имеют пески с подчиненными прослойками супесей и суглинков. Среди последних имеются лессовидные разности. Краевые повышенные участки террас слагаются золовыми песками.

При освоении территории необходимо учитывать наличие карста, просадочных грунтов и переработки берега. Выделяются карстовые участки: Трехозерский, Антоновский, Танкеевский. За последние 50 лет зарегистрировано всего 4 случая провалов (Затеевка, Три Озера, Ижборискино, Антоновка). Площади, свободные от карстовых форм, рекомендуется использовать для жилого и промышленного строительства. Крупное строительство на карстовых участках возможно только после специального изучения карста.

IV инженерно-геологический район охватывает V надпойменную террасу. Абс. отм. поверхности 120—130 м. Слагается песками, сверху перекрытыми суглинками и супесями. Последние местами лессовидные. Мощность 40—60 м. Поверхность коренных пород имеет абс. отметки 15—60 м. Грунтовые воды на глубине 30—40 м. Из геологических явлений обращает на себя внимание овражная эрозия, просадочность грунтов и карст. Карст в основном древний. Этот район возможно использовать для строительства сооружений III и IV классов, ограничившихся обычными инженерно-геологическими изысканиями. При строительстве крупных сооружений на участках с карстопроявлениями необходимо проведение специальных инженерно-геологических изысканий на карст.

V инженерно-геологический район охватывает долины малых рек и суходолы. Слагается песчано-глинистыми аллювиальными образованиями. Грунтовые воды залегают неглубоко, нередко выходят на поверхность.

Ввиду избыточного увлажнения район неблагоприятен для застройки.

VI инженерно-геологический район включает склоны долин, уступы

имеются поверхностные карстопроявления, необходимо проведение специальных инженерно-геологических работ. Участки, свободные от карта, рекомендуется использовать для любых форм капитального строительства без специальных изысканий на карст.

2. Казанский подрайон охватывает IV надпойменную террасу от г. Казани до устья Камы. В строении аллювия, особенно в верхней части разреза, преобладают суглинки и супеси делювиального происхождения, среди последних имеются лессовидные породы (Казань, Столбищи—Нов. Поляны, Саралы, Макаровка). В описываемом подрайоне выделяются гипсометрически повышенные участки террас с абс. отм. 100—120 м.

При инженерном освоении необходимо учитывать наличие: а) карста, б) лессовидных пород и золовых песков.

Выделяются следующие карстовые участки: Казанский, Дербышкинский, Столбищенский. За последние 50 лет зарегистрировано 8 случаев образования свежих провалов (Казань, д. Девликеево, Травкино, Кабачице).

На участках с поверхностными формами карста строительство капитальных сооружений без проведения специальных инженерно-геологических изысканий не рекомендуется. Мелкое индивидуальное строительство возможно без специальных исследований, если имеющиеся карстовые формы древние. На участках развития лессовидных грунтов необходима постановка опытных работ на просадочность.

Площади, лишенные карста и просадочных грунтов, рекомендуется использовать для строительства жилых и промышленных сооружений любого класса.

3. Болгарский подрайон охватывает IV надпойменную террасу от устья Камы до южных границ республики. В строении верхнего комплекса IV надпойменной террасы господствующее развитие имеют пески с подчиненными прослойками супесей и суглинков. Среди последних имеются лессовидные разности. Краевые повышенные участки террас слагаются золовыми песками.

При освоении территории необходимо учитывать наличие карста, просадочных грунтов и переработки берега. Выделяются карстовые участки: Трехозерский, Антоновский, Танкеевский. За последние 50 лет зарегистрировано всего 4 случая провалов (Затеевка, Три Озера, Ижборискино, Антоновка). Площади, свободные от карстовых форм, рекомендуется использовать для жилого и промышленного строительства. Крупное строительство на карстовых участках возможно только после специального изучения карста.

IV инженерно-геологический район охватывает V надпойменную террасу. Абс. отм. поверхности 120—130 м. Слагается песками, сверху перекрытыми суглинками и супесями. Последние местами лессовидные. Мощность 40—60 м. Поверхность коренных пород имеет абс. отметки 15—60 м. Грунтовые воды на глубине 30—40 м. Из геологических явлений обращает на себя внимание овражная эрозия, просадочность грунтов и карст. Карст в основном древний. Этот район возможно использовать для строительства сооружений III и IV классов, ограничившихся обычными инженерно-геологическими изысканиями. При строительстве крупных сооружений на участках с карстопроявлениями необходимо проведение специальных инженерно-геологических изысканий на карст.

V инженерно-геологический район охватывает долины малых рек и суходолы. Слагается песчано-глинистыми аллювиальными образованиями. Грунтовые воды залегают неглубоко, нередко выходят на поверхность.

Ввиду избыточного увлажнения район неблагоприятен для застройки.

VI инженерно-геологический район включает склоны долин, уступы

террас с крутизной более 15°. Для строительства мало пригоден ввиду значительной крутизны склонов, овражно-балочной расчлененности и т. д.

VII инженерно-геологический район включает незначительные по размерам останцовые возвышенности коренных пород. Поверхность оконтуривается абр. отметками 80—90 м. Останцы сложены карбонатными породами.

Из приведенной краткой характеристики инженерно-геологических районов левобережья Волги видно, что инженерное освоение каждого из них имеет ряд особенностей.

Значительную часть левобережья занимают по предлагаемому районированию III и IV инженерно-геологические районы, морфологически включающие в себя III, IV и V надпойменные террасы Волги. Эти районы, несмотря на наличие на отдельных участках карста и просадочных грунтов, располагают наиболее благоприятными площадками и рекомендуются нами для широкого освоения под различные виды строительства.

I, II и V инженерно-геологические районы занимают примерно 10% районируемой территории. Эти районы располагают большей частью площадками, освоение которых возможно при условии проведения защитных мероприятий.

VI и VII инженерно-геологические районы в силу указанных выше особенностей для строительства не используются.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кавеев М. С. Карстово-суффозионные явления в левобережной части долины Волги в пределах ТР. Изв. Всесоюз. географ. об-ва, т. 88, 1956.
2. Кирсанов Н. В. О балаханском ярусе в составе плиоцена ТР. Изв. КФАН СССР, серия геолог., № 3, 1955.
3. Ко живников А. В. Строение неогеновых и четвертичных отложений и геологическая история области среднего течения р. Волги. Автореферат дисс. МГУ, 1956.
4. Москвитин А. И. Четвертичные отложения и история формирования долины р. Волги в ее среднем течении. Труды геол. ин-та АН, в. 12, 1958.
5. Обидинова Г. В. Новейшие тектонические движения и геоморфологические условия Среднего Поволжья. Труды ин-та географии, XXII. Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР, 17. Изд. АН СССР, 1957.
6. Полякин В. А. Литологические исследования четвертичных отложений Волги и Камы территории Татарии. Уч. зап. Каз. гос. ун-та им. Ульянова-Ленина, том 117, кн. 4. Геология, 1957.
7. Хаббуллина Ф. С. Овражно-балочная расчлененность территории Татарии. Изв. КФАН СССР, Геолог. ин-т, № 1, 1950.

А. И. Башлев

#### К ИТОГАМ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СВЯЗИ С СТРОИТЕЛЬСТВОМ НИЖНЕ-КАМСКОЙ ГЭС

В связи с намечающимся строительством Нижне-Камской ГЭС, Геологическим институтом Казанского филиала АН СССР, в содружестве с Гидропроектом Министерства электростанций СССР и по его просьбе, проводились необходимые геолого-литологические и геотехнические исследования плиоценовых и верхнепермских образований. Первые результаты этих исследований были оформлены в 1955 году в виде краткого очерка — «Плиоценовые и верхнепермские отложения зоны строительства Нижне-Камской ГЭС».

Позднее коллективом исследователей Геологического института Казанского филиала АН СССР, Казанского государственного университета и треста «Татнефтеразведка» была выполнена и опубликована крупная сводная работа — «Закономерности размещения и пути использования строительного минерального сырья на востоке Татарии (для нужд нефтяных районов и сооружения Нижне-Камской ГЭС)».

Наряду с этими работами выполнялись и более мелкие — исследования литологического строения пермских и плиоценовых отложений отдельных разрезов, литолого-минералогических и инженерно-геологических особенностей фациальных типов глин нижнеакчагыльского подъяруса бассейна Нижней Камы и т. п.

Благодаря строительству ряда крупнейших гидротехнических сооружений на рр. Волге и Каме инженерно-геологические исследования получили широкий размах. Однако оценка свойств пород под нагрузкой от сооружений требует длительных и дорогостоящих исследований. Поэтому изучение зависимости важнейших физико-технических свойств глинистых пород от их петрографического состава приобретает не только теоретический, но и практический интерес.

В настоящей статье изложены итоги исследования плиоценовых отложений в районе Нижней Камы, на которых по одному из вариантов проектирования предполагается сооружение гидроэлектростанции.

Установлено, что плиоценовые отложения, выполняющие долину Палео-Камы, в стратиграфическом отношении принадлежат к нижнеакчагыльскому подъярусу [4].

Проведенные нами петрографо-минералогические и физико-химические исследования показали, что минералогический состав глин нижнеакчагыльского подъяруса изменяется в зависимости от фациальных особенностей этих отложений. Установлено, что разрезы озерной фации харак-

Таблица 1

ризуются гидрослюдисто-монтмориллонитовым типом глин, а аллювиальной фации — монтмориллонитово-гидрослюдистым.

Озерные глины — слюдистые, темно-серого, почти черного цвета, с порошкообразными выделениями вивианита и мелкими рассеянными стяжениями пирита. Содержание в них карбонатов колеблется от 0 до 9,3% и в среднем равно 4,5%. Глины характеризуются в основном циклическими текстурами. К ним относятся текстуры с хорошо выраженной слоистостью (тонкослоистые, микрослоистые), а также ориентированные (скрытослоистые). Реже встречается массивная (однородная) текстура с неравномерным распределением обломочного материала. Структуры же у глин в основном алевропелитовые и микрочешуйчатые.

Среди глинистых частиц преобладает крупнопелитовая фракция (0,01—0,001 мм) — более 50%. В составе пелитового материала предколлоидные частицы (0,001—0,0001 мм) составляют 8,9%, коллоидные (<0,0001 мм) — 10,3%. Детальными исследованиями пелитовых фракций (иммерсионный способ при больших увеличениях, электронномикроскопический, рентгеноструктурный, термический и химико-минералогический методы) установлено присутствие монтмориллонита (50—85%) и гидромусковита (15—40%). В качестве незначительных примесей зарегистрированы гидробиотит, каолинит, галлуазит, аллофан, а также пелитовые зерна кварца и тяжелые терригенные минералы. Песчано-алевритовый материал в средних значениях составляет более 20% массы породы, что позволяет отнести глины к различной степени алевритовым разностям. Песчано-алевритовая часть содержит в основном окатанные зерна кварца (66,3%), кремня (19,2%), обломки неопределенных минералов (9,1%), полуразрушенные зерна полевого шпата (2,6%), листочки мусковита (2,5%) и в незначительных количествах хлорита, зерна глауконита и опала.

Глины аллювиального типа окрашены гидроокислами железа в буровато-коричневые цвета. Характеризуются они известковистыми разностями. Содержание карбонатов в них колеблется в пределах 7,6—19,7% и в среднем равно 13,4%. Описываемые глины неоднородны, с многочисленными прослойками и линзами глинистых алевритов и мелкозернистых песков. В отличие от озерных глин, аллювиальные глины имеют в основном массивную (однородную) текстуру с неравномерным распределением обломочного материала. Для них характерны алевропелитовые, реже пелитовые структуры.

В составе глинистого материала преобладает крупнопелитовая фракция (0,01—0,001 мм) >45%. Среди пелитовых частиц на долю предколлоидной фракции (0,001—0,0001 мм) приходится всего лишь 6,8%, на долю коллоидной (<0,0001 мм) — 9,8% массы породы. Крупнопелитовая фракция представлена гидромусковитом (50—80%) и монтмориллонитом (5—45%). Песчано-алевритовый материал в средних значениях составляет 35,7% массы породы. Это характеризует глины как песчано-алевритовые разности.

Песчано-алевритовый материал представлен в основном окатанными зернами кварца (72,9%), кремня (20,2%), обломками неопределенных минералов (4,3%), полуразрушенными зернами полевого шпата (1,5%); листочками мусковита, хлорита и зернами глауконита и опала. Физические свойства выделенных типов глин иллюстрируются таблицей 1.

Из таблицы 1 видно, что глины озерного типа, в отличие от аллювиальных, характеризуются более низким объемным весом и повышенной пористостью, влажностью и пластичностью. Это обуславливается более высоким содержанием в них глинистых и коллоидных частиц, а также существенным отличием в минералогическом составе. Они содержат почти в полтора раза больше частиц размером <0,005 мм, обладающих большой удельной поверхностью. Этим частичкам и принадлежит основная роль в формировании пластических и других физических свойств.

№ п/п	Показатели	Обозначения	Типы глин					
			глины озерной фации			глины аллювиаль- ной фации		
			от	до	среднее арифмети- ческое	от	до	среднее арифмети- ческое
1	Удельный вес . . . . .	γ	2,63	2,79	2,73	2,65	2,79	2,74
2	Объемный вес (при естественной влажности)	Δ	1,82	2,11	1,96	1,92	2,11	2,01
3	Естественная пористость, %	п	36	48	44	34	47	42
4	Коэффициент пористости . . .	ε	0,55	0,99	0,78	0,52	0,87	0,72
5	Естественная влажность, %	w	20	37	28	19	32	26
6	Степень влажности . . . . .	K <sub>w</sub>	0,85	1,0	0,99	0,86	1,0	0,99
7	Верхний предел пластичности, %	w <sub>f</sub>	32	78	56	40	65	50
8	Нижний предел пластичности, %	w <sub>p</sub>	20	44	31	20	35	27
9	Число пластичности . . . . .	M <sub>p</sub>	17	41	25	17	36	23
10	Показатель консистенции . . .	B	-0,54	0,73	-0,12	-0,40	0,43	-0,04
11	Содержание глинистой фракции (<0,005 мм), % . . . . .	M <sub>c</sub>	30	80	65	30	75	45

Примечания. 1. Анализы произведены в лаборатории восьмой экспедиции Гидропроекта Министерства электростанций СССР.

2. Статистическая обработка физических свойств произведена по данным 516 анализов, в том числе озерных глин 404. Содержание глинистой фракции — по 339 анализам, в том числе озерных глин 263.

Озерные глины характеризуются также более высоким содержанием (до 85%) основного породообразующего минерала монтмориллонита, обладающего высокой гидрофильтрностью и емкостью поглощенных катионов.

Глины обоих фациальных типов находятся в водонасыщенном состоянии. Степень влажности их в средних значениях равна 0,99. По показателю консистенции глины характеризуются твердым (69%), полутвердым (28%) и тугопластичным (3%) состоянием. В мягкопластичном и тем более текучепластичном и текучем состояниях глины не встречаются.

Таким образом, несмотря на значительный разброс числовых значений физических свойств, а также повышенные показатели пористости и пластичности, глины в своем естественном залегании находятся в сильноуплотненном состоянии. По В. А. Приклонскому (1947), показатель уплотненности их  $K_d > 1$ . Это позволяет использовать глинистые породы нижнеакчагыльского подъяруса как надежное основание для различных видов строительства.

В недавнем прошлом Н. В. Коломенский (1954), Г. А. Сулакшина (1955), И. С. Башкинджаян (1956), З. Т. Левина (1957) и другие исследователи на примере пестроцветных глинисто-карбонатных пород татарского яруса и третичных глин Казахстана и Азербайджана установили наличие зависимости основных физико-технических свойств от ряда петрографических особенностей. Применительно к глинам нижнеакчагыльского подъяруса аналогичные исследования являются первой попыткой.

Полученные результаты, возможно, будут приемлемы не только для глин нижнеакчагыльского подъяруса бассейна нижней Камы, но и ближайших областей их распространения.

Для установления количественных взаимозависимостей между петрографическими и физико-техническими свойствами, ряд образцов глин района Беляхчинских створов Нижне-Камского гидроузла был подвергнут детальному исследованию. При этом в основу петрографической характеристики был положен вещественный состав пород и их структурно-текстурные особенности. Из физико-механических свойств взяты коэффициенты сжимаемости и сдвига. Показатели важнейших механических свойств и петрографических особенностей глин приведены в таблице 2.

Таблица 2

Краткая характеристика петрографических и механических свойств фациальных типов глин нижнеакчагыльского подъяруса

Показатели	Типы глин	
	глины озерной фации	глины аллювиальной фации
Содержание $\text{CaCO}_3$ , %	4,5 87	13,4 18
Состав крупнопелитовой фракции (0,01—0,001 м.м.), %	Преимущественно монтмориллонитовый 60—85 5	Преимущественно гидрослюдистый 65—75 2
Структуры	Алевропелитовые >55% и пелитовые (чешуйчатые) <45%	Алевропелитовые >65% и пелитовые (чешуйчатые) <35%
Текстуры	Циклические (тонкослоистые, микрослоистые и ориентированные) <60% и массивные (однородные) >40%	Массивные (однородные) >85% и циклические <15%
Коэффициент сжимаемости в $\text{см}^2/\text{кг}$ (при $P=2-5 \text{ кг}/\text{см}^2$ )	0,007 67	0,005 21
Коэффициент сдвига (при $P=2 \text{ кг}/\text{см}^2$ )	0,928 108	1,014 18

Примечания. 1. В числителе средние значения, в знаменателе — количество анализов.

2. Коэффициент сдвига определялся на монолитах по схеме быстрого опыта без предварительного уплотнения.

Учитывались также и показатели физических свойств, полный комплекс которых определялся для каждого исследованного образца. Результаты исследования показали следующее.

I. При сопоставлении коэффициента сжимаемости с показателями физических свойств устанавливается отсутствие зависимости между ними (рис. 1).

На рис. 1 видно, что при одном и том же диапазоне колебаний коэффициентов сжимаемости коэффициент сжимаемости имеет различные значения (от 0,003 до 0,015  $\text{см}^2/\text{кг}$ ). Однако по показателю сжимаемости глины отчетливо подразделяются на две группы:

1) глины озерного типа с коэффициентом сжимаемости  $a$  больше 0,006  $\text{см}^2/\text{кг}$ ;

2) глины аллювиального типа с коэффициентом сжимаемости  $a$  меньше 0,006  $\text{см}^2/\text{кг}$ .

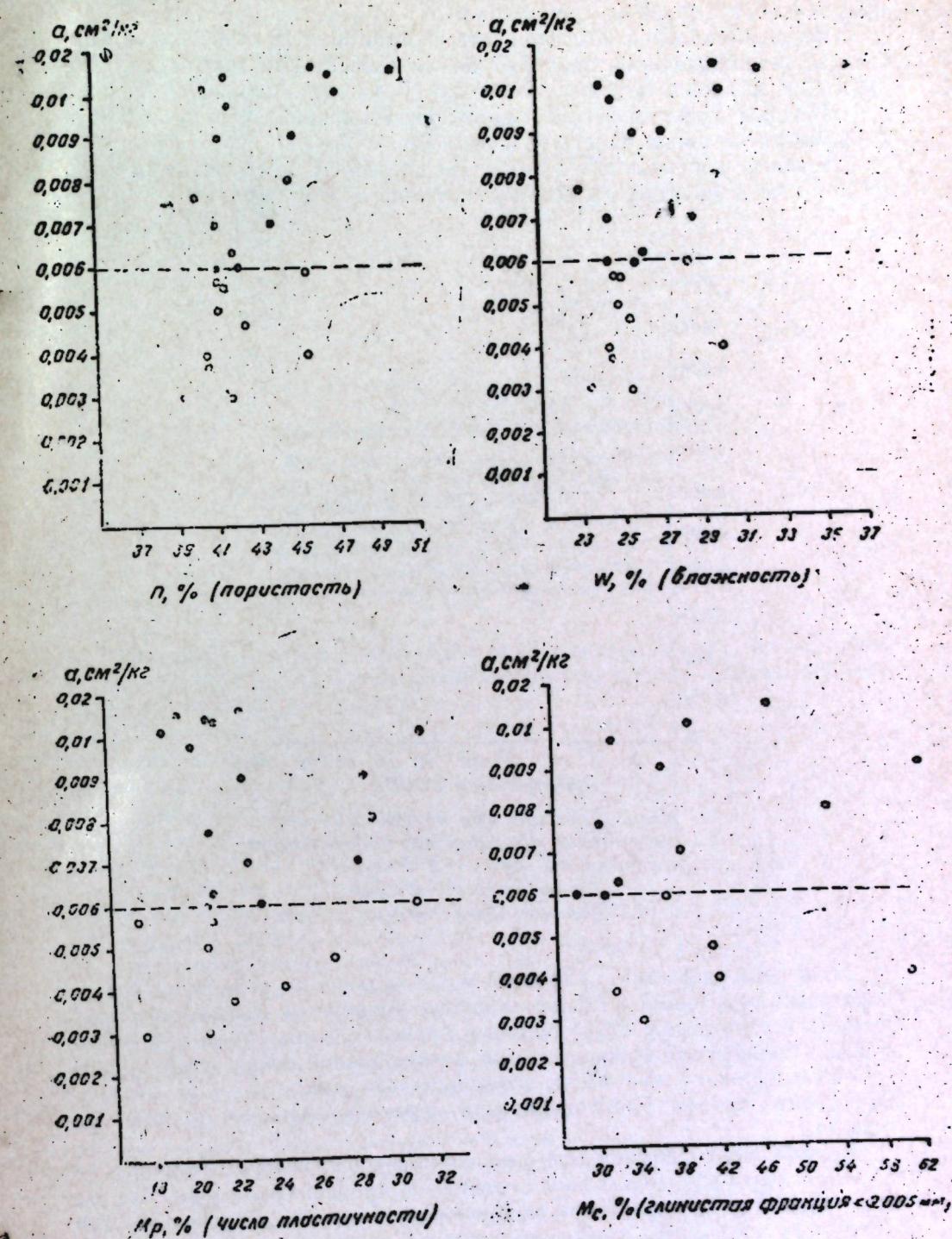


Рис. 1 Зависимость коэффициента сжимаемости глин от пористости, влагоспособности, пластичности и содержания глинистой фракции (при  $P=2-5 \text{ кг}/\text{см}^2$ ).

• — Глины озерной фации.  
○ — Глины аллювиальной фации.

Подобные закономерные различия фациальных типов глин послужили основой для дальнейших поисков зависимости физико-технических свойств от петрографического состава.

При сопоставлении коэффициента сжимаемости с количеством карбонатов устанавливается наиболее четкая зависимость (рис. 2). По содержанию карбонатов глины отчетливо подразделяются на 2 группы:

- 1) глины озерного типа с содержанием карбонатов от 0 до 7% и коэффициентом сжимаемости больше  $0,006 \text{ см}^2/\text{кг}$ ;
- 2) глины аллювиального типа с содержанием карбонатов от 7 до 20% и коэффициентом сжимаемости меньше  $0,006 \text{ см}^2/\text{кг}$ .

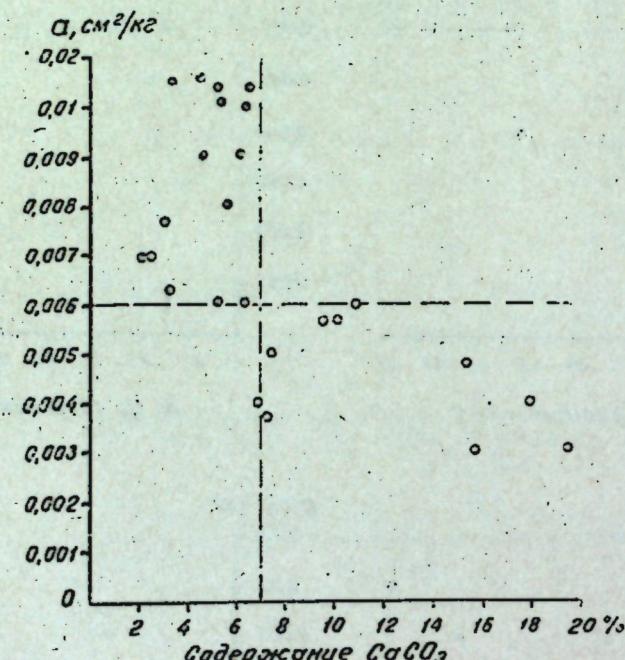


Рис. 2 Зависимость коэффициента сжимаемости глин от содержания карбонатов (при  $P=2,5 \text{ кг}/\text{см}^2$ )  
— Глины озерной фации  
○ Глины аллювиальной фации

Большее содержание карбонатов, обладающих цементирующими свойствами, обусловило в общем снижение пористости, влажности, пластичности и показателя консистенции и привело, таким образом, к повышению механической прочности глин аллювиальной фации (табл. 1, 2).

Исследование зависимости коэффициента сжимаемости от минералогического состава крупнопелитовой фракции привело к тем же выводам.

Коэффициент-сжимаемости уменьшается с увеличением содержания гидромусковита в аллювиальных глинах, по сравнению с озерными, что свидетельствует об увеличении их прочности. С другой стороны, по мере увеличения содержания монтмориллонита в озерных глинах, по сравнению с аллювиальными, коэффициент сжимаемости закономерно увеличивается, то есть снижается прочность глин (рис. 3).

При анализе зависимости коэффициента сжимаемости от текстурных особенностей (рис. 4) выяснилось, что все образцы глин с  $\alpha > 0,006 \text{ см}^2/\text{кг}$  (при среднем значении в  $0,007 \text{ см}^2/\text{кг}$ ) характеризуются ориентированной (скрытослоистой) текстурой и относятся к озерной фации.

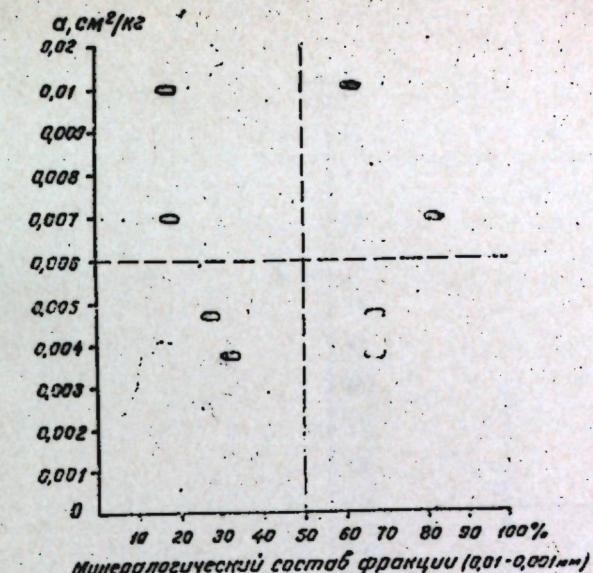


Рис. 3 Зависимость коэффициента сжимаемости глин от минералогического состава (при  $P=2,5 \text{ кг}/\text{см}^2$ )  
— монтмориллонит в глинах озерной фации  
○ гидромусковит в глинах озерной фации  
— монтмориллонит в глинах аллювиальной фации  
○ гидромусковит в глинах аллювиальной фации

Имеющиеся данные позволяют предполагать, что не только ориентированием, но и другие циклические текстуры с хорошо выраженной микрослоистостью будут отнесены по показателю сжимаемости к этой же группе. С другой стороны, глины с коэффициентом сжимаемости  $< 0,006 \text{ см}^2/\text{кг}$  (при среднем значении в  $0,005 \text{ см}^2/\text{кг}$ ) характеризуются массивной (однородной) текстурой и относятся к аллювиальной фации.

Зависимости коэффициента сжимаемости от структурных особенностей не наблюдается. При этом необходимо отметить, что наибольшая прочность на сжатие характерна для образцов глин, имеющих мелкочешуйчатую структуру.

II. Поиски зависимости коэффициента сдвига от различных петрографических признаков позволили сделать аналогичные выводы. При сопоставлении коэффициента сдвига с различными косвенными показателями устанавливается отсутствие четкой зависимости между ними (рис. 5). Об этом свидетельствует также корреляционная зависимость между коэффициентом сдвига и коэффициентом пористости, которая выражена у глин неясно и оценивается только как очень слабая. (Корреляционное отношение, уменьшенное на величину трехкратной средней квадратической ошибки, равно 0,18.) Это исключает возможность использовать подобную

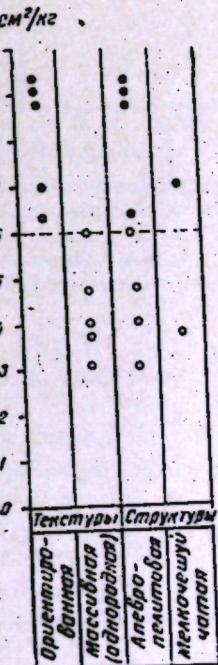


Рис. 4 Зависимость коэффициента сжимаемости глин от структур и текстур (при  $P=2,5 \text{ кг}/\text{см}^2$ )  
● Глины озерной фации  
○ Глины аллювиальной фации

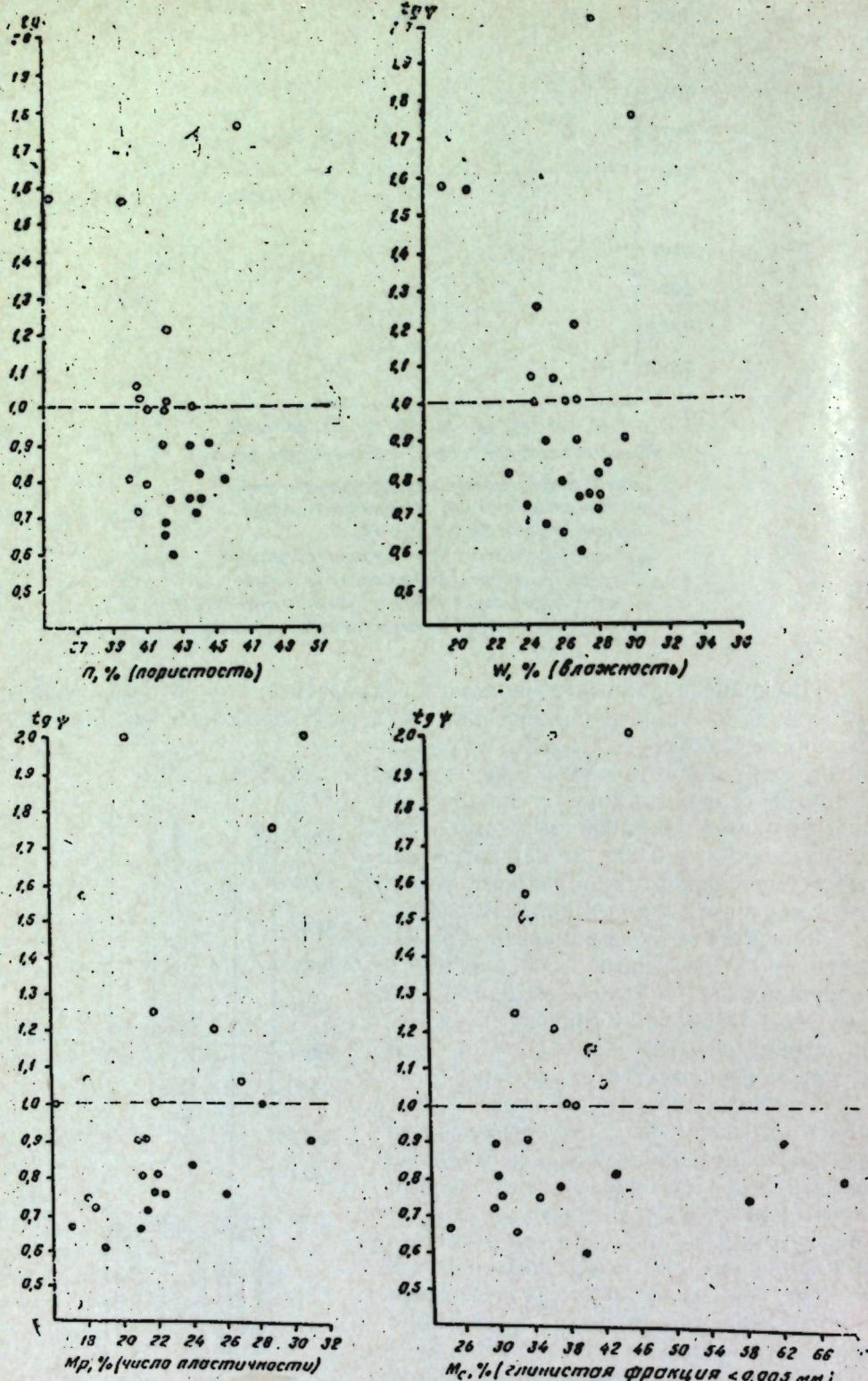


Рис. 5 Зависимость коэффициента сдвига глин от пористости, влажности, пластичности и содержания глинистой фракции (при  $P = 2 \text{ кг}/\text{см}^2$ )  
— глины озерной фации  
○ — глины аллювиальной фации

зависимость для вычисления значений коэффициента сдвига по величине коэффициента пористости.

Так же, как и при исследовании зависимости на сжатие, по величине коэффициента сдвига глины отчетливо подразделяются на две группы:

- 1) озерные глины с коэффициентом сдвига меньше 1,0;
- 2) аллювиальные глины с коэффициентом сдвига больше 1,0.

Дальнейшие поиски зависимости, в пределах выделенных групп, показали, что с увеличением содержания карбонатов коэффициент сдвига увеличивается (рис. 6). Так, в глинах озерной фации ( $\lg \phi < 1,0$ ) содержание карбонатов колеблется в пределах 0—7%, тогда как в аллювиальных глинах ( $\lg \phi > 1,0$ ) — 7—16%.

Аналогичная зависимость устанавливается и при сопоставлении коэффициента сдвига с минералогическим составом крупнопелитовой фракции глин. На рис. 7 видно, что с увеличением содержания монтмориллонита коэффициент сдвига уменьшается, а с увеличением гидромусковита — увеличивается.

Имеющиеся данные свидетельствуют о некотором разбросе значений коэффициентов сдвига при одном и том же содержании основного породообразующего минерала. Так, например, при содержании монтмориллонита 75—85% в озерных глинах, коэффициент сдвига изменяется от 0,7 до 1,0. Для выяснения причин такого колебания была исследована зависимость коэффициента сдвига от структурно-текстурных особенностей. Образцы глини с алевропелитовой структурой, как правило, имеют пониженные значения коэффициентов сдвига. Наибольшая прочность на сдвиг характерна для образцов глин, обладающих мелкочешуйчатой структурой (рис. 8).

Наиболее важным признаком, характеризующим сопротивление глини сдвигу, являются текстурные особенности. Глины озерного типа, обладающие, главным образом, циклическими текстурами, имеют среднее значение коэффициента сдвига 0,928 ( $\lg \phi < 1,0$ ). Глины же аллювиальные ( $\lg \phi > 1,0$ ) характеризуются преимущественно массивной (однородной) текстурой и имеют повышенные значения коэффициентов сдвига со средним значением 1,014.

Таким образом, выявление связи и взаимозависимости между петрографическими особенностями и физико-техническими свойствами показывает возможность по общим петрографическим данным определять инженерно-геологический прогноз для различных фациальных типов глинистых пород нижнеакчагыльского подъяруса.

#### Выводы

- 1) Исследованные глины по петрографическим признакам отчетливо подразделяются на два фациально-литологических типа (озерный и аллювиальный), каждый из которых характеризуется определенным комплексом физико-механических свойств.

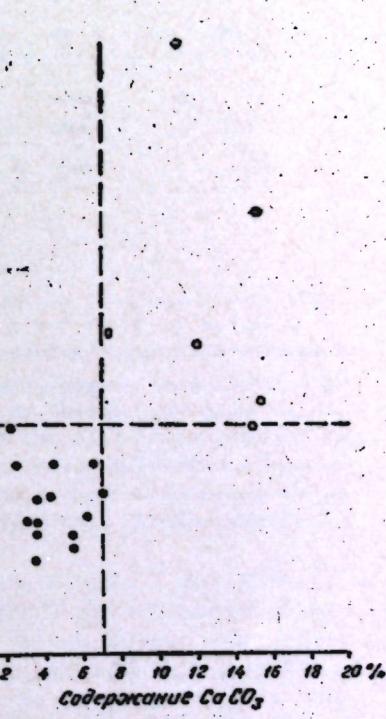


Рис. 6 Зависимость коэффициента сдвига глин от содержания карбонатов (при  $P = 2 \text{ кг}/\text{см}^2$ )  
— глины озерной фации  
○ — глины аллювиальной фации.

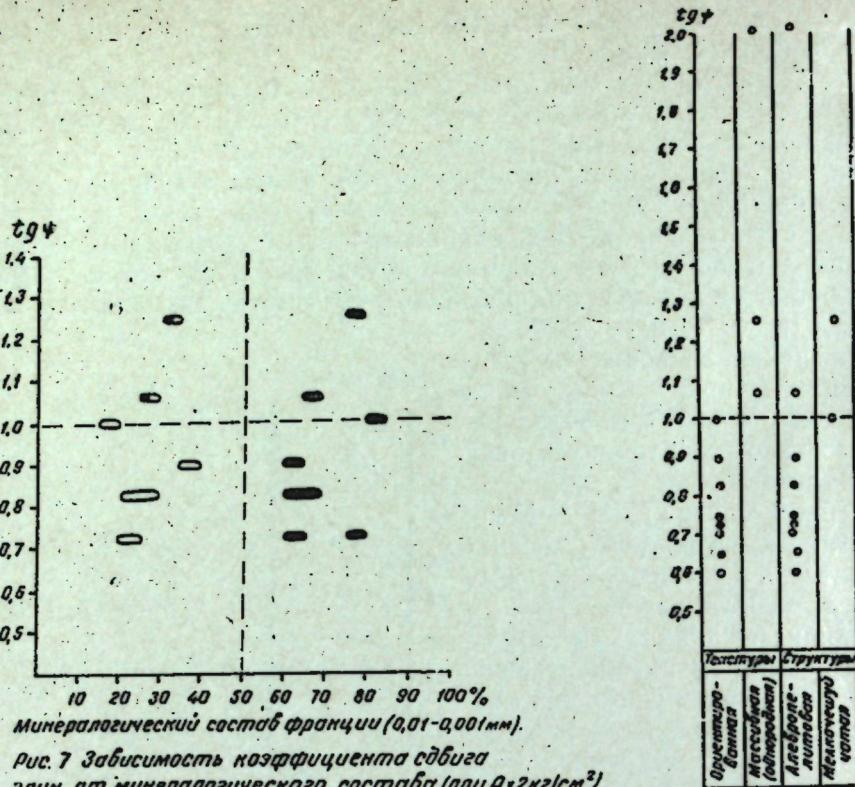


Рис. 7 Зависимость коэффициента сдвига глин от минералогического состава (при  $P=2 \text{ кг}/\text{см}^2$ )

- Монтмориллонит в глинах озерной фации
- — Гидромусковит в глинах озерной фации
- — Монтмориллонит в глинах аллювиальной фации
- — Гидромусковит в глинах аллювиальной фации



Рис. 8 Зависимость коэффициента сдвига глин от структуры-текстур (при  $P=2 \text{ кг}/\text{см}^2$ )

- — Глины озерной фации
- — Глины аллювиальной фации

2) Прямая и отчетливая зависимость коэффициентов сжимаемости и сдвига определяется, прежде всего, содержанием карбонатов. Менее отчетливая — содержанием основных породообразующих минералов в крупнопелитовой фракции и текстурными особенностями. В последнем случае связь, возможно, не является прямой, а осуществляется через содержание карбонатов, которые, как известно из литературы, в наибольшей степени влияют на физико-технические свойства.

3) Зависимости коэффициентов сжимаемости и сдвига от структурных особенностей не обнаружено. При этом необходимо подчеркнуть, что наибольшая прочность на сжатие и сдвиг характерна для образцов глин, имеющих структуру пелитового типа.

Приведенными выше данными обосновывается необходимость дальнейших комплексных исследований физико-технических свойств на самой широкой петрографической основе и внедрения результатов в практику инженерно-геологических изысканий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Башниджагян Н. С. Зависимость компрессионных свойств от направления слоистости в связанных грунтах. Изв. АН Азербайджанской ССР, 1956.
- Башлев А. И. О составе и характере глин нижнеакчагыльского подъяруса бассейна Нижней Камы. Докл. АН СССР, 1959, т. 128, № 1.
- Башлев А. И. Литолого-минералогические и инженерно-геологические особенности фациальных типов глин нижнеакчагыльского подъяруса бассейна Нижней Камы. Изв. Каз. фил. АН СССР, сер. геологич., № 8, 1960.
- Кирсанов Н. В., Семёновский Ю. В. и др. Закономерности размещения и пути использования строительного минерального сырья на востоке Татарии (для нужд нефтяных районов и сооружения Нижне-Камской ГЭС). Труды Казанск. филиала АН СССР, сер. геологич., № 4, 1957.

- Коломенский Н. В. О применимости петрографических методов для характеристики физико-технических свойств горных пород. Тр. Моск. геолого-разв. ин-та, 1954.
- Левина З. Т. О физико-механических свойствах некоторых третичных глин Северного Казахстана в связи с их минералогическим составом. Вестник АН Казахской ССР, № 3, 1957.

- Приклонский В. А. Об использовании пределов Аттерберга для характеристики состава и состояния тонкодисперсных отложений. Вопр. теор. и прикл. геологии, сб. 2, 1947.

- Сулакшина Г. А. Применение петрографических методов изучения глинисто-карбонатных пород при инженерно-геологических исследованиях на примере Горьковского-Чебоксарского Поволжья. Бюлл. Моск. общ. исп. природы, отд. геологическое, № 2, 1955.

Л. Ф. Солонцов

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОКА  
РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ  
О ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ РАСЧЛЕНЕНИИ В ПРЕДЕЛАХ  
ТАТАРИИ

Выделение и изучение рифейских (синийских) отложений, по словам Д. В. Наливкина [16], представляют «выдающееся достижение». Эти новые представления в корне изменили старые точки зрения на отложения, перекрывающие кристаллические породы архея и нижнего протерозоя. В пределах Башкирии такие древнейшие толщи, получившие название «бавлинская свита», были вскрыты всего 20, а в Татарии только 15 лет тому назад. В обеих республиках бавлинские отложения, как и их аналоги в других областях Русской платформы, первоначально были условно отнесены к нижнему девону и эйфелю и даже к среднему девону.

Только 6—8 лет назад было доказано наличие в этом «нижнем и среднем девоне» отложений рифея. Сейчас уже удалось разработать детальную стратиграфию бавлинских отложений.

Термин «бавлинская свита» для наименования древнейших отложений Башкирии и Татарии предложен А. Я. Виссарионовой и М. Ф. Микрюковым в 1946 г. Это наименование было дано по названию д. Бавлы Татарской АССР, где впервые для Урало-Поволжья был вскрыт наиболее мощный (более 250 м) разрез древнейших осадочных образований, подстилающих средний девон. Указанные авторы подразделили бавлинскую свиту по литологическим признакам на две толщи: нижнюю—песчаниковую красновато-коричневого цвета и верхнюю—глинистую зеленовато-серого цвета (см. таблицу 1).

В 1951 г. на состоявшейся в Ленинграде конференции по созданию унифицированной схемы девона Русской платформы и западного склона Урала бавлинская свита в первоначальном ее понимании (согласно схеме А. Я. Виссарионовой и М. Ф. Микрюкова) была подразделена на две свиты: а) нижнебавлинскую свиту в объеме толщи аркозовых и кварцевых песчаников и б) верхнебавлинскую свиту в объеме толщи полимиктовых зеленоцветных пород.

В 1952 году К. Р. Тимергазином [33, 34] было доказано, что красноцветная аркозовая толща района Туймазов имеет не нижнебавлинский, а верхнебавлинский возраст. Он показал, что верхнебавлинская свита может быть подразделена на две толщи: нижнюю—аркозовую и верхнюю—полимиктовую. Вместе с тем им была выделена ниже нижнебавлинской толщи кварцевых песчаников еще терригенно-доломитовая свита, состоящая из доломитов и красноцветных аргиллитов, алевролитов и песчаников. Верхнебавлинскую свиту К. Р. Тимергазин сопоставил с верхней частью

ашинских отложений (кук-караукская и зиганская толщи) западного склона Южного Урала и отнес к нижнему девону. Нижнебавлинская толща кварцевых песчаников им сравнивалась с южноуральскими песчаниками ордовика, а терригенно-доломитовая свита с миньярской свитой западного склона Южного Урала и относилась к кембрию.

Между тем еще в 1941 г. М. И. Гарань [3] обстоятельно показал, что все южноуральские древние свиты, за исключением ашинской, имеют докембрийский возраст.

В 1945 г. Н. С. Шатский древнейшие осадочные образования Южного Урала, от айской свиты до ашинской включительно, общей мощностью около 10—15 тыс. м выделил в составе докембрая в самостоятельную рифейскую группу, рассматривая ее только как формацию краевого прогиба.

В 1950 г. Б. С. Соколов [23] подразделил отложения так называемого нижнего кембрая северо-западных и центральных районов Русской платформы на два комплекса: ведский (в объеме гдовских и ляминаритовых слоев), позднее переименованный в валдайский, и балтийский (в объеме надляминаритовых песчаников, синих глин и эофитоновых песчаников). Одновременно с этим Б. С. Соколов обосновал необходимость отделения вендского комплекса от балтийского, как имеющего докембрийский, точнее позднедокембрийский, возраст. При этом он параллелизовал вендские отложения с синийской системой Китая и отнес их к палеозою.

В 1952 г. Н. С. Шатский [45, 46, 47] в свете новых данных по осадочным образованиям Русской платформы пришел к выводу, что позднедокембрийские (рифейские) отложения развиты не только в краевых прогибах, но могут быть выделены и на платформе. В пределах Европейской части СССР к платформенным аналогам рифея он отнес валдайские отложения Прибалтики и Подмосковья, а также всю бавлинскую свиту Урала-Поволжья. В отличие от Б. С. Соколова, Н. С. Шатский рассматривал позднедокембрийские отложения в составе протерозоя.

В этом же году Б. М. Келлер [11] сравнивает верхнебавлинскую свиту Волго-Уральской области с ашинской свитой западного склона Южного Урала и так называемым нижним кембriем северо-западных районов Русской платформы. Он считал особенно сходными с ашинской свитой гдовские песчаники и ляминаритовые глины (валдайский комплекс). Нижней же части бавлинских отложений, по его мнению, соответствует редкинская свита центральных районов Русской платформы и каратауская серия западного склона Южного Урала. Ашинскую серию и ее аналоги Б. М. Келлер отнес к нижнему кембрию, а каратаускую серию и ее аналоги — к рифею.

В 1952 г. Б. С. Соколов [24], проведя сравнительное изучение разрезов древних свит Южного Урала, Волго-Уральской области и центральных районов Русской платформы, приходит к выводу о необходимости сопоставления древнейших красноцветных кварцевых песчаников, аргиллитов и доломитов Сердобска, нижнебавлинской терригенно-доломитовой толщи востока Русской платформы полностью или частично с каратауской серией Башкирского Урала. Урало-волжскую верхнебавлинскую свиту (в объеме красноцветных аркозовых песчаников и полимиктовых сероцветных пород) он сопоставил с ашинской серией Карагату и отнес к нижнему девону.

Личное изучение большого количества разрезов древнейших отложений из различных частей Волго-Уральской области позволило нам внести существенные уточнения в стратиграфические построения предшествующих исследователей.

В результате проведенных нами исследований мы еще в фондоевой работе 1952 г. и опубликованной статье 1954 г., в отличие от К. Р. Тимергазина, обосновали не двухслойное, а трехслойное подразделение верхнебавлинских отложений. Мы показали, что так называемая «красноцвет-

ная аркозовая толща» залегает не в нижней, а в средней их части и ограничивается снизу и сверху переслаивающимися между собой сероцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами, а пачелмские древние т

К. Р.  
но что  
бласти  
ярской  
лачелм-  
оносно-  
хнебав-  
Ураль-  
женное  
еляются  
никовая  
я толща  
этом мы  
местный  
никовой  
х страти-

и верхне-  
совершен-  
ных толщ  
ашинских  
лило нам  
Поволжья  
ого проги-  
разовани-

ъеме гдов-  
щ Пачелм-  
му выводу.  
в составе  
ашинских  
чае к ним,  
го прогиба,  
ланвания и  
ников, а во  
зии с этим  
толща пере-  
хняя часть  
о стратигра-  
ли сопостав-  
ных районов

м тесной ли-  
бавлинского  
ного склона  
ская толща  
ских отложе-

6. гг. считали,  
т лишь ниже-  
ластих (кара-

ашинских отложений (кук-караукская и зиганская толщи) западного склона Южного Урала и отнес к нижнему девону. Нижнебавлинская толща кварцевых песчаников имела аналогии в ашинских толщах и песчаниками западно-

го склона

все южные докембрийские

Уралы около фейской

В го ни платформовых (в об чаник отдел брийс зовал палео

В цым с кембр бах, в части ложе ло-По поздн

В ту Во Урала Русси гдовск ней ж кинск серия Б. М. анало

В зов др район ставле и дол восто серне (в об ных п девон

Л ний и сущес щих

В работ газини бавли

что  
еют

юго тью риба. мотой рий ес ть эм ли к

оч то си ой от ри аз

зи ого тов ой аж ед ская логи и ее

азре льных сопо литов

толщи

уско

свиту

ная аркозовая толща» залегает не в нижней, а в средней их части и ограничивается снизу и сверху переслаивающимися между собой сероцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами, а пачелмские древние толщи, залегающие на доломитовых образованиях, отвечают ашинской серии западного склона Южного Урала в целом.

Далее мы пришли к выводу, что терригенно-доломитовая свита К. Р. Тимергазина развита не только в пределах Западной Башкирии, но что она имеет свои аналоги и в других районах Волго-Уральской области (Бураново, Северокамск) и что она вполне эквивалентна как миньярской свите западного склона Южного Урала, так и доломитовой толще Пачелмского прогиба.

В мае 1954 г. на совещании, посвященном геологии и нефтегазоносности Урало-Поволжья, мы [30] показали, что так называемая «верхнебавлинская свита», являясь одновозрастной на всей территории Волго-Уральской области, в полных разрезах повсеместно имеет отчетливо выраженное трехчленное строение. В составе ее в этих разрезах, хорошо выделяются нижняя сероцветная толща переслаивания, красноцветная песчаниковая толща (аркозовая толща К. Р. Тимергазина) и верхняя сероцветная толща переслаивания (полимиктовая толща К. Р. Тимергазина). При этом мы установили, что вокруг Татарского свода наблюдается почти повсеместный размыт верхней толщи переслаивания и подстилающей ее песчаниковой толщи. Этот вывод имел большое значение для всех последующих стратиграфических построений.

Более детальное подразделение как нижнебавлинских, так и верхнебавлинских отложений привело нас к очень важному выводу о совершенно одинаковой последовательности в смене литологически сходных толщ в пределах Урало-Поволжья, Пачелмского прогиба и инзерско-ашинских отложений западного склона Южного Урала. Все это и позволило нам литологическое расчленение древнейших отложений Урало-Поволжья произвести по аналогии с древнейшими отложениями Пачелмского прогиба, а стратиграфическое — по аналогии с инзерско-ашинскими образованиями западного склона Южного Урала.

Единодушное признание аналогов валдайской серии (в объеме гдовских песчаников и лямниаритовых глин) в составе древних толщ Пачелмского прогиба в свою очередь привело нас к другому важному выводу. Оно позволило нам выделить аналоги валдайской серии как в составе бавлинских отложений Урало-Поволжья, так и в составе ашинских отложений западного склона Южного Урала. В первом случае к ним, по аналогии с разрезами древнейших отложений Пачелмского прогиба, нами были отнесены верхнебавлинская нижняя толща переслаивания и подстилающая ее нижнебавлинская толща кварцевых песчаников, а во втором — лишь урюкская и басинская толщи. В соответствии с этим положением верхняя часть бавлинских отложений (верхняя толща переслаивания и подстилающая ее песчаниковая толща) и верхняя часть ашинских отложений (кук-караукская и зиганская толщи) по стратиграфическому положению и литологическим особенностям были сопоставлены нами с балтийской серией нижнего кембрия центральных районов Русской платформы и пачелмской «балтийской серией».

Такое сравнение разрезов древнейших отложений с учетом тесной литологической связи между нижней и верхней частями верхнебавлинского комплекса Урало-Поволжья и ашинского комплекса западного склона Южного Урала заставило нас признать, что нижнебавлинская толща кварцевых песчаников и все толщи верхнебавлинских и ашинских отложений имеют нижнекембрийский возраст.

На основании этого положения мы [29, 30] в 1954—1956 гг. считали, что рифейский возраст в пределах Урало-Поволжья имеют лишь нижележащие бавлинские толщи и их аналоги в прилегающих областях (карауакские и сердобские толщи).

В 1954 г. Е. В. Чибrikova указывает, что споры из бавлинских отложений представлены морфологически примитивными видами, сходными с описанными С. Н. Наумовой из древних свит западного склона Южного Урала и нижнекембрийских отложений Прибалтики.

К сходным выводам о возрасте бавлинских отложений несколько позже пришли также З. П. Иванова и А. А. Клевцова [10], К. Р. Тимергазин [37] и другие исследователи, специально изучавшие древнейшие отложения Урало-Поволжья.

К. Р. Тимергазин [37] в 1956 г. показал, что в наиболее полных разрезах Башкирии (Серафимовка) снизу вверх наблюдается двукратная смена песчаниковых образований терригенно-доломитовыми. Отложения нижнего цикла осадконакопления (песчаниковая и доломитовая толщи) он объединил под названием калтасинской свиты, а отложения следующего седиментационного цикла (песчаниковая и терригенно-карбонатная толщи) под названием серафимовской свиты. Эта точка зрения К. Р. Тимергазина нашла свое дальнейшее развитие в работах Л. Д. Ожигановой [18], З. П. Ивановой [10] и автора настоящей статьи [31]. Нами, в частности, было установлено, что, подобно бавлинским отложениям Урало-Поволжья, снизу вверх по разрезу двукратная смена песчаных толщ терригенно-доломитовыми наблюдается и в составе сердобского комплекса Пачелмского прогиба.

В отличие от нас, З. П. Иванова и А. А. Клевцова [10] показали, что аналоги гдовских песчаников следует искать не в нижнебавлинской толще кварцевых песчаников, а в песчанико-конгломератовой толще, залегающей в основании верхнебавлинских отложений. В соответствии с этим границу между рифеем и нижним кембriем они предложили проводить не по подошве толщи кварцевых песчаников (леонидовские слои схемы З. П. Ивановой и А. А. Клевцовой или леонидовская свита схемы К. Р. Тимергазина), как это было предложено нами, а по ее кровле, после которой повсеместно фиксируется четкий перерыв.

В 1958 г. мы [31] пришли к выводу, что мощные красноцветные отложения Куйбышевского Заволжья (Боровка, Якушкино, Серноводск и др.) в составе бавлинских образований являются наиболее древними, вполне эквивалентными кавелинской свите Пачелмского прогиба, нижнекалтасинской толще Западной Башкирии и зильмердакской свите западного склона Южного Урала.

В 1959 году мы совместно с К. Р. Тимергазиным присоединились к точке зрения Н. С. Шатского о рифейском возрасте всех бавлинских отложений востока Русской платформы. Основанием к этому послужило наблюданное нами исключительное литологическое сходство верхнебавлинских отложений Урало-Поволжья и пачелмских отложений Пачелмского прогиба с редкинско-валдайскими образованиями центральных районов Русской платформы, где эти образования трангрессивно перекрыты фаунистически охарактеризованной балтийской серией нижнего кембра.

Наконец, в печатной работе 1959 же года и ранее в фондоевой работе 1955 г. мы показали, что мощные красноцветные отложения района Казанлов (Саратовская область), содержащие остатки рыб [12], являются более молодыми, чем отложения как нижнебавлинского, так и верхнебавлинского комплексов. Эти отложения еще в 1955 г. нами были выделены под названием «казанлинская свита» и отнесены к нижнему девону.

В 1959 г. на Уфимском совещании геологов, специально занимающихся изучением древних толщ Волго-Уральской области, был рассмотрен и утвержден проект унифицированной стратиграфической схемы отложений, подстилающих средний девон [32]. В основу этого проекта была положена совместная работа автора с К. Р. Тимергазиным, выполненная в 1959 г.

Большую дискуссию на Уфимском совещании вызвал вопрос об объеме рифея. Одни считали возможным отнести к рифею только нижнебав-

ский возраст верхним отнести к рифею комплексы. Уфимский рифей, а верхне-их представлений о востока Русской тся те выводы, ко-совещании, иение додевонских находясь в тесной го региона. ктурных элементов тента, находящееся именуемое Волго-положена в пределы выходит за пред-

запада, юга, юго-востокия имеют развитого цоколя. ачелмский прогиб, зы, Северокаспийский предполагаемых, ко-Шунгайского ие районы Русской С севера в Волго-открывающаяся в время додевонские вной части Волго-

отсутствуют лишь зский, Татарский, аикарский и Коми-лагаемых Аралсор-сивов.

й Урало-Волжской (Урал, Тиманиды, к, Восточные Кар-складчатое соору-кольцом Русскую

ь додевонские от- зом скважин. Пол- кого щита, в зонах афимовка, Леони- епресиях, находя- других случаях по- в одной глубокой дая мощность их в превышает 3500 м. х частях Русской

ы разрез древней- рии представляет исключительный интерес для установления единой схемы расчленения древних толщ по всей территории платформы и для выяснения начальных этапов ее геотектонического развития.

Почти во всех пунктах, где вскрыта подошва бавлинских отложений,

В 1954  
жений пред-  
описанными  
Урала и ни-

К сходи-  
нене пришли  
[37] и други-  
ния Урало-Г

К. Р. Т  
резах Башк  
смена песча-  
нишнего ци-  
он объедини-  
щего седиме-  
толщи) под  
мерганизина [18], З. П. И-  
ности, было  
Поволжья,  
терригено-  
плекса Паче-

В отлич-  
аналоги где  
кварцевых п-  
ющей в осно-  
граничу ме-  
не по подош-  
З. П. Ивано-  
мерганизина),  
вой повсемест-

В 1958 г-  
жения Куйб-  
в составе ба-  
эквиваленты  
синской тол-  
склона Юже-

В 1959  
точке зрения  
жений восто-  
блодаемое в  
ских отложе-  
прогиба с ре-  
Русской пла-  
нистически

Наконец  
1955 г. мы по-  
лов (Сарато-  
лее молодым  
линского ко-  
под название

В 1959 г.  
ся изучением  
утвержден п-  
ний, подсти-  
положена со-  
вместной рабо-  
тав автора с  
тимергазином, в  
1959 г.

Большую дискуссию на Уфимском совещании вызвал вопрос об об-  
ъеме рифея. Одни считали возможным отнести к рифею только нижнебаз-

ло-  
з с  
Эго  
зд-  
ни  
хе-  
зз-  
ая  
ия  
и)  
по-  
тая  
Ги-  
зой  
ст-  
ло-  
лещ  
эм-

что  
ще  
ега-  
гим  
ить  
емы  
ти-  
то-

гло-  
др.)  
мне  
тта-  
того

сь к  
гло-  
на-  
лии-  
кого  
нов  
рау-

боте  
зан-  
бо-  
бав-  
лены

цих-  
ен и  
оже-  
ыла

линский комплекс и высказывались за нижнекембрийский возраст верх-  
небавлинского комплекса. Другие же считали возможным отнести к ри-  
фею как нижнебавлинский, так и верхнебавлинский комплексы. Уфим-  
ское совещание отнесло нижнебавлинский комплекс к рифею, а верхне-  
бавлинский — условно к рифею и нижнему кембрию.

В настоящей работе и дано изложение современных представлений о  
стратиграфическом расчленении рифейских отложений востока Русской  
платформы; при этом в ней преимущественно излагаются те выводы, ко-  
торые не получили должного отражения на Уфимском совещании.

В пределах рассматриваемого региона распространение додевонских  
(бавлинских) отложений не является повсеместным, находясь в тесной  
зависимости от древнего структурного расчленения этого региона.

Одним из наиболее крупных положительных структурных элементов  
его является древнее поднятие кристаллического фундамента, находящееся  
в центральной части Русской платформы и обычно именуемое Волго-  
Камским массивом. Большая часть этого поднятия расположена в преде-  
лах Урало-Поволжья, и лишь на западе оно несколько выходит за пре-  
делы последнего (см. фиг. 1).

Окружая Волго-Камский массив с северо-запада, запада, юга, юго-  
востока, востока и северо-востока, додевонские отложения имеют разви-  
тие в пониженных частях древнего рельефа кристаллического цоколя.  
Такими частями являются Московская впадина, Пачелмский прогиб,  
разделяющий Воронежский и Волго-Камский массивы, Северокаспий-  
ская впадина, отделяющая Волго-Камский массив от предполагаемых,  
по геофизическим данным (Фотиади, 1952), Араксоро-Шунгайского и  
Хобдинского кристаллических массивов, и восточные районы Русской  
платформы, сопряженные с Предуральским прогибом. С севера в Волго-  
Камский массив вдается Кажимская впадина [4], открывающаяся в  
Предтиманский прогиб. Наконец, в самое последнее время додевонские  
отложения были вскрыты в двух пунктах в центральной части Волго-  
Камского массива (Пичкасы, Алькеево).

Таким образом, додевонские отложения полностью отсутствуют лишь  
в сводовых частях Волго-Камского массива (Токмовский, Татарский,  
Жигулевский, Бузулукский и, видимо, Кировско-Сыктывкарский и Коми-  
Пермяцкий своды), а также в сводовых частях предполагаемых Араксоро-  
Шунгайского и Хобдинского кристаллических массивов.

Эквиваленты додевонских (бавлинских) отложений Урало-Волжской  
области широко развиты в складчатых сооружениях (Урал, Тиманиды,  
Норвежские каледониды, Келецко-Сандомирский кряж, Восточные Кар-  
паты, Добруджа, возможно погребенное герцинское складчатое соору-  
жение на юге Прикаспийской впадины), окружающих кольцом Русскую  
платформу.

В пределах Урало-Поволжья на полную мощность додевонские от-  
ложения вскрыты пока еще очень небольшим количеством скважин. Пол-  
ностью их удалось пройти лишь на склонах Волго-Камского щита, в зонах  
выклинивания древних толщ (Северокамск, Глазов, Серафимовка, Леони-  
довка, Туймазы, Бавлы, Байтуган, Елшанка и др.) и в депрессиях, находя-  
щихся в пределах самого щита (Алькеево). Во всех других случаях по-  
дошла додевонских отложений не была достигнута ни одной глубокой  
буровой скважиной. Тем не менее только вскрытая общая мощность их в  
пределах Урало-Волжской области в сводном разрезе превышает 3500 м.  
Подобная мощность описываемых отложений в других частях Русской  
платформы нигде не известна. Вследствие своей полноты разрез древней-  
ших отложений востока Русской платформы представляет исключительный  
интерес для установления единой схемы расчленения древних толщ по всей  
территории платформы и для выяснения начальных этапов ее геотектони-  
ческого развития.

Почти во всех пунктах, где вскрыта подошва бавлинских отложений,

они оказались залегающими с размывом и несогласием на древнейших гнейсово-мigmatитовых породах, слагающих кристаллическое основание осадочного покрова Урало-Поволжья. По петрографическому составу, степени метаморфизованности и дислоцированности эти породы принято сопоставлять с архейскими образованиями Украины, Карелии и тараташскими гнейсами западного склона Южного Урала (см. таблицу 2).

В одном из районов Казанского Поволжья (с. Кудаш) были обнаружены [39, 40] железистые кварциты, близкие к саксаганским джеспеллитам Украины и нижнекарельским магнетитовым кварцитам Карелии. Гальки железистых кварцитов типа саксаганских джеспеллитов встречены еще в составе конгломератов из бавлинских отложений района Ардатовки. По мнению К. Р. Тимергазина [35, 36], саксаганские породы Украины эквивалентны тараташским образованиям западного склона Южного Урала, среди которых также развиты железистые кварциты. Однако, по свидетельству М. И. Гараня, тараташские железистые кварциты отличны от саксаганских. Обломки же железистых кварцитов саксаганского облика им встречены в основании южноуральской айской свиты бурзянского комплекса.

Отсюда следует, что образования саксаганского возраста на Южном Урале полностью были смыты в предайское время. С карельскими образованиями, возможно, следует сравнивать глинистые и слюдистые сланцы Урмар и Балашова.

В районе Елшанки установлено налегание досреднедевонских отложений на розовые кварциты, в свою очередь перекрывающие архейские породы.

Сходные кварцитовидные песчаники [10] были полностью вскрыты в пределах Токмовского свода, в районе Юлово-Ишима, где в них было пройдено 257 м. Кварциты и кварцитовидные песчаники Юлово-Ишима и Елшанки по своему внешнему облику, петрографическому составу, степени метаморфизованности и положению в разрезе весьма сходны с шокшинскими кварцито-песчаниками иотния Карелии и шатакскими песчаниками, кварцитами и конгломератами западного склона Южного Урала.

По нашему мнению [6], до накопления интересующих нас осадков кварциты и кварцитовидные песчаники иотния на Русской платформе имели значительно большее развитие, чем это представляется в настоящее время, когда они сохранились главным образом лишь в депрессиях архейского фундамента.

В пределах Урало-Волжской области наиболее полные разрезы бавлинских отложений к настоящему времени выявлены бурением в области юго-восточного склона платформы, на Серафимовской площади (Западная Башкирия), где и разработана впервые детально их стратиграфия трудами целого ряда геологов [8, 9, 10, 18, 19, 29, 30, 31, 33, 34, 37 и др.].

Этот разрез может быть рекомендован в качестве основного опорного разреза для выяснения строения додевонских (бавлинских) отложений в других частях Урало-Волжской области. Ниже приводится подробная характеристика эталонного разреза востока Русской платформы по данным серафимовских скважин № 15, 16, 65, 119 и 377.

На кристаллическом фундаменте платформы в Серафимовском районе последовательно снизу вверх залегают следующие толщи пород.

1. **Песчаниковая толща.** Песчаники кварцевые, полевошпатово-кварцевые и кварцево-полевошпатовые, светло-серые и красновато-коричневые, участками розовые, зеленовато- и желтовато-серые, неравномернозернистые, преимущественно мелко- и среднезернистые, с каолиновым, железисто-глинистым и регенерационным кварцевым цементом, местами отчетливо слоистые, пористые.

2. **Алевролитовая толща.** Алевролиты полевошпатово-кварцевые, серые, зеленовато- и коричневато-серые и сиреневые, тонко- и микрослоистые, сильно слюдистые, с подчиненными прослойками красно-коричневого аргиллита и значительным количеством аутогенного глауконита.

Мощность 75 м.

3. **Нижняя терригенно-доломитовая толща.** Доломиты розовато-серые, светло-зеленоватые и коричневато-серые, микрозернистые, участками окварцованные, плотные, крепкие, с проблематическими органическими остатками, с подчиненными прослойками аргиллитов, по-

Посл.

## ЗАЛЕГАЮЩИХ К НЕЙ ОБЛАСТЕЙ

Норвежские каледониды		
Средний песчаники эпохи девона	Финнмаркен /Северная Норвегия/	Споромитовое поле Норвегии/Южная Норвегия/
	Красные кварцитовидные песчаники нижнего кембрия	Отложения нижнего кембрия
Сланцы биструхинской свиты	Пестроцветные аргиллиты Верхний гиплит	Верхолесские споромиты
	Красный споромит	Сланцы Экре Красный споромит Мелоб
		Отсутствуют

Таблица 2

части отдельно отмечены, а остальные части отнесены к единому стратиграфическому обрамлению. Указанные части разреза соответствуют понятию

они оказались залегающими с размывом и несогласием на древнейших гнейово-мigmatитовых породах, слагающих кристаллическое основание гранитного покрова.

3. Нижняя терригенно-доломитовая толща. Доломиты розовато-серые, светло-зеленоватые и коричневато-серые, микрозернистые, участками окварцованные, плотные, крепкие, с проблематическими органическими остатками, с подчиненными прослойками аргиллитов, полевошпатово-кварцевых и кварцево-полевошпатовых алевролитов и песчаников. Последние приурочены главным образом к верхней части толщи и обогащены глауконитом.

Мощность 78—105 м.

4. Песчаниково-аргиллитовая толща.

Нижняя пачка. Песчаники полевошпатово-кварцевые, светло-серые со слабым зеленоватым и розоватым оттенком, мелко- и среднезернистые, местами с примесью крупнопесчаных и мелкогравийных зерен, с прослойками аргиллитов.

Мощность 13—48 м.

Верхняя пачка. Аргиллиты сургучно-красные, в той или иной степени алевритовые, местами тонкослонистые, слабо слюдистые с прослойками глинистых алевролитов и доломитовых мергелей. В серафимовской скважине № 65 этот горизонт прорван дайкой габбро-диабазов.

Мощность 62—77 м.

5. Песчаниковая толща. Песчаники кварцевые и полевошпатово-кварцевые, преимущественно микроклино-кварцевые, серые, неравнозернистые, от мелко- до крупнозернистых, с доломитовым, глинистым и кварцевым регенерационным цементом, с прослойками аргиллитов.

Мощность 30—50 м.

6. Верхняя терригенно-доломитовая толща. Аргиллиты и доломитовые мергели сургучно-красные, участками зеленовато-серые, в различной степени алевритовые, местами тонкослонистые, с подчиненными прослойками розовато- и зеленовато-серых неравнозернистых полевошпатово-кварцевых песчаников, кварцево-полевошпатовых алевролитов и алеврито-глинистых доломитов. Обращает на себя внимание присутствие в отдельных прослоях данной толщи обломков эфузивных пород крупнопесчаной и гравийной размерности.

Описываемая толща прорвана дайкой габбро-диабазов на участке серафимовской скважины № 119.

Мощность 135—140 м.

7. Песчаниковая толща (толща кварцевых песчаников). Песчаники кварцевые розовые и красновато-коричневые, преимущественно мелко- и среднезернистые, с каолиновым и кварцевым регенерационным цементом, с подчиненными прослойками алевролитов и аргиллитов.

Мощность 40—370 м.

Перерыв и размыт.

8. Конгломерато-песчаниковая толща. Песчаники полимиктовые коричневато- и зеленовато-серые, неравнозернистые, от мелко- до крупнозернистых, с гравием и галькой, местами с прослойками гравелитов и мелкогалечных конгломератов. Последние представлены обломками подстилающих кварцевых песчаников, алевролитов, аргиллитов, а также крупных зерен кварца и полевых шпатов. Цементом описываемых пород служит алеврито-глинистый материал.

Мощность 0—30 м.

9. Нижняя толща переслаивания. Переслаивание темно-серых и темно-зеленых, редко шоколадно-коричневых гидрослюдистых аргиллитов и зеленовато-серых кварцево-полевошпатовых и полевошпатово-кварцевых алевролитов и песчаников.

Мощность 50—110 м.

10. Песчаниковая толща.

Нижняя пачка. Песчаники полевошпатово-кварцевые (преимущественно плагиоклазово-кварцевые), зеленовато-серые, большей частью мелкозернистые, с подчиненными прослойками алевролитов и аргиллитов.

Мощность 45—75 м.

Средняя пачка. Аргиллиты алевритовые и алевролиты глинистые шоколадно-коричневые и зеленовато-серые.

Мощность 11—35 м.

Верхняя пачка. Песчаники мелкозернистые и алевролиты полевошпатово-кварцевые (преимущественно плагиоклазово-кварцевые), коричневые, с подчиненными прослойками аргиллитов.

Мощность 48—75 м.

11. Верхняя толща переслаивания. Чередование зеленовато-серых и темно-зеленых, редко шоколадно-коричневых гидрослюдистых аргиллитов и зеленовато-серых кварцево-полевошпатовых и полевошпатово-кварцевых алевролитов и песчаников.

Мощность 8—180 м.

Анализ приведенного разреза додевонских (бавлинских) отложений Серафимовского района (табл. 3) позволяет расчленить их на две крупные части, отвечающие единому тектоническому циклу. Эти части отделены друг от друга крупным перерывом и размывом. По своему стратиграфическому объему указанные части разреза соответствуют понятию

или коричневато-серые  
чиненными прослойями  
аутогенного глауконита.

Мощность 75 м.

комплекс. Поэтому бавлинские отложения Урало-Волжской области на-  
ми были подразделены на нижнебавлинский и верхнебавлинский ком-  
плексы. Эта точка зрения была принята на Уфимском совещании теоло-  
гов — исследователей досреднедевонских отложений Волго-Уральской  
нефтесной провинции.

Первый из указанных комплексов охватывает нижнюю часть разреза  
до толщи кварцевых песчаников, а второй — всю остальную часть разреза,  
лежащую выше перерыва.

При детальном рассмотрении разреза бросается в глаза циклическое  
строение как нижнебавлинского, так и верхнебавлинского комплексов.  
В пределах первого снизу вверх наблюдается двукратная постепенная  
смена песчаных отложений терригенно-карбонатными, затем вновь следу-  
ют песчаные образования, после которых фиксируется перерыв и размыв.  
В составе верхнебавлинского комплекса отмечается двукратное чередова-  
ние песчанниковых толщ с толщами переслаиваний, состоящими в основном  
из аргиллитов и алевролитов.

Таким образом, отложения нижнебавлинского комплекса образова-  
лись в течение двух полных и третьего неполного цикла седиментации, а  
верхнебавлинского комплекса — в результате двух крупных полных седи-  
ментационных циклов. Как известно, осадки одного крупного цикла седи-  
ментации принято выделять под названием серия. В соответствии с этим  
в составе нижнебавлинского комплекса выделяются следующие три се-  
рии: калтасинская, серафимовская иleonидовская.

1. Калтасинская серия охватывает базальную песчаниковую толщу,  
перекрывающую ее алевролитовую толщу и вышележащую нижнюю тер-  
ригенно-доломитовую толщу.

Стратиграфическое положение следующей песчанико-аргиллитовой  
толщи является спорным. Некоторыми исследователями [37] эта толща  
относится к более молодой серафимовской серии. В настоящей работе нами  
она условно отнесена к калтасинской серии. Основанием к этому послу-  
жило наличие в других районах Урало-Поволжья (Калтасы, Оръебаш,  
Надеждин) над нижней терригенно-доломитовой толщей еще мощной  
толщи аргиллитов и мергелей (до 80—200 м), отделенной от подстилаю-  
щих доломитов лишь маломощным пластом песчаника (2—5 м). На Сера-  
фимовской площади сходные слои аргиллитов и мергелей отделены от ниж-  
ней терригенно-доломитовой толщи пластом песчаника мощностью всего  
в 13 м. Однако не исключена возможность, что песчанико-аргиллитовая  
толща отражает один самостоятельный цикл осадконакопления и в даль-  
нейшем в свою очередь сможет быть подразделена на две самостоятельные  
толщи: песчаниковую и аргиллитовую.

2. Серафимовская серия включает вышележащую песчаниковую  
толщу и покрывающую ее верхнюю терригенно-доломитовую толщу. Ба-  
зальная толща песчаников серафимовской серии залегает то на песчани-  
ко-аргиллитовой толще, то на более древней нижней терригенно-доло-  
митовой, что, видимо, свидетельствует о существовании местами предсе-  
рафимовского перерыва в осадконакоплении.

3. Леонидовская серия представлена одной мощной толщей кварце-  
вых песчаников.

По тем же соображениям отложения верхнебавлинского комплекса  
подразделяются на следующие две серии — кайровскую и шкаповскую.

1. Кайровская серия объединяет базальную конгломерато-песчанико-  
вую толщу и нижнюю толщу переслаивания. Однако первая во многих  
разрезах отсутствует, и кайровская серия целиком представлена лишь  
одной толщей переслаивания. Очевидно, конгломерато-песчаниковая тол-  
ща в этих случаях фациально замещена глинисто-песчаными отложения-  
ми нижней части нижней толщи переслаивания.

2. Шкаповская серия состоит из песчаниковой толщи и верхней тол-  
щи переслаивания.

Отметим, что каждая из перечисленных толщ имеет региональную  
самостоятельность и характеризуется относительной выдержанностью  
своих минерало-литологических особенностей в пространстве, т. е. в стра-  
тиграфическом отношении именно толщи отвечают понятию свиты. Ис-  
ходя из этого, перечисленные толщи и были нами впервые названы сви-  
тами в 1955 году, что позднее в 1959 г. было одобрено на Уфимском сове-  
щании геологов.

Наименование свит было дано по названию соответствующей серии  
с учетом их положения в разрезе (см. схему).

Схема стратиграфии бавлинских отложений Урало-Волжской области

Группа	Комплекс	Серия	Свита	Толща	Пачки	
Рифейская	Верхнебавлинский	Шкапов- ская	Верхнешкаповская (Карлинская)	Верхняя переслаивания	IV III II I	
			Нижнешкаповская (Салиховская)	Песчаниковая		III II I
		Кайровская	Верхнекайровская (Старо-Петровская)	Нижняя переслаивания		III II I
	Нижнекай- ровская		Конгло- мерато-пес- чаниковая			
Перерыв и размыв						
Нижнебавлинский	Леонидов- ская	Леонидовская (Ключевская)	Песчаниковая			
	Серафи- мовская	Верхнесерафимовская (Шиханская)	Верхняя терригенно- доломитовая			
		Нижнесерафимовская (Тожанская)	Песчаниковая			
Местами перерыв и размыв						
Нижнебавлинский	Калтасин- ская	Надеждинская (Надеждинская)	Глинисто-мергельная			
		Верхнекалтасинская (Яганская)	Нижняя терригенно- доломитовая			
		Нижнекалтасинская (Боровская)	Алевролитовая			
		Песчаниковая (боров- ская)		III II I		

Исключение в этом отношении представляют базальная песчаниковая  
толща и перекрывающая ее алевролитовая толща, которые отнесены к  
одной нижнекалтасинской свите, поскольку обе эти толщи представлены

терригенными отложениями, а в алевролитовой толще также отмечаются прослои песчаников. Следует отметить, что базальная песчаниковая толща наиболее полно представлена не в Западной Башкирии, а в Куйбышевской области, где она получила название боровской свиты. Здесь она, благодаря наличию в средней части выдержанной пачки аргиллитов, отчетливо делится на три пачки: I, II и III. Кроме того нами в составе нижнебавлинского комплекса выделяется еще надеждинская свита, к которой нами отнесена глинисто-мергельная толща северо-западных районов Башкирии (Калтасы, Оръебаш, Надеждино). В пределах Серафимовской площади, судя по положению в разрезе и отчасти литологическому составу, стратиграфическим аналогом надеждинской свиты, возможно, является нижнебавлинская песчанико-аргиллитовая толща.

Вместе с тем следует отметить, что другие разрезы Урало-Поволжья по своему строению имеют некоторое отличие от эталонного Серафимовского разреза.

Так, в отличие от Серафимовского разреза [18, 31, 37], примерно в средней части верхнебавлинской нижней толщи пересланвания зеленовато-серых алевролитов и песчаников и зеленовато-серых и темно-серых аргиллитов в разрезах скважин районов Уржумова, Карапеля, Каирова, Таствуы, Охлебинина, Северокамска и Бородулина хорошо выделяется довольно однородная пачка зеленовато-серых и коричневых аргиллитов и алевролитов. Благодаря этому нижняя толща пересланвания указанных районов рядом авторов [18, 31, 37] подразделяется на три пачки: I, II, III. В районе Глазова под базальными образованиями среднего девона, по нашему мнению, сразу залегает II пачка (коричневые и зеленовато-серые аргиллиты и алевролиты).

В Серафимовском разрезе верхнебавлинская верхняя толща пересланвания представлена одной пачкой чередующихся между собой серых и зеленовато-серых алевролитов, аргиллитов и песчаников.

В районе же Балтаева наблюдается наращивание ее кверху пачкой коричневых и зеленовато-серых аргиллитов и алевролитов и пачкой преимущественно зеленовато-серых алевролитов и песчаников, а в районе Салихова и Карлов еще и пачкой пересланвания преимущественно зеленовато-серых песчаников, алевролитов и аргиллитов. В соответствии с этим в наиболее полных разрезах, известных к настоящему времени лишь в пределах Предуральской депрессии, верхняя толща пересланвания нами подразделяется на четыре пачки (снизу вверх): I, II, III и IV.

Бавлинские отложения, широко распространенные в смежных районах, в пределах Татарской АССР имеют подчиненное развитие. Они установлены бурением на ее крайнем юго-востоке и северо-востоке в Бавлинском, Мензелино-Актанышском и Красноборском (д. Азево) районах.

По регионально-стратиграфическим данным в бавлинских отложениях Татарии, как и в смежных районах, выделяются нижнебавлинский (в объеме калтасинской, серафимовской и леонидовской серий) и верхнебавлинский (в объеме каировской и шпаковской серий) комплексы.

В пределах Татарской АССР нижнебавлинская калтасинская серия представлена одной нижнекалтасинской свитой. Последняя выявлена бурением в Мензелино-Актанышском и Красноборском районах, а также на Пичкасской и Алькеевской площадях центральной части республики.

Сходную характеристику имеет нижнекалтасинская свита и в Красноборском районе (д. Азево), где в ней было пройдено 300 м, но подошва ее не была вскрыта.

На Пичкасской и Алькеевской площадях нижнекалтасинская свита представлена одной мощной (300—350 м) толщей песчаников. Песчаники

неравномернозернистые, преимущественно мелко- и среднезернистые, нередко с гравием и реже галькой, кварцевые, с обломками кварцитов и единичными зернами микроклина, светло-серые, розовые и красновато-коричневые, реже зеленовато-серые, обычно слабо cementированные, рыхлые, с прослоями алевролитов и серых и зеленовато-серых аргиллитов.

По своему внешнему облику, структурно-текстурным особенностям и минералогическому составу песчаниковая толща обоих указанных разрезов весьма сходна с боровской свитой, выполняющей Радаевскую впадину в пределах Куйбышевской и Оренбургской областей, с которой она, видимо, и сливается. Серафимовская и леонидовская серии в пределах Татарской республики развиты лишь на крайнем ее юго-востоке в Бавлинском районе.

В последнем серафимовская серия, как и в пределах Западной Башкирии, состоит из нижнесерафимовской и верхнесерафимовской свит.

Нижнесерафимовская свита сложена песчаниками мелко- и среднезернистыми, кварцевыми и полевошпатово-кварцевыми красновато-коричневыми, участками светло-серыми. Мощность свиты 28 м.

Верхнесерафимовская свита слагается из красновато-коричневыми, участками зеленовато-серыми глинистыми алевролитами и алевритовыми аргиллитами, иногда с неравномерным содержанием песчаного и даже гравийного материала, содержащими подчиненные прослои доломитов, песчаников и гравелитов.

Леонидовская серия представлена одной мощной (285 м) толщей кварцевых песчаников (леонидовская свита). Песчаники мелко- и среднезернистые, реже разнозернистые, кварцевые, розовые, красновато-коричневые и фиолетово-серые, с каолинитовым и регенерационным кварцевым цементом.

В пределах Татарской АССР каировская серия установлена в Бавлинском, Мензелино-Актанышском и Красноборском (д. Азево) районах.

В Бавлинском районе она сложена одной мощной толщей пересланвания зеленовато-серых и серых кварцево-полевошпатовых песчаников и алевролитов и темно-серых гидрослюдистых аргиллитов мощностью до 145 м. Из нижней ее части в бавлинской скв. № 20 поднят буроокрашенный полимиктовый конгломерат.

В Мензелино-Актанышском районе каировская серия представлена темно-серыми весьма тонкослоистыми гидрослюдистыми аргиллитами, содержащими миллиметровые прослои светло-серых и зеленовато-серых алевролитов. Мощность серии 66 м.

Остатки размытой каировской серии сохранились и в Красноборском районе (д. Азево), куда к ней следует относить пачку светло-зеленых алевролитов.

Шкаповская серия в Татарской республике установлена только в Бавлинском районе, где она представлена лишь нижнешкаповской свитой. Последняя здесь в основном сложена фиолетово-коричневыми и фиолетово-серыми кварцево-полевошпатовыми песчаниками и алевролитами. В средней ее части хорошо выделяется пачка шоколадно-коричневых и зеленовато-серых аргиллитов и глинистых алевролитов. Мощность свиты 61 м.

Анализ фактического материала показывает, что в целом наиболее полные разрезы древнейших отложений наблюдаются лишь в районах наибольшего погружения кристаллического цоколя. По подъему же кристаллического основания происходит последовательное выпадение снизу из разреза все более и более молодых додевонских толщ вплоть до полного выклинивания рассматриваемых отложений.

С другой стороны, фаунистически охарактеризованные отложения девона налегают с размывом на различные горизонты верхнебавлинского комплекса, а последний в свою очередь трансгрессивно перекрывает различные толщи нижнебавлинского комплекса.

В целом амплитуда размыва как верхнебавлинского, так и нижнебав-

лисского комплексов закономерно увеличивается по мере приближения к Волго-Камскому кристаллическому массиву, вокруг которого наблюдается особенно глубокий размыв того и другого комплекса. Этим, очевидно, и объясняется — почему в направлении с востока на запад, по мере приближения к Волго-Камскому массиву, происходит последовательное выпадение из разреза IV, III, II, а затем и I пачки верхнебавлинской верхней толщи переслаивания. В отдельных районах (Бураново, Варзинатчи, Боровка, Пугачев) известно даже полное отсутствие всего верхнебавлинского комплекса.

Весьма характерно, что верхняя часть верхнебавлинских отложений (шакаловская серия) полностью смыта также и в пределах Уфимского выступа кристаллического фундамента.

Древнейшие отложения, как известно, не содержат надежных палеонтологических данных.

Поэтому выяснить стратиграфическую принадлежность древнейших отложений Урало-Волжской области возможно лишь путем сопоставления их с аналогичными осадочными образованиями других районов Русской платформы и прилегающих к ней горных сооружений, где имеется значительно больше фактических данных для определения верхней возрастной границы древних толщ.

Отложения нижнебавлинского и верхнебавлинского комплексов Урало-Поволжья по своему расположению в разрезе, строению и литологическим особенностям весьма сходны с образованиями соответственно сердобского [21] и пачелмского [47] комплексов Пачелмского прогиба и каратауского и ашинского комплексов западного склона Южного Урала (бассейн р. Б. Инзер-Баса), которые они как бы связывают между собой (табл. 4).

Как в нижнебавлинском, так и в сердобском и каратауском комплексах снизу вверх по разрезу наблюдается двукратная смена песчаниковых толщ терригенно-доломитовыми. В соответствии с этим, отложения калтасинской серии Урало-Волжской области и сопоставляются с бирьянской серией западного склона Южного Урала и нижнесердобской серией Пачелмского прогиба, а породы серафимовской серии соответственно с низерской и верхнесердобской сериями.

Что касается самой верхней леонидовской серии нижнебавлинского комплекса Урало-Волжской области, представленной одной толщей кварцевых песчаников (леонидовская свита), то вопрос о ее стратиграфическом положении все еще является спорным.

По нашему мнению, на западном склоне Южного Урала леонидовской свите отвечает урюкская свита, обычно относимая к основанию ашинских отложений.

Эквивалентность же верхнебавлинского комплекса Урало-Поволжья, пачелмского комплекса Пачелмского прогиба и ашинского комплекса западного склона Южного Урала доказывается как их одинаковым стратиграфическим положением, так и тем, что внутри их наблюдается совершенно одинаковая последовательность не только в смене литологически сходных толщ, но даже одинаковая последовательность в смене пачек внутри отдельных толщ. Так, верхнебавлинская нижняя толща переслаивания ряда разрезов Урало-Поволжья, как и нижняя толща переслаивания района Пачелмы и ашинская басинская толща бассейна р. Инзер (Южный Урал) в средней части представлены довольно однородными аргиллитами; причем и в Урало-Поволжье, и на западном склоне Южного Урала последние имеют преимущественно коричневую окраску. Наличие довольно однородной пачки коричневых аргиллитов является также характерным и для средней части верхней толщи переслаивания верхнебавлинского комплекса и зиганской толщи ашинского комплекса.

Из Пачелмского прогиба древнейшие отложения протягиваются в пределы северо-западных и западных областей Русской платформы, где они перекрыты фаунистически охарактеризованными отложениями балтийской

серии нижнего кембрия и известны под названием нижневалдайского и верхневалдайского комплексов (Л. Б. Плещинский, 1951).

линского комплексов закономерно увеличивается по мере приближения к Волго-Камскому кристаллическому массиву, вокруг которого наблюдается особенно глубокий пазмы того же самого комплекса. Это объясняется близким расположением к Е выпадение из верхней толщи Ятчи, Боровка, Бавлинского ко

Весьма характерна  
шкаповская схема  
ступа кристалла.

Древнейших толологических д...  
Поэтому в отложений Ура их с аналогичными платформами и п...  
тельно больше границы древни

Отложения  
ло-Поволжья по  
особенностям в  
[21] и пачелмск  
и ашинского  
р. Б. Инзер-Бас

Как в нижних снизу вверх толщ теркалтасинской ской серней заг

Что касает комплекса Уральцевых песчаников положении все

По нашему  
ской свите отве-  
рашийских отло-

Эквивалент пачелмского к западного склона тиграфическим именно одинаковыходных толщ, внутри отдельныхания ряда разреза района Пачельмы Урал) в средней; причем и в Уледние имеют однородной пачки для средней часлекса и зиганс

Из Пачелмс  
елы северо-зап  
ерекрыты фауни

серии нижнего кембрия и известны под названием нижневалдайского и верхневалдайского комплексов (Л. Б. Паасикиви, 1954) или нижневалдайских и верхневалдайских слоев [1, 5].

По своим литолого-минералогическим данным валдайские слои имеют большое сходство с пачельским комплексом Пачельского прогиба и верхнебавлинским комплексом Урало-Поволжья. Особенно большое сходство с последними имеет валдайский комплекс наиболее полных разрезов Московской впадины (Поваровка, Редкино и др.). Как в пачельском и верхнебавлинском комплексах, так и в валдайском комплексе отчетливо отражены лишь два крупных цикла седиментации.

Каждый из циклов во всех трех комплексах начинается песчаниками, вверх по разрезу постепенно переходящими в толщу переслаивания аргиллитов и алевролитов преимущественно серой, темно-серой и зеленовато-серой окраски.

Аналоги нижнебавлинского и верхнебавлинского комплексов Урало-Поволжья и соответственно каратауского и ашилского комплексов западного склона Южного Урала прослеживаются также на Среднем и Северном Урале. Особенно отчетливо они выделяются на Северном Урале, в западной зоне Колво-Вишерского края, в пределах Полюдова кряжа и Колчимской гряды. Наиболее подробная схема расчленения древних толщ в этих районах в последние годы была составлена Н. Г. Чочиа и К. А. Андриановой [42], Н. Г. Чочиа [41] и Е. В. Владимирской [2].

По литологическому составу и стратиграфической последовательности толщ рассольниковую и деминскую свиты западной зоны Северного Урала следует соответственно сопоставлять с нижнекалтасинской и верхнекалтасинской свитами Урало-Поволжья и зильмердакской и катавской свитами западного склона Южного Урала, а североуральскую низъянскую свиту—с урало-волжскими надеждинской, нижнесерафимовской и верхнесерафимовской свитами и южноуральскими подинзерской, инзерской и миньярской свитами.

Толща жеleonидовских песчаников Урало-Поволжья по своему взаимоотношению с покрывающими и подстилающими отложениями и литологическому составу может сравниваться лишь с нижней толщей чурочнной свиты или, правильное, чурочнной серии Кольво-Вишерского края. Обе толщи залегают без перерыва на одновозрастных терригенно-карбонатных и карбонатных образованиях и одинаково с размывом перекрыты сходными между собой по литологическому составу неотсортированными песчаниками и конгломератами (соответственно песчаниково-конгломератовой толщиной кайровской серии Урало-Поволжья и конгломератовой толщиной чурочнной серии Кольво-Вишерского края). Гальки в обоих случаях состоят из песчаников, кварцитов, доломитов, а также метаморфических и магматических пород. И леонидовская свита, и нижняя толща чурочнной серии в основном сложены кварцевыми разностями песчаников и алевролитов с циркон-турмалиновым составом тяжелых фракций.

Как в Урало-Псеволжье, так и в Колво-Вишерском крае вверх по разрезу количество галек быстро уменьшается и конгломераты перехходят сначала в песчаники с рассеянной галькой, а затем в толщу переслаивания зеленовато-серых аргиллитов, алевролитов и песчаников (соответственно урало-волжская нижняя толща переслаивания кайровской серии и колво-вишерская верхняя алевролито-песчаниковая толща чурочкой серии).

Аналоги бавлинских отложений Урало-Поволжья и соответствующих им древних свит западного склона Урала прослеживаются также и в древнейших горных сооружениях, примыкающих к так называемой докембрийской Русской платформе с севера и известных под названием: «восточной части Грампинской геосинклинали» (Тиман, Кании, Рыбачий, Кильдин). Здесь они входят в состав так называемой гиперборейской формации.

Особенно большое сходство по своему литологическому составу и положению в разрезе древние толщи [27, 28] Тимана (джехимская, боб

ровская и нижняя часть быструхинской свиты) имеют с древними толщами Колчимско-Полюдовского поднятия и каратауским комплексом западного склона Южного Урала, на что уже обращали внимание ряд исследователей [3, 30, 41, 44, 45]. Верхняя же часть тиманских древних толщ (сероцветные тонкослонистые сланцы верхней части быструхинской свиты) по петрографическому составу, цвету и текстурным особенностям напоминает южноуральские толщи переслаивания ашинского комплекса.

Через районы Рыбачьего и Кильдина древние толщи гиперборея переходят в норвежские каледониды, окаймляющие Русскую платформу с северо-запада, где они уже известны под названием «спарагмитовая формация».

Разрез бавлинских отложений Урало-Поволжья в целом хорошо коррелируется с разрезом спарагмитовой формации Норвегии. Сравнение этих разрезов представляет большой интерес, поскольку в норвежских каледонидах более отчетливо, чем в других горных сооружениях, устанавливается соотношение между докембрием и нижним кембрием.

Урало-волжский нижнебавлинский комплекс особенно хорошо сопоставляется с южнонорвежским серым спарагмитом района оз. Мьезена. И в сером спарагмите Южной Норвегии, и в нижнебавлинском комплексе Урало-Поволжья наблюдается двукратная смена песчаных и песчано-конгломератовых толщ карбонатно-глинистыми. Аналоги же леонидовской свиты, завершающей собой на востоке Русской платформы нижнебавлинский комплекс, в Норвегии не известны.

Урало-волжский же верхнебавлинский комплекс по своему положению в разрезе, составу и строению вполне сопоставим с красным спарагмитом Норвегии. Оба комплекса залегают трансгрессивно на подстилающих одновозрастных образованиях. В обоих случаях в основании их прослеживаются неотсортированные песчаники и конгломераты с гальками доломитов, диабазов, кварцитов и других кристаллических пород.

В целом же и в верхнебавлинском комплексе, и в красном спарагмите наблюдается двукратная смена песчаных и песчано-конгломератовых толщ толщами переслаивания аргиллитов, алевролитов и песчаников.

В свете приведенных сопоставлений древнейших разрезов Урало-Поволжья, смежных частей Русской платформы и прилегающих к ним горных сооружений остановимся коротко на возрасте урало-волжских древних толщ.

Как известно [11, 14, 15, 20], в отличие от Пачелмского прогиба и Урало-Поволжья, на западном склоне Урала древние толщи, включая ашинские свиты, залегают не только под отложениями девона, но местами и под фаунистически охарактеризованными породами силура или даже верхней половины ордовика (водораздел рр. Белой и Нукус). В норвежских каледонидах древние толщи, как уже указывалось выше, лежат под фаунистически охарактеризованными отложениями нижнего кембра. Под отложениями нижнего кембра находятся древнейшие отложения и в пределах Московской впадины.

Сходство досреднедевонского верхнебавлинского комплекса Урало-Поволжья с доверхнеордовическим ашинским комплексом западного склона Южного Урала, докембрийским московским валдайским комплексом и докембрийским норвежским красным спарагмитом и отсутствие в нем фауны позволяют относить его к позднему докембрию (рифейо, синию), т. е. к отложениям, залегающим между иотием и нижним кембriем [23, 24, 25, 26, 45, 46, 47].

Стратотипическим разрезом рифейских отложений для западных районов СССР, как известно, принято считать разрез древних толщ западного склона Южного Урала,

Приведенное сопоставление разрезов показывает, что древние толщи Урало-Поволжья соответствуют лишь верхней части рифейских отложений западного склона Южного Урала (каратауский и ашинский комплексы).

15. Львов К. А. и Олли А. И. Об отношении среднего девона и ашинской свиты и о возрасте немых толщ западного склона Урала. Записки Всер. мин. о-ва, т. 64, № 2, 1930.

ровская и нижняя ч  
ми Колчимско-Полк  
ного склона Южн  
исследователей [3,  
толщ (сероцветные  
свиты) по петрограф  
напоминает южноур

Через районы Е  
переходят в норвеж  
с северо-запада, где  
формация».

Разрез бавлинской  
релируется с разрезами  
этих разрезов предс  
калевидных более с  
ливается соотношени

Урало-волжский  
ставляется с южной  
И в сером спарагмиз  
Урало-Поволжья на  
конгломератовых то  
свиты, завершающей  
кий комплекс, в Но

Урало-волжский  
нию в разрезе, соста  
митом Норвегии. Об  
ших одновозрастных  
прослеживаются нео  
ками доломитов, диа

В целом же и в Е  
наблюдается двукрат  
толщами пересекаю  
тся.

В свете приведен  
волжья, смежных час  
ных сооружений оста  
них толщ.

Как известно [1]  
Урало-Поволжья, на  
ашинские свиты, зале  
и под фаунистически  
верхней половины орд  
ских каледонидах дра  
под фаунистически ох  
Под отложениями ни  
в пределах Московско

Сходство досредин  
Поволжья с доверхни  
склона Южного Урала  
сом и докембрийским  
в нем фауны позволя  
сиию), т. е. к отлож  
кембрием [23, 24, 25, 2

Стратотипическим  
районов СССР, как и  
западного склона Южн

Приведенное сопос  
Урало-Поволжья соответствуют лишь верхней части рифейских отложений  
западного склона Южного Урала (каратауский и ашинский комплексы).

Отложения же, напоминающие по своему строению и составу образование нижележащего юрмантийского комплекса, для которого особенностью характерным является трехчленное строение, широкое развитие кварцитов, присутствие магнезита, углисто-глинистых и глауконитово-серicitовых сланцев, железных руд, в пределах Русской платформы пока не встречены. Появления аналогов юрмантийского комплекса можно ожидать лишь на крайнем востоке Русской платформы и в Предуральском прогибе, где предполагается наиболее глубокое погружение кристаллического фундамента (фиг. 2).

Однако более древние бурзянский и шатакский комплексы западного склона Южного Урала находят свои аналоги соответственно в карельских и иотнических образованиях Карелии. Впервые эта идея была высказана М. И. Гаранем [За] в 1938 г. В связи с этим нам представляется, что нижнюю границу рифея на западном склоне Южного Урала следует проводить не по подошве бурзянского комплекса, как это делает Н. С. Шатский [44], а по кровле шатакского комплекса. В таком объеме рифей типового разреза западных районов СССР может быть подразделен на нижний (юрмантийский), средний (каратауский) и верхний (ашинский) комплексы. Весьма характерно, что такое же трехчленное строение имеют позднедокембрийские отложения Сибири и синийские отложения Китая.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брунс Е. П. Стратиграфия и тектоника палеозойских отложений северо-западной окраины Днепрово-Донецкой впадины. Советская геология, № 45, 1955.
2. Владими尔斯кая Е. В. Додевонские отложения Колво-Вишерского края. Сб. Стратиграфия палеозойских отложений Тимана и западного склона Урала. Тр. ВНИГРИ, в. 90, 1955.
3. Гарань М. И. О возрасте и условиях образования древних свит западного склона Южного Урала. Госгеолиздат, 1946.
4. Гарань М. И. Геологический очерк Бакало-Саткинского района. Тр. Урал. и-и. ин-та геол. и минер., в. I, 1938.
5. Гафаров Р. А. Структурная схема докембрийского фундамента северной части Волго-Уральской области. Геология нефти и газа, 10, 1959.
6. Гейслер А. Н. К вопросу о стратиграфическом расчленении и корреляции нижнекембрийских отложений северо-западной части Русской платформы. Информационный сборник, № 11, 1959.
7. Дистанов У. Г. и Соловцов Л. Ф. Некоторые данные по минералого-стратиграфической характеристике додевонских отложений Урало-Волжской области. Изв. Казанского филиала АН СССР, серия геол., № 5, 1955.
8. Домрачев С. М. Девон хребта Карап-Тау и прилегающих районов Южного Урала. Девон западного Приуралья (сборник статей). Труды ВНИГРИ, новая серия, выпуск 61. Гостоптехиздат, 1952.
9. Иванова З. П. и Васильев Е. П. Стратиграфия, литология и фауны дрезин-палеозойских отложений восточных районов. Сб. авторефератов, ВНИГРИ, Гостоптехиздат, 1958.
10. Иванова З. П., Клевцова А. А. и Веселовская М. М. Стратиграфия бавлинских отложений Волго-Уральской области. Проблемы стратиграфии палеозоя Волго-Уральской нефтеноносной области. Труды ВНИГРИ, в. 19, 1959.
11. Келлер Б. М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. Тр. ин-та геологических наук, в. 109, 1952.
12. Кондратьева М. Г. и Обручев Д. В. О возрасте бавлинской свиты Саратовского Правобережья. ДАН СССР, т. 105, № 5, 1955.
13. Ларионова Е. Н. и Петренева Н. И. Стратиграфия девона и додевонских отложений Пермского Прикамья и Удмуртской АССР. Девон Русской платформы. Гостоптехиздат, 1953.
14. Львов К. А. и Олли А. И. К вопросу о геологии силуро-девонских образований р. Белой. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, т. 94, кн. 1, вып. 3, 1934.
15. Львов К. А. и Олли А. И. Об отношении среднего девона и ашинской свиты и о возрасте немых толщ западного склона Урала. Записки Всер. мин. об-ва, т. 64, № 2, 1930.

16. Наливкин Д. В. Направление развития стратиграфии в СССР. Советская геология, № 15, 1957.
17. Наливкин Д. В. Ашинские и бавлинские свиты. Вопросы геологии и нефтегазоносности девонских отложений Западной Башкирии и смежных областей, Уфа, 1958.
18. Ожиганова Л. Д. Минералогические ассоциации додевонских отложений Западной Башкирии. Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии, № 1, Уфа, 1957.
19. Ожиганова Л. Д. Минеральные ассоциации додевонских отложений Башкирии. Автореферат докторской диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Ленинград, 1959.
20. Олли А. И. Древние отложения западного склона Урала. Саратов, 1948.
21. Постникова И. Е. Литология, стратиграфия, тектоника и возможная нефтегазоносность додевонских отложений Рязано-Пачелмского прогиба. Автореферат докторской диссертации. Изд. ВНИИ, Москва, 1955.
22. Петровская А. Н. К вопросу о литологическом составе и генезисе доживетских отложений Подмосковья. Труды ВНИИ, в. 4, 1954.
23. Соколов Б. С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы. Известия АН СССР, серия геол., № 3, 1952.
24. Соколов Б. С. Сравнительная характеристика дозифельских отложений центральных и восточных районов Русской платформы. Труды Всесоюзного науч.-исслед. геол.-развед. ин-та, в. 95. Геол. сборник, 2, 1956.
25. Соколов Б. С. и Дзевановский Ю. К. О стратиграфическом положении и возрасте осадочных толщ позднего докембрия. Советская геология, № 55, 1957.
26. Соколов Б. С. Проблема нижней границы палеозоя и древнейшие отложения досинийских платформ Евразии. Труды ВНИГРИ, в. 126. Геол. сборник, № 3, 1958.
27. Солицев О. А. и Кушаева Т. Н. Тимано-Печорская провинция. Очерки по геологии СССР, т. 2. Труды ВНИГРИ, в. 101, Ленинград, 1957.
28. Солицев О. А. Метаморфические сланцы. Геология и нефтегазоносность Тимано-Печорской области. Труды ВНИГРИ, в. 133, 1959.
29. Солонцов Л. Ф. К вопросу о стратиграфическом расчленении додевонских отложений Урало-Волжской области и смежных территорий. ДАН СССР, т. 95, № 6, 1954.
30. Солонцов Л. Ф. Додевонские отложения Урало-Волжской области и смежных территорий. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Труды совещания по проблеме нефтегазоносности Урало-Поволжья (10—15 мая 1954 г.), Изд. АН СССР, 1956.
31. Солонцов Л. Ф. Основные черты протерозойской магматической деятельности в пределах Урало-Волжской области. Изв. Казанского филиала АН СССР, серия геол., № 7, 1959.
32. Стратиграфическая схема досреднедевонских отложений Волго-Уральской нефтеносной провинции. Уфа, 1959.
33. Тимергалин К. Р. Дозифельские отложения Западной Башкирии. Башкир. нефть, № 1, 1952.
34. Тимергалин К. Р. Доживетские отложения Западной Башкирии. Девон Русской платформы. Гостоптехиздат, 1953.
35. Тимергалин К. Р. Кристаллические породы фундамента Западной Башкирии. Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии, сб. 1, Уфа, 1957.
36. Тимергалин К. Р. Кристаллический фундамент Западной Башкирии. Геология нефти, № 6, 1957.
37. Тимергалин К. Р. Додевонские образования западной Башкирии и перспективы их нефтегазоносности. Уфа, 1959.
38. Форенский Е. П. и Лапинская Т. А. О возрасте докембрийских пород восточной части Русской платформы. ДАН СССР, т. 97, № 5, 1954.
39. Форенский В. П. Протерозойские сланцы и железистые кварциты востока Русской платформы. ДАН СССР, т. 105, № 5, 1955.
40. Форенский В. П., Лапинская Т. А. Стратиграфические соотношения основных серий докембрийских пород Волго-Уральской нефтеносной области. Нефтяное хозяйство, № 5, 1956.
41. Чочиа Н. Г. Геологическое строение Колво-Вишерского края. Тр. Всесоюзного научно-исслед. геолого-разведочного ин-та, в. 91, 1955.
42. Чочиа Н. Г. и Андрианов К. И. Девон Колво-Вишерского края. Девон западного Приуралья (сборник статей). Тр. ВНИГРИ, новая серия, выпуск 61. Гостоптехиздат, 1952.
43. Чиркова Е. В. Находки спор в бавлинской свите Башкирии. ДАН СССР, т. 95, № 5, 1954.
44. Шатский Н. С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. Материалы к познанию геологического строения СССР, нов. сер., в. 2 (6), 1945.
45. Шатский Н. С. О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое. Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1952.
46. Шатский Н. С. О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы. Известия АН СССР, серия геол., № 5, 1952.
47. Шатский Н. С. О происхождении Пачелмского прогиба. Сравнительная тектоника древних платформ. Статья 5, БМОИП, отд. геолог., т. 30, № 5, 1955.

К. С. Андрианов

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАССР  
И ЗАДАЧИ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение четвертичных отложений Татарии началось около 200 лет тому назад, попутно с первыми геологическими исследованиями края, но продолжительное время носило несистематический, отрывочный характер.

Первой работой, посвященной специально четвертичным отложениям Поволжья, следует считать диссертацию на степень магистра геологии Н. А. Головкинского, основателя школы казанских геологов (1865). В долине Волги Н. А. Головкинский различал: 1) «верхнюю террасу»,ложенную песками, перекрытыми местами глинами атмосферного происхождения, образованными за счет разрушения и перемыва пермских мергелей, 2) «среднюю террасу» и 3) «луговую террасу», заливаемую весенними водами.

По мнению Н. А. Головкинского, опускание скандинавского щита в ледниковый период погрузило под морской уровень северо-запад России, и «ледяное море» через долину Волги соединилось с Арало-Каспийским бассейном. Последующее поднятие вывело дно Волжского пролива на поверхность и образовало ряд постепенно понижающихся уступов верхней террасы.

Взгляды Н. А. Головкинского встретили резкую критику со стороны Ф. Ф. Розена (1866), однако видный геолог того времени А. А. Шту肯берг (1877) также признавал морское происхождение отложений высокой террасы.

В восьмидесятых и начале девяностых годов прошлого столетия изучением геологического строения Поволжья занимались геологи Казанского университета, собравшие много данных и по четвертичным отложениям. Наибольший интерес для познания четвертичных отложений имела работа П. И. Кротова и А. В. Нечаева (1890).

Из дореволюционных работ также необходимо отметить начатые А. А. Шту肯бергом (1892—93, 1901) и продолженные М. Э. Ноинским (1910, 1917) описания буровых скважин, проходимых для целей водоснабжения.

По существу дореволюционные исследования в отношении геологии четвертичных отложений Поволжья дали лишь общие схематические представления. Только после Октябрьской революции началось планомерное изучение геологического строения страны, и, в частности, вся территория Татарии к 1951 г. была охвачена крупномасштабными геологическими съемками. В связи с нефтегазоносностью палеозойских отложений Татарии широкий размах приобрело структурно-картировочное и поисковое бурение на нефть, особенно в восточных районах.

Огромные буровые работы были проведены для проектирования гидроэлектростанций на Волге и Каме и для строительства ряда промышленных предприятий. Интенсивно проводились разведки четвертичных глин, песков и гравия для нужд бурно развивающейся промышленности, для дорожного и жилищного строительства.

Перечисленные работы дали большой фактический материал и послужили основой для ряда статей и сводок по четвертичным отложениям. Четвертичным отложениям Поволжья посвящены работы известных геологов-четвертичников А. Н. Мазаровича (1927, 1935), Г. Ф. Мирчинка (1932, 1935), Е. В. Шанцера (1935), Е. В. Милановского (1940), В. И. Громова (1935), Н. И. Николаева (1935), В. Н. Щукиной (1933), Г. И. Горецкого (1956, 1958), А. И. Москвитина (1958), Л. Д. Шорыгиной (1948), Г. В. Обедиентовой (1957) и других.

Из казанских геологов четвертичными отложениями занимались А. В. Миртова (1932), П. В. Дмитриев (1936), Е. И. Тихвинская (1939 а, б, 1955), Т. П. Афанасьев (1948, 1956), А. В. Ступишин (1948), В. Н. Сементовский (1939), Б. В. Селивановский (1950, 1951), С. Г. Каштанов (1952), В. А. Полянин (1950 а, б, 1951, 1953, 1955, 1957), М. С. Кавеев (1959), Н. В. Кирсанов (1948, 1957) и другие.

Не останавливаясь на изложении упомянутых работ, попытаемся подвести итоги изученности четвертичных отложений Татарии по главнейшим разделам.

## 1. Карта четвертичных отложений

По материалам геолого-съемочных работ коллективом геологов треста «Татнефтегазразведка», Казанского университета и Казанского филиала Академии наук в 1952 г. была составлена крупномасштабная геологическая карта Татарии. На этой карте по долинам Волги, Камы и их притоков показаны отложения современного русла и поймы ( $Q_{IV}$ ), отложения надпойменной террасы ( $Q_{IIIw}$ ), высокой террасы ( $Q_{II}R$ ) и, небольшими участками, нерасчлененные делювиальные образования ( $Q_{I+II}del$ ) и мицельские отложения ( $Q_{I}M$ ). В объяснительной записке к карте автор раздела «Четвертичные отложения» В. А. Полянин подчеркивает недостаточную тщательность при картировании четвертичных отложений и условность их расчленения.

По этим же материалам, с использованием кадастра скважин, пробуренных на воду, и дополнительных маршрутных исследований, А. Е. Гостев (Горьковское геологическое управление, 1951 г.) составил карту четвертичных отложений, полностью охватывающую территорию ТАССР и прилегающих районов.

На карте А. Е. Гостева выделены: 1) современные аллювиальные отложения ( $Q_{IIal}$ ), 2) аллювиальные отложения верхнечетвертичной эпохи — отложения I и II надпойменных террас ( $Q_{IIIal}$ ), 3) аллювиальные отложения III террасы ( $Q_{IVal}$ ), 4) аллювиальные отложения древнечетвертичной эпохи (IV терраса,  $Q_{Ial}$ ) и 5) покровные образования водоразделов и склонов, различных по возрасту и происхождению ( $Q_{gr}$ ). Кроме карты четвертичных отложений А. Е. Гостевым составлена в том же масштабе карта основных элементов геоморфологии и схематическая карта мощностей четвертичных отложений с рельефом дочетвертичных пород.

К сожалению, упомянутые карты изготовлены в ограниченном количестве экземпляров и мало известны геологам.

Таким образом для территории ТАССР имеется несколько устаревшая карта четвертичных отложений, составленная А. Е. Гостевым в 1951 г. Создание карты, отражающей современный уровень знаний четвертичного периода, является главнейшей задачей, стоящей перед геологами-четвертичниками, изучающими Поволжье.

## 2. Стратиграфия четвертичных отложений

Отсутствие единой схемы стратиграфического подразделения четвертичного периода для всей территории СССР обуславливает разнообразие и условность расчленения четвертичных отложений Татарии.

В таблице (стр. 228) приводим главнейшие стратиграфические схемы четвертичных отложений ТАССР, предложенные Е. И. Тихвинской (1939), В. А. Поляниным (1957) и А. И. Москвитиным (1958).

Сопоставление их почти невозможно, так как при пользовании схемами одни и те же отложения получают различный возраст. Например, кварцевые пески, выполняющие глубокий эрозионный врез в долине Волги (по Е. И. Тихвинской  $Q_1^M$ ), В. А. Полянин относит к формации  $Q_2^1$  и сопоставляет с днепровским оледенением А. И. Москвитина. Вышележащие осадки (верхний комплекс III террасы,  $Q_1^M$  по Е. И. Тихвинской) В. А. Поляниным отнесены к формации  $Q_2^2$ , одновозрастной, по его мнению, с московским отделением А. И. Москвитина. По А. И. Москвитину, сбе эти формации представляют собой два яруса IV (красноярской) террасы, разделенных илами прилукского интерстадиала, и датируются днепровским веком.

Все три схемы не являются совершенными и едва ли могут использоваться при изучении и картировании четвертичных отложений.

Построения Е. И. Тихвинской базировались на геологических съемках Приказанского района 1932 г., полностью отражали уровень знаний того периода и подводили итоги всем предыдущим исследованиям четвертичных отложений Татарии. Однако обширный новый материал, полученный в последующие годы, заставляет признать стратиграфическую схему Е. И. Тихвинской устаревшей.

В. А. Полянин занимался в основном литологией четвертичных отложений, и его стратиграфия отражает главным образом литологические особенности свит.

Так, первая нижнечетвертичная формация ( $Q_1^1$ ) выделена на основании минералогических отличий — небольшое (до 15—20%) содержание кварца, резкое преобладание в тяжелой фракции эпидота (85%) и рудных минералов (7—10%). Расположение изученных разрезов (Киндеры на р. Казанке, Сокуры на р. Меша, Остолово, Данаурово, Свяное горье на р. Каме) в стороне от Волжской питающей провинции позволяет объяснить особенности свиты за счет влияния местных источников сноса. Формация  $Q_1^2$  характеризуется преобладанием кварца (80—84%) и появлением в тяжелой фракции ассоциации устойчивых минералов (4—12% ставролита, 6—10% листена, 5—12% рутила, 3—10% гранатов и т. д.), но у Казани она лежит на отметке +33 м, а у Лайшева (вниз по течению) на отметке +55, +60 м, что заставляет сомневаться в одновозрастности отложений, сходных по составу.

При полевых геологических работах выделение формаций, установленных В. А. Поляниным, затруднительно, и его стратиграфическая схема широкого применения у геологов Татарии не нашла.

А. И. Москвитин обосновывает стратиграфию спорово-пыльцевыми анализами, геоморфологическими данными и особенно наличием ископаемых почв со следами криотурбаций. Многие представления А. И. Москвитина, на которых базируются стратиграфические построения, являются спорными.

Так, по А. И. Москвитину, межледниковые периоды характеризуются развитием процесса углубления речных долин, заполнение долин аллювиальными отложениями происходит в ледниковые эпохи. В связи с этим все четвертичные отложения, известные на территории Татарии, соответствуют оледенениям. Межледниковые отложения, фаунистически характеризованные, пока не известны и представлены только горизонтами ископаемых почв, характер которых для различных межледниковых раз-

Е. И. Тихвинская (1939)		В. А. Полянин (1957)		А. И. Москвитин (1958)	
индекс	ярусы	индекс	формации	индекс	ярусы (века)
Q <sub>2</sub>	Голоцен—современные отложения	Q <sub>4</sub>	Современная	Q <sub>IV</sub>	Голоцен
Q <sub>1W</sub>	Вюрм—отложения 1 надпойменной террасы	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	Поздневерхнечетвертичная	Q <sub>III</sub> Ost	Осташковский
				Q <sub>II</sub> Mol	Мологошексинский
Q <sub>1RW</sub>	Рисс-вюрм—аллювиальные, суглиники на склонах, в меньшей степени—аллювий	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	Ранневерхнечетвертичная (хвалынская)	Q <sub>III</sub> K	Калининский
Q <sub>1R</sub>	Рисс—выработка новой долины, отложения II террасы (пески, суглиники, алевриты)			Q <sub>III</sub> Mik	Микулинский
		Q <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Позднесреднечетвертичная	Q <sub>III</sub> M	Московский
				Q <sub>II</sub> Od	Одинцовский
		Q <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Раннесреднечетвертичная (днепровская)	Q <sub>II</sub> D	Днепрёвский
Q <sub>1MR</sub>	Миндель-рисс—глины суглиники и алевриты с прослойем супесей и песков, верх III террасы			Q <sub>II</sub> Z	Лихвинский
Q <sub>1M</sub>	Миндель—флювиогляциальные отложения в основании III террасы.	Q <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Поздненижнечетвертичная	Q <sub>I</sub> <sup>2</sup>	Верхнеминдельский (апшерон)
				Q <sub>I</sub> Sd	Сандомирский
		Q <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Ранненижнечетвертичная	Q <sub>I</sub> Ok	Окский (акчагыл)
				Q <sub>I</sub> prgl	Доледниковый

личен (лихвинский период — лесостепные и степные почвы, одинцовский — подзолы и т. д.).

Положение о заполнении долин в ледниковые периоды, высказанное Пенком в прошлом веке, противоречит всему комплексу знаний о закономерностях образования аллювиальных свит. В работах Ю. А. Билибина (1955), В. В. Ламакина (1950), Н. И. Николаева (1947), Е. В. Шанцера (1951) и других убедительно показано, что отложение руслового и пойменного аллювия идет непрерывно как в умеренных климатических зонах, так и в зонах вечной мерзлоты, вне зависимости от процессов оледенения.

Еще более дискуссионными являются взгляды о стратиграфическом значении ископаемых почв.

Так А. Н. Мазарович (1935) погребенные почвы рассматривал как местные образования, связанные с эпохами размыва, смещения речных

русл и площадей делювиеобразования. По А. Н. Мазаровичу, «нет никаких оснований видеть в этих почвах результат почвообразования только в межледниковые эпохи».

По справедливому заключению Б. Ф. Петрова (1950), почвы образуются в течение немногих столетий и наличие нескольких горизонтов ископаемых почв «свидетельствует не столько об общих или крупных изменениях физико-географической обстановки (смена климата и т. д.), сколько о локальных ее изменениях под влиянием развития рельефа, стложении осадков и изменения гидрологических условий».

Нам кажется, что наиболее обоснованными являются стратиграфические представления Г. И. Горецкого (1956, 1958). Анализируя огромный материал Гидропроекта по долинам Волги, Камы и Дона, Г. И. Горецкий выделяет три погребенные аллювиальные свиты.

Нижняя или бакинская свита мощностью 20—40 м залегает на 70—100 м ниже современного уровня Волги (в районах Сталинграда) и врезана в бакинские морские отложения.

Средняя или венедская лежит на 30—50 м ниже меженного уровня и врезается как в отложения бакинского века, так и в отложения нижней аллювиальной свиты.

Следующая хазарская свита врезана в низовьях Волги в хазарские морские слои и в аллювий венедской свиты. Залегает она также ниже уровня рек, в переуглублениях Пра-Волги и Пра-Камы (в районе Куйбышева на отметках —3, —13 м). На Дону хазарская свита перекрыта мореной максимального оледенения, по Волге и Каме — отложениями так называемой перигляциальной формации, синхронизируемой с тем же оледенением.

Более молодые отложения четвертичного периода подразделяются геологами Гидропроекта на хвалынские и голоценовые.

Разнообразие стратиграфических схем указывает на недостаточную изученность четвертичного покрова. Очевидно уточнение стратиграфии четвертичных отложений Татарии, так же как и геологическое картирование, является первоочередной задачей.

При уточнении стратиграфии и разработке единой, общепринятой для ТАССР схемы необходимо использовать весь комплекс методов исследований — изучение флоры и фауны, литологии, археологических памятников, абсолютного возраста отложений, геоморфологии и т. д.

### 3. Фауна и флора четвертичного периода

Сравнительно редкие находки костей четвертичных млекопитающих давно привлекали внимание исследователей. Особенно известны места нахождения костей во вторичном залегании на косах рр. Камы и Волги (у с. Мысы Ланшевского района, Ундорский остров Тетюшского района, у с. Рус. Бектяжка Сенгилеевского района Ульяновской обл., остров Тунгуз Ставропольского района Куйбышевской обл. и др.). В перечисленных пунктах найдены мамонт, щерстистый носорог, эласмотерий, лось, олень гигантский, олень северный, олень благородный, лошадь, кулан, верблюд, тур, зубр, волк, сайга и другие.

По мнению В. И. Громова (1948), фауна в основном относится к верхнепалеолитическому комплексу, но такие виды, как верблюд и эласмотерий, возможно, являются более древними.

Известны также остатки четвертичных млекопитающих из ряда других мест. Так, Г. В. Распоповым (1925), описаны кости гиены из железнодорожной выемки близ Казани. П. И. Кротов и А. В. Нечаев (1890) отмечают остатки мамонта у д. Егорки Октябрьского района, у с. Саканы Алексеевского района, у д. Чебакса Высокогорского района и т. д. В 1958 г. в Казанский филиал АН доставлен бивень слона с Бикляньского месторождения плиоценовых глин. Большой костный материал имеется

в казанских музеях и во многих школах Татарии, но, к сожалению, точное место этих находок не всегда удается установить.

Несомненно тщательный учет всех находок костей с точным анализом геологической обстановки их залегания может оказать существенную помощь в изучении четвертичного периода.

Пресноводная фауна моллюсков в четвертичных отложениях встречается довольно часто, но стратиграфическое значение ее еще не ясно.

По-видимому, более интересные результаты может дать изучение остракод, проводимое в КФАН Л. А. Степановым.

Спорово-пыльцевые анализы четвертичных отложений Татарии собраны и опубликованы в работе А. И. Москвитина (1958). Кроме того, большое количество анализов имеется в фондах Гидропроекта МЭС СССР в материалах, связанных с проектированием гидроэлектростанций на Волге и Каме.

В отличие от богатой плиоценовой флоры, описанной В. И. Барановым (1949), пыльцевые спектры плеистоцена характеризуются однобразием. В соответствии с представлениями В. П. Гричука и Е. Д. Заклинской (1948), можно говорить о некоторых сукцессиях растительности, в общем мало отличимой от современной. Обосновывать стратиграфию спорово-пыльцевыми спектрами нам представляется невозможным, так как чаще всего спорово-пыльцевые спектры являются показателями изменений экологической обстановки, но не климатических изменений. Кроме того, необходимо учитывать перенос пыльцы на большие расстояния, особенно речными потоками.

#### 4. Литология четвертичных отложений

Литологическим исследованиям четвертичных отложений Татарии посвящена обстоятельная работа В. А. Полянина (1957). В. А. Полянин собрал и систематизировал свыше 1000 гранулометрических анализов, что позволило ему выделить 12 типов пород среди четвертичных отложений Татарии.

С особой полнотой автором изучен минералогический состав аллювия. В аллювиальных отложениях определено 48 минералов обломочного и 10 гидрохимического происхождения, тщательно описаны формы минералов и выявлены закономерности в распределении их.

Установлено, что современные пески Волги и Камы резко различаются по содержанию ряда минералов, что позволило автору выделить Волжскую и Камскую терригенно-минералогические провинции.

Много внимания уделено В. А. Поляниным исследованию текстурных особенностей четвертичных отложений.

Несмотря на большой труд, выполненный В. А. Поляниным, изучение литологии должно быть продолжено. Прежде всего это касается глин и суглинков элювиально-делювиального происхождения, покрывающих сплошным чехлом водоразделы и склоны долин. Покровные глины имеют большое значение как сырье для производства кирпича, черепицы, клинкера, керамзита и минеральной ваты. Однако химический и минералогический состав их выявлен недостаточно. Изучение их состава и генезиса особенно важно с точки зрения возможности определения пригодности сырья для тех или иных видов производства без дорогих и громоздких технологических и заводских испытаний.

Нет также ясных данных о распределении и литологии лессовидных пород республики.

Изучение строения аллювиальных отложений также должно быть продолжено, прежде всего со стороны их макротекстурных особенностей, методами фациально-циклического анализа.

Закономерности формирования аллювия подробно освещены в сводке

Е. В. Шанцера (1951), подчеркнувшего двухъярусное строение аллювиальных свит (русловые грубозернистые фации в основании разрезов, более тонкие пойменные отложения в верхней части свиты). При колебательных движениях земной коры, в случае поднятий, происходит формирование аллювиальной свиты нового цикла, лежащей на более низком уровне. При опусканиях отлагающийся аллювий погребает отложения предыдущего цикла, вызывая многоярусное строение речных осадков.

В долинах Волги, Камы и их главнейших притоков русловые фации представлены песчано-гравийным горизонтом и горизонтом кварцевых песков той или иной степени сортированности. С этими горизонтами связаны гравийные и песчаные месторождения, интенсивно эксплуатирующиеся в настоящее время. Четкое представление о количестве аллювиальных свит, особенностях их строения и пространственном расположении необходимы как для поисков месторождений песка и гравия, так и для решения ряда общегеологических вопросов.

#### 5. Археологические данные

В отложениях четвертичного периода остатки жизнедеятельности человека являются своего рода руководящими ископаемыми. Однако редкость археологических памятников и недостаточно точное сопоставление археологических и геологических подразделений несколько ограничивают применение метода.

На территории ТАССР и смежных районов орудия труда палеолитического человека, обнаруженные вместе с костями млекопитающих на волжских и камских косах и отмелях, являются переотложенными.

По мнению М. З. Паничкиной (1953) пластиинки, отщепы и нуклеусы с косы у с. Мысы и Ундорского острова имеют черты обработки, характерные для мустьерской техники. В местонахождении Тунгуз наблюдается смешение нижнепалеолитических орудий с более поздними.

Интересны находки изделий ашельско-мустьерского времени в 5 км юго-восточнее с. Бессоново, Тетюшского района (Красная Глинка). Здесь, на высоте 8 м от уреза реки, в слое галечника, налегающего на пермские известняки, встречены два отщепа, а в осыпи под обнажением собраны 2 нуклеуса, 4 скребла и 3 грубых рубящих орудия, а также кости носорога, зубра, лошади и парнокопытных с признаками намеренного раскалывания.

Исследование района с. Бессоново возможно позволит найти стоянку ашельско-мустьерского человека в коренном залегании и получить дополнительные данные по интересной проблеме.

Не изучена также палеолитическая стоянка в с. Деуково, Мензелинского района, открытая Н. Ф. Калининым и А. Х. Халиковым (1954). Здесь под покровом желто-бурых лессовидных суглинков мощностью 9,5 м на поверхности подстилающих плиоценовых глин обнаружены остатки очага со слоем угля 40—45 см и костями мамонта, имеющими следы обгорелости и ударов каменными орудиями.

Летом 1959 г. А. Н. Рогачевым и А. Х. Халиковым, при участии автора, в долине р. Юнга (Горно-Марийский район Мар. АССР) была найдена еще одна верхнепалеолитическая стоянка. Угли, обломки костей мамонта и изделия из кремня залегают в основании I надпойменной террасы на глубине 5,6 м.

При обычных геологических работах археологическим памятникам должного внимания не уделялось. Редкость палеолитических стоянок в бассейне Волги объясняется, прежде всего, слабой изученностью четвертичного покрова. По-видимому, дальнейшие исследования в этом направлении необходимы.

## 6. Абсолютный возраст четвертичных отложений

Как известно, наиболее надежные результаты по определению абсолютного возраста четвертичных отложений дает радиоуглеродный метод. Этот метод, особенно распространенный в США, позволяет по содержанию в органических остатках радиоактивного изотопа  $C^{14}$  определять возраст вмещающих остатки пород в интервале до 40—50 тыс. лет.

Антропогенные отложения Татарии этим методом не исследовались, в связи с отсутствием в научных учреждениях Казани соответствующей лаборатории, организация которой крайне желательна.

И. Г. Пидопличко (1952, 1957) предложил очень простой способ определения возраста по содержанию в ископаемых костях стойкого органического вещества — коллагена. По мере фоссилизации костей происходит разрушение коллагена и снижение потерь от прокаливания. Содержание коллагена, конечно, зависит от условий захоронения костей, но при более или менее сходных условиях фоссилизации, показатель прокаливания позволяет довольно точно определить возраст костей.

И. Г. Пидопличко при разработке метода исследовал 13 образцов костей с острова Тунгуз (Мелекесский район, Ульяновской области). Показатель прокаливания их изменяется от 226 до 686, что указывает на смешение костей голоценовых и плейстоценовых.

В лаборатории геохимии, минералогии и полезных ископаемых Казанского филиала АН СССР в текущем году начаты работы по исследованию ископаемых костей методом прокаливания. Одновременно предполагается проверить и фторовый метод определения абсолютного возраста (В. В. Данилова, 1946), основанного на предположении В. И. Вернадского о превращении в процессе фоссилизации гидроксилапатита костного вещества во фторапатит.

## 7. Геоморфология и неотектоника

Изучение геоморфологии Татарии направлено главным образом на речные террасы, на соотношении которых в значительной степени основывается стратиграфия четвертичных отложений.

Представления геологов о количестве и высоте волжских террас на отрезке Зеленодольск—Ульяновск видны из следующей таблицы.

Как показывает таблица, количество и высота террас разными исследователями определяются по-разному. На участке ниже устья Камы Г. Ф. Мирчиник видит 4 террасы, Л. Д. Шорыгина — 3, А. И. Москвитин — 5. В Казани по Е. И. Тихвинской 3 террасы, по Л. Д. Шорыгиной также 3, но высота их несколько иная. По А. И. Москвитину в Казани 5 террас и кроме того дополнительный уступ II надпойменной террасы высотой 30—34 м. В районе Зеленодольска Л. Д. Шорыгина насчитывает 3 террасы, А. И. Москвитин — 5.

Если расположить все цифры уровней террас в один ряд, то можно насчитать 34 уступа, непрерывно изменяющихся по высоте от 11—12 до 110—120 м. Для района г. Казани, по наблюдениям Е. И. Тихвинской, Л. Д. Шорыгиной и А. И. Москвитина, получается следующий ряд:

Высота террас, м	Автор
12—14	А. И. Москвитин
15—17	Е. И. Тихвинская, Л. Д. Шорыгина
20—25	А. И. Москвитин
30—34	А. И. Москвитин
30—40	Л. Д. Шорыгина
38—46	А. И. Москвитин
до 70	Е. И. Тихвинская, Л. Д. Шорыгина
78—84	А. И. Москвитин
до 120	Е. И. Тихвинская

Приведенные цифры показывают, что в выделении террас большую роль играет элемент субъективности. Кроме того очевидно, что поверхность террас, непрерывно изменяющаяся под влиянием процессов эрозии и аккумуляции, не отражает сущности строения аллювиальных свит.

По-видимому М. Г. Кипиани и А. Д. Колбутов (1957) были правы, отрицая стратиграфическую самостоятельность речных террас, а также положение о прислонении молодых осадков к более древним.

В работах С. С. Шульца (1934, 1940) и Г. А. Максимовича (1941) подробно разобраны вопросы происхождения и преобразования речных и аккумулятивных террас и показано, что для целей стратиграфии могут иметь значение только сквозные или цикловые террасы, отражающие крупные этапы развития и формирования речных долин. Выделение их можно производить не по поверхности, как это обычно делается, а только по подошве аллювиальных свит.

Эти положения не всегда учитываются при изучении террас, и, с нашей точки зрения, представления о террасах Волги и Камы, изложенные в работах Е. М. Тихвинской, Л. Д. Шорыгиной и А. И. Москвитина, требуют коренного пересмотра.

Вопросу новейших тектонических движений земной коры на территории ТАССР и соседних районов посвящены статьи Г. В. Обедиентовой (1957, 1959) и одна из работ А. И. Москвитина (1954).

По А. И. Москвитину над куполообразными и валообразными структурами высота поверхности террас возрастает, а ширина низких террас и поймы уменьшается, иногда до образования сужений долины или горловин. Местами, как в Казани, наблюдается появление дополнительных террас. Между горловинами, в областях погружения и синклинальных структур, высота террас уменьшается, а ширина пойм и низких террас сильно возрастает. При этом уклоны террас (до 7 м на 1 км) соответствуют залеганию слоев коренных отложений. «Наиболее отчетливо совпадение уклонов поверхности и опорных геофизических горизонтов наблюдается между Казанью и устьем Камы».

Г. В. Обедиентова (1951) на территории ТАССР выделяет область активных доакчагыльских поднятий, слабо проявлявшихся и в четвертичном периоде, и области современных погружений. По Г. В. Обедиентовой

Автор	Район	Относительная высота террас, м						Колич. террас
Мирчиник, 1931	Нижне Камы	15—20	35—40	60—80	80			4
Тихвинская, 1939	Приказанский	15—17		до 70				3
Шорыгина, 1948	Зеленодольск	15—17		60—70	85—100			3
	Нижне Казани	12—15		60	80—85			3
	Нижне Камы	15—17	45	70—80	/			3
Полянин, 1955	Волга—Кама	14—17	30—35*			100—120**		
Москвитин, 1958	Свияжск	11—12	17—22	28—43	64—67	87—97		5
	Казань	12—14	20—25***	38—46	54—58	78—84		5
	Майна	15	18—20		52—57			
Гостев, 1951	Ульяновск	15—16	20	20—26			86	5
	Зеленодольск—Ульяновск	15—17	30—40	70	80			4
				40—60	80—100			4

\* Кроме того, терраса подпора абс. высотой 51—53 м.

\*\* Терраса 100—120 м — денудационная.

\*\*\* Два уступа одной хвалынской террасы. Высота 20—25 и 30—34 м.

(1959), в бассейне Волги фиксируются три эрозионных цикла: 1) предакчагыльский, заканчивается погребением долин; 2) предхвальинский, начавшийся ниже четвертичным размывом с последующим накоплением мощной толщи осадков (до 85—100 м) и 3) послехвальинский.

Учитывая большое значение проблем геоморфологии и неотектоники, следует приветствовать решение совещания, созванного Башкирским филиалом АН СССР в мае 1959 г., о необходимости дальнейшего развития геоморфологических и неотектонических исследований, направленных на составление геоморфологических и неотектонических карт Волго-Уральской области.

### 8. Вопрос об оледенениях

Достоверные ледниковые отложения на территории ТАССР неизвестны, но границы оледенений проводятся в непосредственной близости от Татарии.

На карте четвертичных отложений Европейской части СССР (С. А. Яковлев, 1956) граница окского оледенения проведена через Казань, граница днепровского (рисского) оледенения пересекает Волгу в районе устья р. Ветлуги и уходит на юго-запад по левому берегу Суры. Правда, при геологических съемках установлено, что в пределах листа, охватывающего северную часть Татарии и прилегающие районы Удмуртии, Кировской области и Марийской АССР, морена окского оледенения не обнаружена, а морена максимального (днепровского) оледенения в юго-восточной части листа уничтожена, что позволяет многим геологам считать эту часть листа экстрагляциальной.

Но среди казанских геологов развиты представления о более широком распространении ледниковых отложений на территории Татарии.

П. И. Кротов (1910) на водоразделе Волга—Свияга в Тетюшском районе обнаружил желто-бурую глину с массой галек разнообразных пород (кварц, окремелый известняк с кораллами, яшма, зеленокаменные породы, пермские известняки) и валунами кварца. Эти отложения позволили П. И. Кротову сделать вывод о том, что территория Казанского Заволжья была покрыта ледником. Позднее П. И. Кротов (1910) высказал предположение о возможном оледенении и левобережья Волги.

Е. И. Тихвинская (1939) указывает неслоистые суглинки с большим количеством кремневой гальки в Высокогорском районе (д. Н. Каймарка, д. Толмачи, д. Кадышево). В Дубызском районе у д. Берляковка известны, по данным П. А. Софроницкого, коричневые глины с отполироваными валунами кварцевого песчаника диаметром до 0,5 м, а также галечники с цветным кремнем, кварцем и яшмами западнее д. Ибри.

На водоразделе р. Волги и р. Сулицы также встречаются россыпи мелких галек цветных кремней и отдельные валуны сливного кварцевого песчаника диаметром до 0,5 м.

М. С. Кавеевым (1959) валунный суглинок мощностью до 0,75 м отмечен у д. Старо-Казеево Камско-Устьинского района.

Все эти грубокластические образования рассматриваются Е. И. Тихвинской как отложения миндельского ледника, что позволило С. А. Яковлеву провести границу окского оледенения через Казань.

Однако приведенные факты могут трактоваться различно. По А. И. Москвитину, нет достаточных оснований для отнесения описанных образований к ледниковым. Галечники у д. Кадышево, по мнению А. И. Москвитина, по составу собранной в них теплолюбивой фауны имеют ашлеронский или кинельский возраст и аллювиальное происхождение. Отложения у д. Берляковой и Ибри рассматриваются им как прибрежные отложения акчагыльского моря.

Что касается гравийно-галечных отложений с цветными кремнями и

ящмой, довольно часто встречающихся по правобережью Волги, то по-видимому наиболее обоснованным является мнение геолога М. П. Верясовой, отнесшей их при геологическом картировании Апастовского района к верхам татарского яруса (свита  $P_2lt^3$ ).

Находки отдельных валунов сливных кварцитовидных песчаников, с нашей точки зрения, следует связывать не с мореной, а с перемычкой отложений палеогенового возраста, граница распространения которых проходила севернее фиксируемой при геологических съемках.

Валуны изверженных пород, отмеченные М. С. Кавеевым (1959) на бичевнике Волги у с. Козловка Чувашской АССР, вероятно имеют такое же происхождение, как эрратический валун диорита объемом около 1,1 кубометра, обнаруженный Н. А. Головкиным (1865) у г. Балахна (30 км северо-западнее г. Горького, около 400 км от Казани).

Н. А. Головкин, сторонник дрифтовой теории, тщательно искал следы «ледяного моря» в долине Волги, и балахнинский валун являлся одним из доказательств ледниковой эпохи. Проф. Ф. Ф. Розен (1866) справедливо отметил, что перенос этого валуна весом более 200 пудов можно объяснить посредством не морского, а речного льда. К этому замечанию Ф. Ф. Розена можно добавить, что моренные отложения, за счет размыва которых мог произойти как балахнинский валун, так и более мелкие валуны у с. Козловка, располагаются в районе г. Юрьевца, всего в 100 км от Балахны.

Таким образом единого мнения о генезисе и возрасте проблематических образований не имеется, и желательно проведение дополнительных исследований их.

По вопросу о количестве оледенений, оказавших то или иное влияние на отложения четвертичного периода Татарии, единого мнения также нет. По Е. И. Тихвинской (1939) из трех оледенений (миндель, рисс, вюром) максимальным развитием пользовалось наиболее древнее—миндельское. В. А. Полянин (1957) в четвертичных отложениях ТАССР видит мерзлотные нарушения ошашковского, калининского, московского, днепровского и еще одного, более древнего ледникового периода. По А. И. Москвитину (1958) акчагыльское (окское) оледенение доходило до Казани и Соликамска, ашлеронское (березинское) охватывало верхнее Поволжье и север Белоруссии. Максимальное днепровское и три последующих оледенения представлены по территории ТАССР толщами аллювия и следами криотурбаций.

### 9. Полезные ископаемые

С отложениями четвертичного периода связаны месторождения сырья для промышленности строительных материалов (пески, глины, суглинки, гравий), добыча которых из года в год возрастает в связи с бурным развитием промышленного и жилищного строительства. К четвертичным же отложениям приурочены месторождения стекольных и формовочных песков, многочисленные месторождения торфа и, в небольших количествах, минеральных красок.

Кирпичные и черепичные глины и суглинки пользуются широким распространением в Татарии. Качество их и технологические свойства изменяются в широком диапазоне в зависимости от генезиса, возраста и местоположения месторождений.

Всего в ТАССР зарегистрировано около 150 месторождений кирпично-черепичного сырья с запасами около 130 млн. м<sup>3</sup>, но детально разведаны только 24 месторождения, главным образом в районах промышленных строек. Разведанные запасы по категориям A<sub>2</sub>+B+C<sub>1</sub> на 1/1 1959 г. составляют 65,1 млн. м<sup>3</sup>.

Кирпичные заводы ТАССР выпустили в 1957 году 226 млн. штук

кирпича, в 1958 г. выпуск возрос до 269 млн. штук, а добыча сырья поднялась с 500 до 581 тыс. м<sup>3</sup>. Действующие предприятия в основном обеспечены запасами сырья, но развертывание строительства требует создания новых кирпично-черепичных заводов в большинстве районов республики, и поисково-разведочные работы на глины не прекращаются.

Кварцевые пески, пригодные для производства силикатного кирпича, песчано-известковых блоков и строительных растворов, встречаются довольно часто, особенно среди отложений высоких террас Волги. Запасы песков на 1/1 1959 г. по шести разведенным месторождениям составляют 24 125 тыс. м<sup>3</sup>. Одно месторождение эксплуатируется казанским заводом силикатного кирпича, добывающим около 300 тыс. м<sup>3</sup> песка в год. В 1959 г. трестом «Промстройматериалы» по материалам Гидропроекта подсчитаны запасы песка на участке близ речного порта (пойма Волги) в количестве около 12 млн. м<sup>3</sup> и в тот же год средствами гидромеханизации добыто около 400 тыс. м<sup>3</sup> песка.

Более чистые кварцевые пески, пригодные для производства низкосортного стекла и для использования в литейном деле в качестве формовочных, также известны на территории ТАССР. Разведаны три месторождения стекольных и два месторождения формовочных песков с суммарными запасами 6694 тыс. т, но пока не эксплуатируются, хотя формовочные пески в Татарии завозятся из Тамбовской и Куйбышевской областей в количестве около 50 тыс. т в год.

Песчано-гравийные месторождения приурочены в основном к долине Камы и ее притокам. Всего по Татарии известно свыше 50 месторождений. Девять из них с запасами 92 150 тыс. м<sup>3</sup> разведаны. Добыча средствами гидромеханизации в 1957 г. составила 992 тыс. м<sup>3</sup>, в 1957 году—2400 тыс. м<sup>3</sup>, в 1959 г. только Управлением Казанского речного порта добыто около 5 млн. т песчано-гравийного материала. В долине Волги песчано-гравийные месторождения неизвестны, а поэтому камский гравий вывозится в значительных количествах за пределы Татарии (в Горьковскую и Ульяновскую области, Чувашскую и Марийскую АССР и другие области). В 1957 г. вывезено 224 тыс. м<sup>3</sup> песчано-гравийной смеси, в 1958 г. вывоз достиг 1043 тыс. м<sup>3</sup>.

Из других полезных ископаемых среди четвертичных отложений ТАССР известны многочисленные торфяники (786 месторождений, из них разведано 658 с запасами сухого топлива около 42 млн. т), месторождения известковых туфов, охр и бобовых марганцевых руд. Изучения геологических закономерностей их размещения не производилось.

Одним из важнейших полезных ископаемых среди четвертичных отложений является вода. Водоносные горизонты четвертичного возраста играют значительную роль в водоснабжении населения и промышленных предприятий. Исследованы они недостаточно в связи с общей слабой гидрогеологической изученностью Татарии (по данным Средне-Волжского геологического управления только 0,3% территории изучено детально).

Изучение полезных ископаемых четвертичного периода должно быть продолжено как в направлении вещественного состава их, так и анализа геологических закономерностей размещения месторождений.

## 10. Выводы

Из краткого обзора исследований четвертичных отложений, проведенных за сорок лет существования ТАССР видно, что, несмотря на большое количество выполненных работ, перечень нерешенных вопросов по геологии четвертичных отложений республики велик. Многие вопросы представляют большой теоретический и практический интерес и требуют дальнейших исследований.

Цель настоящей статьи привлечь внимание геологов к этим вопро-

сам, так как за последние годы систематическим изучением четвертичных отложений Татарии никто не занимается.

Представляется желательным усиление работ по изучению четвертичного периода на территории Татарии. Главнейшей задачей в настоящий момент является уточнение стратиграфии и составление карты четвертичных отложений. Для этого необходимо использовать весь комплекс современных методов исследований—изучение литологии, фаций, геоморфологии и неотектоники, фауны и флоры, археологических данных, абсолютного возраста отложений и так далее.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Г. П. Четвертичные отложения долины Волги между Козьмо-демьянском и Чебоксарами. Бюл. ком. по изуч. четверт. отлож., АН СССР, № 13, 1948.
- 1а. Афанасьев Т. П. Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. Изд. АН СССР, 1956.
2. Барапов В. И. К истории лесов Волжско-Камского края. Известия КФАН СССР, сер. биол. и с.-х. наук, 1949, № 1.
3. Барапов В. И. Этапы развития флоры и растительности в третичном периоде на территории СССР. М., 1959.
4. Билибин Ю. А. Основы геологии россырей, ОНТИ, 1955.
5. Головкинский Н. А. О послетретичных образованиях на Волге в ее среднем течении. Казань, 1865.
6. Горецкий Г. И. О возрасте древних аллювиальных свит антропогена, потребленных в долинах Волги и Камы. Доклады АН СССР, 1956, т. 110, № 5.
7. Горецкий Г. И. О перигляциальной формации. Бюлл. Ком. по изуч. четв. отлож. АН СССР, № 22, 1958.
8. Гричук В. П. Заклинская Е. Д. Анализ ископаемой пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М., 1948.
9. Громов В. И. Стратиграфическое значение четвертичных млекопитающих Поволжья. Труды Ком. по изуч. четв. периода, т. IV, в. 2, 1935.
10. Громов В. И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. Труды Инст. геол. наук АН СССР, в. 64, сер. геол., № 17, 1948.
11. Данилов В. В. Содержание фтора в костях ископаемых животных как показатель геологического возраста. Бюлл. ком. по изуч. четв. периода, 1946, № 8.
12. Кавеев М. С. О находке ледниковых отложений в юго-западной части ТАССР. Известия КФАН СССР, в. 7, 1959.
13. Калинин Н. Ф. и Халиков А. Х. Итоги археологических работ за 1945—52 гг. Труды КФАН СССР, серия историч. наук, 1954.
14. Каштанов С. Г. К истории формирования долин Волги и Камы. Учен. зап. Казан. ун-та, т. 112, кн. 2, 1952.
15. Кирсанов Н. В., Сементовский Ю. В. и др. Закономерности размещения и пути использования строительного минерального сырья на востоке Татарии. Труды КФАН СССР, сер. геол., в. 4, 1957.
16. Кирсанов Н. В. Плиоценовые глины Татарской АССР. Труды КФАН СССР, сер. геол., в. 1, 1948.
17. Кротов П. И. и Нечаев А. В. Казанское Закамье в геологическом отношении. Труды естеств. при Каз. ун-те, т. 22, в. 5, 1890.
18. Кротов П. И. Новые данные по геологии Казанской губернии. Прилож. к проток. заседан. естеств. при Каз. ун-те, № 250, 1910.
19. Кротов П. И. Еще о следах ледникового периода в Казанской губернии. Прилож. к проток. засед. естеств. при Казан. ун-те, № 255, 1910.
20. Кипиани М. Г. и Колбутов А. Д. Новые данные по стратиграфии четвертичных отложений Поволжья и Прикамья. Тезисы докл. Всесоюз. совещ. по изуч. четв. отлож. в мае 1957, М., 1957.
21. Ламакин В. В. О динамической классификации речных отложений. Землеведение, т. 3, 1950.
22. Мазарович А. Н. Опыт схематического сопоставления неогеновых и послетретичных отложений Поволжья. Известия АН СССР, № 9—11 и 12—14, 1927.
23. Мазарович А. Н. Стратиграфия четвертичных отложений Среднего Поволжья. Тр. Ком. по изуч. четв. периода СССР, т. 4, в. 2, 1935.
24. Максимович Г. А. Происхождение аккумулятивного комплекса речных террас. Доклады АН СССР, т. 30, № 6, 1941.
25. Милановский Е. В. Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья, 1940.
26. Миртова А. В. Геологическое строение г. Казани. Сборн. «Геология и полезные ископ. Татарстана», Казань, 1932.
27. Миртова А. В., Дмитриев П. В. Погребенные останцы в долинах Волги и Камы. Землеведение, т. 38, в. 2, 1936.

28. Мирчиник Г. Ф. Четвертичная история долины Волги выше Мологи. Тр. Ком. по изуч. четв. пер., т. 4, в. 2, 1935.
29. Мирчиник Г. Ф. Результаты работ Волжской экспедиции. Тр. Ком. по изуч. четв. пер., II, 1932.
30. Москвитин А. И. О связи геоморфологии с современными движениями земной коры в Среднем Поволжье. Доклады АН СССР, т. 95, № 4. 1954.
31. Москвитин А. И. Четвертичные отложения и история формирования долины р. Волги в ее среднем течении. Тр. Геолог. ин-та АН СССР, в. 12, 1958.
32. Николаев Н. И. Плиоценовые и четвертичные отложения сыртовой части Заволжья. Тр. Ком. по изуч. четв. пер., т. IV, в. 2, 1935.
33. Николаев Н. И. О строении поймы и аллювиальных отложений. Сборн. МГРИ. «Вопросы теорет. и прикл. геологии» № 2, 1947.
34. Ноинский М. Э. К геологическому строению Казани и ее окрестностей. Буровые скважины в Подлужной и под Нем. Швейцарией. Прилож. к прот. засед. о-ва естеств. при Казан. ун-те, № 259, 1910.
35. Ноинский М. Э. Материалы по гидрогеологии Казанской губ. Труды по водоснабж. Казан. губ., в. 1, 1917.
36. Обединетова Г. В. Отражение новейших тектонических движений в строении долины Средней Волги. Тр. Ком. по изуч. четв. пер., т. 13, 1957.
37. Обединетова Г. В. Роль неотектоники в чередовании эрозионных циклов басс Нижней Волги. «Вопросы геоморфол. и нов. тектоники Волго-Уральской обл. и Ю. Урала» (рефераты докладов). Уфа, Башкирск. фил. АН СССР, 1959.
38. Паничкина М. З. О работах по изучению палеолита на Волге. Краткое сообщ. ИИМК, АН СССР, в. 50, 1953.
39. Петров Б. Ф. Значение ископаемых и древних почв для четвертичной палеографии. Матер. по четв. периоду СССР, вып. 2, 1950.
40. Пидопличко И. Г. Новый метод определения геологического возраста ископаемых костей четвертичной системы. Изд. АН УССР, 1952.
41. Пидопличко И. Г. Об определении геологического возраста костей антропогенных позвоночных и его значении для геохронологии. Тр. Ком. по изуч. четв. периода, т. XIII, 1957.
42. Полянин В. А. Основные особенности литологии четвертичных отложений долины Волги на участке от Васильсурска до г. Марининский Посад. Учен. зап. Казанск. гос. ун-та, т. 110, к. 5, 1950.
43. Полянин В. А. Кварцевые пески четвертичных отложений долин Волги и Камы в пределах Татарии и возможности использования их в стекольной промышленности. Изв. Каз. фил. АН СССР, геол., № 1, 1950.
44. Полянин В. А. Геологическое строение современных аллювиальных отложений Волги и Камы. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 111, кн. 1, 1951.
45. Полянин В. А. Генетические типы песчано-гравийных месторождений зоны затопления Куйбышевского гидроузла. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 113, кн. 1, 1953.
46. Полянин В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые современных долин Волги и Камы на территории ТАССР. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 115, к. 15, 1955.
47. Полянин В. А. Литологические исследования четвертичных отложений долин Волги и Камы на территории Татарии. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 117, кн. 4, 1957.
48. Распопов Г. В. Остатки гиены, найденные в г. Казани. Труды о-ва естеств. при Казан. ун-те, т. 51, в. 1, 1925.
49. Розен Ф. Ф. Мнение о диссертации на степень магистра Н. Головкинского под названием «О посльтретичных образованиях по Волге, в ее среднем течении». Извест. и Учен. зап. Казан. ун-та, в. 3, 1866.
50. Селивановский Б. В. История формирования долин основных рек в Среднем Поволжье. Доклады АН СССР, т. 75, № 3, 1950.
51. Селивановский Б. В. О времени образования долины Волги в Приказанском Поволжье. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 111, к. 1, 1951.
52. Сементовский В. Н. Геоморфология. Геология ТАССР и прилегающей территории в пределах 109 листа. ГОНТИ, ч. 2; 1939.
53. Ступишин А. В. К истории формирования левобережья Приказанского Поволжья. Изв. Всес. геогр. о-ва, № 3, 1948.
54. Тихвинская Е. И. Геология и полезные ископаемые Приказанского района. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 99, кн. 3, 1939.
55. Тихвинская Е. И. Четвертичные образования. Геология ТАССР и прилегающих районов в пределах 109 л. Труды Моск. геол. упр., в. 31, ч. 2, 1939.
56. Тихвинская Е. И. О древнем размыве в долинной зоне р. Волги в районе г. Казани. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, т. 114, к. 3. 1955.
57. Шандер Е. В. Некоторые новые данные по стратиграфии четвертичных отложений Поволжья в связи с вопросом о погребенных почвах в делювиальных шлейфах. Труды Ком. по изуч. четв. периода, т. 4, в. 2, 1935.
58. Шандер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. Труды Инст. геол. наук АН СССР, в 135, 1951.
59. Шорыгина Л. Д. Древнечетвертичная терраса Волги и ее взаимоотношение с плиоценом. Бюлл. ком. по изуч. четв. периода, № 11, 1948.
60. Штуkenберг А. А. Геологические исследования 1877 года. Труды о-ва естеств. при Казан. ун-те, т. 6, в. 4, 1877.
61. Штуkenберг А. А. Буровые скважины в окрестностях Казани. Прилож. к проток. засед. о-ва естеств. при Казан. ун-те, № 141, 1892—1893.
62. Штуkenберг А. А. Новые артезианские колодцы в г. Казани. Прилож. к прот. засед. о-ва естеств. при Казан. ун-те, № 184, 1901.
63. Шульц С. С. К вопросу о генезисе и морфологии речных террас. Труды ком. по изуч. четв. периода, т. 3, в. 2, 1934.
64. Шульц С. С. Опыт генетической классификации речных террас. Изв. Всес. геогр. о-ва, т. 72, в. 6, 1940.
65. Щукина В. Н. Террасы Верхней Волги, их соотношение с ледниками отложениями Горьковского и Ивановского края. Бюлл. МОИП, отд. геол. т. II, № 3, 1933.
66. Яковлев С. А. Основы геологии четвертичных отложений Русской равнины (стратиграфия). Госгеолтехиздат, 1956.

*A. A. Клевцова и Л. Ф. Солонцов*

**К ВОПРОСУ О СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ  
И КОРРЕЛЯЦИИ ДРЕВНЕЙШИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ОСАДОЧНОГО ПОКРОВА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

В последние годы целым рядом исследователей проделана большая работа по всестороннему изучению древнейших осадочных образований Русской платформы. В результате проведенных исследований удалось произвести детальное стратиграфическое расчленение и сопоставление разрезов этих образований и уточнить их возраст.

В 1960 г. на совещании по унификации стратиграфических схем палеозоя Волго-Уральской области нижняя часть древнейших отложений осадочного покрова Русской платформы в объеме нижнебавлинской серии Урало-Поволжья и сердобской серии Пачелмского прогиба была единодушно отнесена к рифею.

Этот вывод геологов о рифейском возрасте нижнебавлинской и сердобской серий был подтвержден определениями абсолютного возраста пород [9].

Вместе с тем, одним из наиболее спорных вопросов в стратиграфии рассматриваемых отложений Русской платформы все еще остается вопрос о стратиграфическом положении верхней их части (валдайская, пачелмская и верхнебавлинская серии).

Многие геологи после открытия А. В. Копелиовичем [5, 6] в верхней части досреднедевонских отложений района Редкина остатков нижнекембрийских червей стали рассматривать досреднедевонские отложения Пачелмского прогиба как возможные аналоги так называемого нижнего кембрия Подмосковья (редкинско-валдайский и балтийский комплексы или серии).

Впервые в досреднедевонских образованиях этого прогиба нижний кембрий (валдайский и балтийский комплексы) был показан в 1951 г. Т. А. Черновым, З. П. Ивановой [2] и П. Ф. Мосякиным. Последние отнесли к валдайскому комплексу также и доломитовую толщу района Пачелмы.

Иную точку зрения о возрасте древнейших осадочных отложений Русской платформы высказали Б. С. Соколов [12, 13, 14] и Н. С. Шатский [19, 20]. На основании региональной самостоятельности валдайской серии, сходства ее со спарагмитовой формацией Норвегии и отсутствия в ней фауны они выделили эту серию из состава нижнего кембрия и отнесли к позднему кембрию (синий, рифей). При этом Б. С. Соколов выделил из состава валдайской серии древнейшие красноцветные кварцевые песчаники, аргиллиты и доломиты Сердобска, сопоставив эти отложения с нижнебавлинской серией Урало-Поволжья. Он указывал

также, что валдайский комплекс юго-восточнее Пачелмского прогиба не распространяется. Вышеприведенную так называемую «балтийскую серию», Пачелмского прогиба он относил к нижнему девону. Н. С. Шатский же все досреднедевонские осадочные толщи Пачелмского прогиба и Урало-Поволжья относил к рифею.

А. В. Копелиович [7], поддерживая взгляды Б. С. Соколова и Н. С. Шатского о докембрийском возрасте редкинско-валдайских отложений Подмосковья, указывал на широкое развитие редкинских образований в пределах Пачелмского (Саратовско-Рязанского) прогиба, где к ним были отнесены аргиллиты, песчаники и доломиты Морсова, Мосолова и Сердобска.

Он допускал также вероятное присутствие в этом прогибе и валдайского комплекса. К последнему он, в частности, предположительно отнес туфогенные породы Мосолова и Морсова.

Р. М. Пистрак [11] выделяла редкинский комплекс в пределах Пачелмского прогиба не только в толще красных аргиллитов и доломитов и в подстилающей ее пачке грубых песчаников, но и в вышеприведенной толще черных аргиллитов (нижняя толща переслаивания нашей схемы), содержащих прослон глауконитовых алевролитов и песчаников. Поместив досреднедевонские отложения этого прогиба в схему кембрийских отложений, она допускала тем не менее более древний, чем кембрийский, но все же нижнепалеозойский возраст редкинского комплекса.

Присутствие редкинских и валдайских отложений в Пачелмском прогибе признавалось также Б. М. Келлером [4], который, правда, придерживался нескольких иных взглядов о их возрасте. Он считал, что редкинскую свиту, напоминающую нижнебавлинскую свиту Урало-Поволжья и каратавскую серию западного склона Урала, следует относить к рифею. Валдайские же образования, по его мнению, имеют нижнекембрийский возраст. На востоке Русской платформы в качестве аналогов нижнего кембрая северо-западных областей Русской платформы (гдовские песчаники, ламинаритовые глины и синие глины) он принимал верхнебавлинские толщи.

И. Е. Постникова [10] древнейшую толщу красноцветных песчаников, толщу глауконитовых песчаников и толщу доломитов объединила под названием сердобского комплекса. При этом она, как и предшествующие исследователи, рассматривала последний в качестве стратиграфического эквивалента редкинского комплекса Московской впадины.

В вышеприведенных досреднедевонских отложениях юго-восточной зоны Пачелмского прогиба (Сердобск и Пачелма) И. Е. Постникова, как и З. П. Иванова, признавала наличие аналогов как валдайского (толща средних красноцветных песчаников и нижняя толща переслаивания), так и балтийского (толща верхних красноцветных песчаников и верхняя толща переслаивания) комплексов Подмосковья.

В отличие от З. П. Ивановой, И. Е. Постникова полагала, что в северо-западной зоне Пачелмского прогиба балтийский комплекс размыт и под отложениями среднего девона здесь непосредственно залегает валдайский комплекс, ниже которого, по ее данным, как и в юго-восточной зоне, залегает сердобский комплекс.

В отличие от Б. С. Соколова и Н. С. Шатского, И. Е. Постникова вслед за Б. М. Келлером отнесла редкинский и сердобский комплексы к рифею, а валдайский и балтийский комплексы — к нижнему кембрию.

Примерно такой же точки зрения придерживалась и М. М. Толстикова [17]. По ее мнению, валдайские отложения нижнего кембра на северо-западе Пачелмского прогиба перекрывают докембрийскую сердобскую серию. В отличие от И. Е. Постниковой, она к валдайской серии относила и туфогенные породы, а в верхней части досреднедевонских отложений Морсова и Мосолова выделяла еще надламинаритовые песчаники балтийской серии.

Н. С. Шатский [20], считая наличие валдайского и балтийского комплексов, предложил членской серией и серий.

изываемого нижнебавлинского прогиба, выделены Л. Ф. Григорьевым. Эта точка зрения получила дальнейшее распространение

показали, что балтийский комплекс включает в себя Уфимский и Кунгурский, а также отложений в инфицированных Пачелмский и Сердобский, которые были условно

пересмотрели и центральных единиц и анализа дам по вопросу отложений. Эти вы-

зовы прогиба и к Урало-Поволжью я в юго-восточ-

ной личным на- подразделяются

красноцветных енно-доломито- ский комплекс толщи, нижнюю

часть основного адоцентрических образований дополнен- ений Пачелм- находящиеся в

зов обнаружи- не только в зоне, где залегают, также толологического существо в обоих доломитовую

Сердобском, терных вклю- чение Сердобска, нижней толщи балтийского со-

бского, с од- стороны, отсутствием в составе сердобского комплекса глинисто- мергельной и песчаниковой толщи и, с другой стороны, присутствием в со-

также, что валдайский комплекс распространяется. Вышележащую Пачелмского прогиба он относил все досреднедевонские осадочные Поволжья, относил к рифею.

А. В. Копелнович [7], поддер Шатского о докембрийском возрасте Подмосковья, указывал на шире в пределах Пачелмского (Саратовской области) были отнесены аргиллиты, песчаники Сердобска.

Он допускал также вероятно ского комплекса. К последнему отнесены туфогенные породы Мосолова и

Р. М. Пистрак [11] выделял пачелмского прогиба не только в толще черных аргиллитов (нижнекембрий), содержащих прослои глауконита, став досреднедевонские отложения, она допускала тем не менее, что это нижнепалеозойский, но все же нижнекембрийский.

Присутствие редких иловых прогибе признавалось также Б. А. Смирновым, который выделял в подстилающей ее пачке грунты и в толще черных аргиллитов (нижнекембрий), содержащих прослои глауконита, став досреднедевонские отложения, она допускала тем не менее, что это нижнепалеозойский, но все же нижнекембрийский.

И. Е. Постникова [10] древнекембрийские разрезы, толщу глауконитовых песчаников, толщу глауконитовых песчаников, под названием сердобского комплекса, соответствующие исследователи, рассмотревшие гравийные эквиваленты редких иловых прогибов.

В вышележащих досреднедевонских зонах Пачелмского прогиба (Сердобск и З. П. Иванова, признавал толщу средних красноцветных отложений), так и балтийского (толща и верхняя толща переслаивания).

В отличие от З. П. Ивановой, веро-западной зоне Пачелмского прогиба и под отложениями среднего докембрийского комплекса, ниже которой зоне, залегает сердобский комплекс.

В отличие от Б. С. Соколова, вслед за Б. М. Келлером отнесли к рифею, а валдайский и балтийский.

Примерно такой же точки зрения [17]. По ее мнению, валдайский и балтийский комплексы на северо-западе Пачелмского прогиба залегают на сердобскую серию. В отличие от И. Е. Постникова, она относила и туфогенные породы к балтийской отложений Морсова и Мосолова, а песчаники балтийской серии.

Н. С. Шатский [20], считая наличие валдайского и балтийского комплексов в пределах Пачелмского прогиба не доказанным, предложил именовать пачелмский «валдайский комплекс» нижнепачелмской серией и пачелмский «балтийский комплекс» верхнепачелмской серией.

В пределах Урало-Поволжья аналоги свит так называемого нижнего кембрия (валдайская и балтийская серии) были выделены Л. Ф. Солонцовыми [15] в составе верхнебавлинских отложений. Эта точка зрения была позднее поддержана З. П. Ивановой, А. А. Клевцовой [3], К. Р. Тимергазином [18] и др. и получила широкое распространение среди геологов.

В 1959 г. Л. Ф. Солонцов [16] и К. Р. Тимергазин показали, что пачелмский комплекс Пачелмского прогиба и верхнебавлинский комплекс Урало-Поволжья полностью отвечают лишь валдайскому комплексу Подмосковья. Эта точка зрения и была принята на Уфимском совещании геологов — исследователей досреднедевонских отложений в 1959 г. и на Всесоюзном совещании по уточнению унифицированных схем палеозоя Волго-Уральской области в 1960 году. Пачелмский и верхнебавлинский комплексы на указанных совещаниях были условно отнесены к рифею и нижнему кембрию.

В последнее время авторы настоящей статьи вновь пересмотрели все основные разрезы древнейших осадочных образований центральных областей Русской платформы. На основании сопоставления и анализа имеющихся данных они пришли к несколько иным выводам по вопросу стратиграфического расчленения и возраста этих образований. Эти выводы и излагаются ниже.

Одним из наиболее глубоких разрезов Пачелмского прогиба и к тому же ближайшим к досреднедевонским разрезам Урало-Поволжья является разрез у г. Сердобска (см. табл.), находящийся в юго-восточной зоне этого прогиба.

Согласно исследованиям И. Е. Постниковой и нашим личным наблюдениям, древнейшие отложения района Сердобска подразделяются на сердобский и пачелмский комплексы.

Сердобский комплекс состоит из базальной толщи красноцветных песчаников, толщи глауконитовых алевролитов, терригенно-доломитовой, глинисто-мергельной и песчаниковой толщи. Пачелмский комплекс объединяет базальную песчанико-конгломератовую толщу, нижнюю отлица переслаивания и песчаниковую толщу.

Сердобский разрез может быть рекомендован в качестве основного порного разреза для выяснения строения древнейших осадочных образований в других частях Пачелмского прогиба. Некоторым дополнением к нему являются лишь разрезы древнейших отложений Пачелмского района (Ворона, Веденяпино, Красные Озера), находящиеся в центральной части Пачелмского прогиба (см. табл.).

При сравнении Пачелмского и Сердобского разрезов обнаруживается их исключительное сходство. Оно заключается не только в лизкой последовательности в смене толщ, но распространяется также на отдельные части толщ, пачек и многие детали их литологического состава. Обращает, например, на себя внимание присутствие в обоих тучаях в алевролитах, непосредственно подстилающих доломитовую толщу, большого количества глауконита, наличие как в Сердобском, так и в Пачелмском разрезах в составе доломитов характерных включений сургучно-красных кремней, обогащение как в районе Сердобска, так и в районе Пачелмы глауконитом нижней части нижней толщи переслаивания терригенных пород разного гранулометрического состава.

Вместе с тем, Пачелмский разрез отличается от Сердобского, с одной стороны, отсутствием в составе сердобского комплекса глинисто-мергельной и песчаниковой толщи и, с другой стороны, присутствием в со-

ставе пачелмского комплекса верхней сероцветной толщи переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов. Таким образом, Пачелмский разрез как бы наращивает наиболее полный разрез древнейших отложений Пачелмского прогиба — Сердобский — более молодой верхней толщой переслаивания, завершающей пачелмский комплекс.

Этот объединенный Сердобско-Пачелмский разрез по своему строению представляет собой сводный разрез древнейших отложений (сердобский и пачелмский комплексы) Пачелмского прогиба. Стратиграфический порядок толщ в этом разрезе указывает на циклическое строение как сердобского, так и пачелмского комплексов.

В пределах сердобского комплекса снизу вверх наблюдается смена базальных красноцветных песчаных пород терригенно-доломитовыми и глинисто-мергельными образованиями, затем вновь следуют песчаные отложения, после которых уже фиксируется перерыв и размыв.

В пределах пачелмского комплекса наблюдается двукратная смена песчаниковых толщ толщами переслаивания, состоящими в основном из аргиллитов и алевролитов.

В соответствии с этим сердобский комплекс нами делится на нижне- и верхнесердобскую серии, а пачелмский комплекс — на нижне- и верхнепачелмскую серии.

Стратиграфические аналоги большинства толщ Сердобского и Пачелмского разрезов четко выделяются также и в северо-западной зоне Пачелмского прогиба (Морсово, Мосолово, Каверино и Зубова Поляна).

Так, в наиболее детально изученном разрезе этой зоны — Морсовском — отчетливо выделяются верхняя толща переслаивания темно-серых аргиллитов и серых алевролитов, мощная толща красноцветных кварцево-полевошпатовых песчаников и нижняя толща переслаивания темно-серых и зеленовато-серых аргиллитов и светло-серых алевролитов. Весьма характерно, что в нижней части нижней толщи переслаивания района Морсова, как и в нижней части толщи переслаивания районов Сердобска и Пачелмы, в значительном количестве присутствует глауконит.

В районе Мосолова вскрытая часть (140 м) древнейших отложений представлена одной пачелмской толщей разнозернистых кварцево-полевошпатовых песчаников.

В Каверино и Зубовой Поляне в составе древнейших отложений четко выделяется как сердобский, так и пачелмский комплексы.

Сердобский комплекс в этих районах представлен только базальной толщей красноцветных песчаников, получившей название каверинской свиты [20]. В составе пачелмского комплекса четко фиксируется нижняя толща переслаивания сероцветных песчаников, алевролитов и аргиллитов с базальным пластом песчаника и перекрывающая ее довольно характерная мощная толща красновато-коричневых кварцево-полевошпатовых песчаников. Нижняя толща переслаивания здесь, как и в других районах Пачелмского прогиба, в нижней части содержит глауконит.

Приведенное сравнение разрезов показывает, что каждая из пачелмских толщ имеет региональную самостоятельность и характеризуется выдержанностью своих минералого-литологических особенностей в пространстве, т. е. в стратиграфическом отношении каждая из них отвечает понятию свиты.

Лучший разрез нижней толщи переслаивания вскрыт в районе д. Веденияпино, вышележащей толщи красноцветных песчаников — в районе д. Ворона и верхней толщи переслаивания — в районе д. Красные Озера. По наименованию указанных деревень в таблице и даны названия соответствующих свит.

По всей юго-восточной зоне Пачелмского прогиба пачелмские отложения трансгрессивно перекрыты базальными песчаниками среднего девона. Последние залегают то на верхней толще переслаивания (Крас-

ные Озера, Ворона), то на нижележащей песчаниковой толще (Сердобск, Липяги, Пересыпкино, отдельные разрезы Воронской и Красноозерской площадей).

В северо-западной же зоне Пачелмского прогиба на пачелмские отложения с размывом и перерывом налегает своеобразная серия нормально-осадочных и туфогенно-осадочных пород довольно постоянной мощности (105—120 м).

В одних районах (Морсово) эта серия перекрывает верхнюю толщу переслаивания, в других (Мосолово, Каверино, Зубова Поляна) — нижележащую песчаниковую толщу.

По петрографическому составу данная серия нормально- и туфогенно-осадочных пород четко подразделяется на две толщи: нижнюю — толщу разнозернистых кварцево-полевошпатовых песчаников, и верхнюю — толщу переслаивания туфогенно- и нормально-осадочных терригенных пород.

В районе Морсова нижняя толща состоит преимущественно из крупнозернистых, плохо отсортированных песчаников светло-серой и зеленовато-серой окраски.

В других разрезах нижняя толща представлена плохо отсортированными кварцево-полевошпатовыми глинистыми песчаниками фиолетово-серой, красновато-коричневой и светло-серой окраски. Характерной особенностью песчаников является присутствие в них крупных зерен кварца, полевых шпатов, кварцитов и эфузивных пород.

Верхняя толща сложена в основном темно-коричневыми и темно-серыми с фиолетовым оттенком туфогенными алевролитами и мелко-зернистыми песчаниками, в нижней части содержащими прослой зеленовато-серых аргиллитов и зеленовато-серых кварцево-полевошпатовых песчаников и алевролитов. Туфогенный материал представлен зернами раскристаллизованного вулканического стекла и сильно разрушенных эфузивных пород. В составе цемента в туфогенных породах господствуют хлорит и кремень; меньшее значение имеют гидроокислы железа, стекло и карбонатные минералы (кальцит, доломит).

По своим литологическим особенностям, строению, минералогическому составу и условиям залегания описанная серия нормально- и туфогенно-осадочных пород северо-западной зоны Пачелмского прогиба весьма сходна с волынской серией [1] юго-западной Волыни и южной и центральной Белоруссии. Как и белорусская волынская серия, эта серия залегает с размывом на подстилающих образованиях. Обе сравниваемые серии в нижней части представлены плохо отсортированными красноцветными песчаниками с гравием и галькой, а в верхней части — туфогенно-осадочными породами. Очевидно, серия нормально- и туфогенно-осадочных пород северо-западной части Пачелмского прогиба представляет собой волынскую серию в центральных областях Русской платформы.

На волынской серии северо-западной части Пачелмского прогиба повсеместно залегает пачка коричневых аргиллитов мощностью 25—50 м с базальным пластом зеленовато-серых грубозернистых песчаников в основании. В песчаниках местами отмечаются галька и гравий из кварца и кварцитов.

Выше пачки коричневых аргиллитов в разрезах Морсова, Мосолова и Каверино залегает мощная толща (180—250 м) зеленовато-, голубовато- и темно-серых аргиллитов с прослойями кварцево-полевошпатовых песчаников и алевролитов. Последние наибольшим развитием пользуются в средней части толщи.

В нижней части толщи преобладают темно-серые разности аргиллитов, содержащие значительное количество органического вещества угольного ряда. Некоторые прослои аргиллитов богаты доломитом и сидеритом.

По своему стратиграфическому положению и литологическим особенностям данная толща аргиллитов северо-западной зоны Пачелмского прогиба соответствует валдайским отложениям Подмосковья: выше ее, как и в наиболее южных районах Подмосковья, залегают базальные песчаники среднего девона.

Попутно отметим, что в Московской синеклизе местами (Солигалич, Котлас и др.) валдайские отложения перекрывают с размывом мощную толщу (вскрытая мощность более 270 м) красноцветных кварцево-полевошпатовых песчаников, петрографически весьма сходную с маркирующей толщей красноцветных кварцево-полевошпатовых песчаников пачелмского комплекса (воронская свита).

Из приведенного сравнения северо-западных и юго-восточных разрезов Пачелмского прогиба следует, что сам пачелмский комплекс трансгрессивно налегает на различные толщи сердобского комплекса (фиг. 1). При этом в направлении с юго-востока на северо-запад он перекрывает все более и более древние сердобские толщи. Если в районе Сердобска этот комплекс залегает на песчаниковой толще, а в районе Пачелмы на более древней — терригенно-доломитовой, то в районах Каверино и Зубовой Поляны пачелмский комплекс налегает уже непосредственно на базальную толщу красноцветных песчаников сердобского комплекса. В верхней части этой толщи отмечаются сильно глинистые породы с выделениями гидрогетита, возможно, представляющие собой древнюю кору выветривания.

Приведенная нами корреляция разрезов древнейших отложений центральной части Русской платформы существенно отличается от со-поставлений разрезов, которые делали другие исследователи.

Как уже указывалось выше, предшествующие исследователи, выделив в северо-западной зоне Пачелмского прогиба валдайские отложения, полагали, что последние перекрывают здесь сердобский комплекс. При этом И. Е. Постникова в составе довалдайских отложений этой зоны выделяла аналоги всех трех сердобских толщ, установленных ею в районе Сердобска (толща нижних красноцветных песчаников, толща глауконитовых песчаников, толща доломитов, аргиллитов и песчаников). Аналоги сердобской доломитовой толщи на северо-западе Пачелмского прогиба она видела, в частности, в туфогенно-осадочных породах.

Однако, как следует из приведенного анализа фактического материала, туфогенно-осадочные образования, совершенно лишенные прослоев карбонатных пород, не могут быть эквивалентом сердобской доломитовой толщи. Эти образования по всем своим литолого-стратиграфическим особенностям могут рассматриваться лишь в качестве стратиграфических аналогов волынской серии западных областей Русской платформы, где последняя также подстилает валдайскую серию

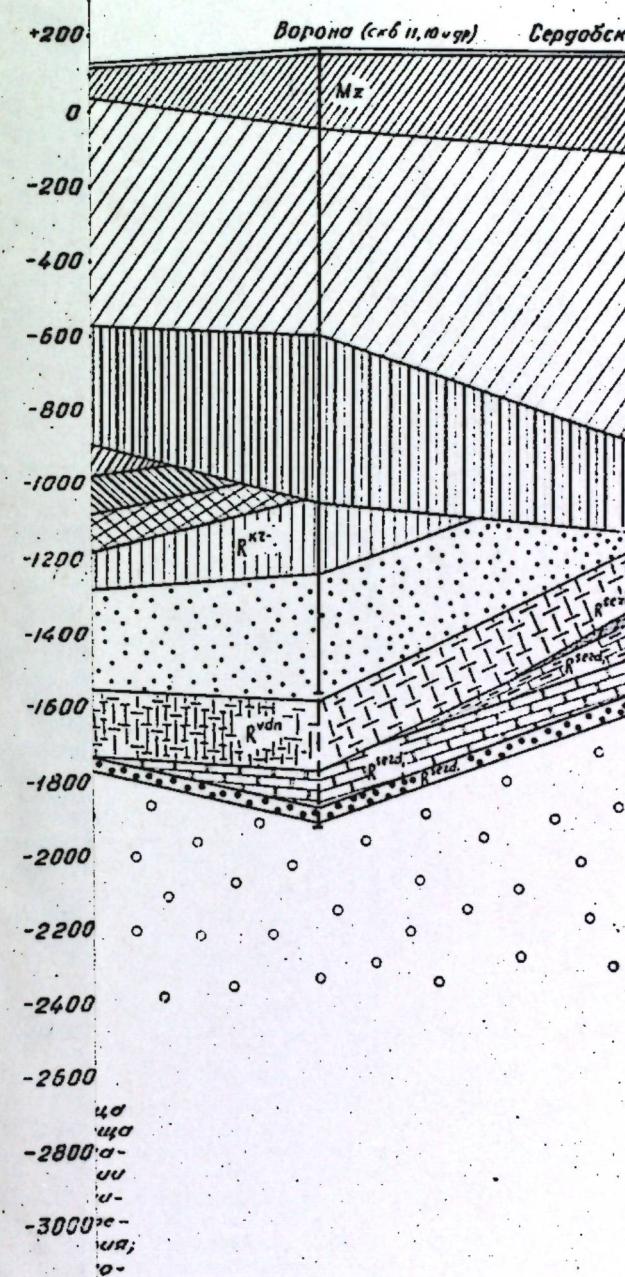
В доволынских отложениях северо-западной зоны Пачелмского прогиба сначала также выделяются не сердобские толщи, а аналогии всех свит пачелмского комплекса районов Сердобска и Пачелмы, и только в нижней их части констатируется базальная сердобская толща красноцветных песчаников.

Таким образом, с нашей точки зрения, в северо-западной зоне Пачелмского прогиба имеет место не фациальное замещение сердобской доломитовой и глауконитовой толщ соответственно туфогенно-осадочными и песчано-глинистыми образованиями, а их срезание в предпачелмское время.

Залегание пачелмского комплекса под волынно-валдайскими образованиями не позволяет сравнивать его ни частично, ни полностью с валдайской серией Подмосковья.

Это залегание свидетельствует о его рифейском возрасте. Вывод о рифейском возрасте пачелмского комплекса вполне согласуется, с

## ОГО ПРОГИБА



15. Солонцов Л. Ф. Додевонские отложения Урало-Волжской области и смежных территорий. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Труды совещания по проблеме нефтегазоносности Урало-Поволжья (10–15 мая 1954 г.). Изд. АН СССР, 1956.

льских пород.  
на Сердобска  
Сазакова [9],—  
е́йских сердоб-  
за совершило  
рделах Урало-

тврждают ри-  
исследованиям  
ральных облас-  
своебразным  
ких отложениях  
и выделяемые

ю подкрепляют  
сех как бавлин-  
на основании

ений западной ча-  
е отложения цент-

А. Филиппова  
Лакарова П. В.  
го-Уральской обла-  
тальской области.  
усской платформы.

отложения в центре  
отложений северо-  
Сб. «К геологии

покрова Подмос-  
газа (Европейская

х и нижнекембрий-  
К1 сессия. Доклады  
Изд. АН СССР  
геохронологии позд-

ика и возможная  
огиба. Авторефера

гральной части Русс  
крова Русской плат

итолого-фашистский  
брейская, ордовиче

ельских отложений  
с нефтью. И.И. геол.

о.жской области  
и Троицким совещанием

По своему стратиграфической последовательности данная толща в прогибе соответствует валдайской (включая южные краевые песчаники среднего девона).

Попутно отметим, что в Котласе и др.) валдайскую мощную толщу (вскрытая цево-полевошпатовых песчаников) маркирующей толщей краевиков пачелмского комплекса.

Из приведенного сравнения разрезов Пачелмского прогиба трансгрессивно налегает в районе Сердобска этот комплекс. При этом в напластованиях толщ в районе Пачелмы на борту районах Каверино и Зубово уже непосредственно на борту сердобского комплекса. В глинистые породы с выделяющие собой древнюю композицию.

Приведенная нами карта центральной части Русской платформы поставлений разрезов, которые

Как уже указывалось, делив в северо-западной зоне, полагали, что послойный комплекс. При этом И. Е. Постников выделяла аналогию в районе Сердобска толща глауконитовых песчаников). Аналогии сердобского Пачелмского прогиба она не находила.

Однако, как следует из ряда, тuffогенно-осадочных слоев карбонатных пород, доломитовой толщи. Эти особенности стратиграфических аналогий платформы, где последние

В довольинских отложениях прогиба сначала также везде свит пачелмского комплекса только в нижней их части красноцветных песчаников.

Таким образом, с наименее доломитовой и глауконитовыми и песчано-глинистыми пачелмское время.

Залегание пачелмского залеганиями не позволяет ср. валдайской серией Подмосковья.

Это залегание свидетельствует о его рифейском возрасте. Вывод о рифейском возрасте пачелмского комплекса вполне согласуется, с

результатами определения абсолютного возраста пачелмских пород. Возраст пачелмской нижней толщи пересланния района Сердобска по глаукониту, по данным Н. И. Полевой и Г. А. Казакова [9], — 606 млн. лет.

При этом характерно, что последовательность рифейских сердобско-пачелмских толщ в пределах Пачелмского прогиба совершенно аналогична последовательности бавлинских толщ в пределах Урало-Поволжья, что свидетельствует об их одновозрастности.

Последние биостратиграфические данные также подтверждают рифейский возраст всех бавлинских толщ. Так, согласно исследованиям С. Н. Наумовой [18], валдайская серия западных и центральных областей Русской платформы характеризуется богатым и своеобразным комплексом спор, в то время как даже в верхнебавлинских отложениях востока Русской платформы споры встречаются редко и выделяемые в них комплексы бедны.

Таким образом, все приведенные факты убедительно подкрепляют представления Н. С. Шатского о рифейском возрасте всех как бавлинских, так и пачелмских толщ, впервые высказанные им на основании общих геологических данных еще в 1952 году.

## ЛИТЕРАТУРА

- Брунс Е. П. Стратиграфия древних доордовских отложений западной части Русской платформы. Советская геология, сб. 59, 1957.
- Иванова З. П. и Васильев Е. П. Нижнепалеозойские отложения центральных областей Русской платформы. Гостехиздат, 1957.
- Иванова З. П., Веселовская М. М., Клевцова А. А., Филиппова М. Ф., Лященко Г. П., Елина Л. М., Семихатова С. В., Макарова П. В. и др. Новые данные по стратиграфии палеозойских отложений Волго-Уральской области. Вопросы геологического строения Украинской ССР и Волго-Уральской области. Приложение к № 7 журнала «Геология нефти», 1958.
- Келлер Б. М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. Труды ин-та геологических наук, в. 109, 1952.
- Копелиович А. В. Нижнекембрийские и силурейские отложения в центральной части Московской синеклизы. ДАН, т. 71, № 6, 1950.
- Копелиович А. В. К характеристике палеозойских отложений северо-западного Подмосковья по данным бурения в районе ст. Редкино. Сб. «К геологии центральных областей Русской платформы». Гостехиздат, 1951.
- Копелиович А. В. Древнейшие отложения осадочного покрова Подмосковья. Труды ВНИИГаз. Вопросы геологии и геохимии нефти и газа (Европейская часть СССР), Гостехиздат, 1953.
- Наумова С. Н. Спорово-пыльцевые комплексы рифейских и нижнекембрийских отложений СССР. Международный геологический конгресс, XXI сессия. Доклады советских геологов. Стратиграфия позднего докембра и кембра. Изд. АН СССР, 1960.
- Полева Н. И. и Казаков Г. А. Новые данные по геохронологии позднего докембра. ДАН СССР, т. 135, № 1, 1960.
- Постникова И. Е. Литология, стратиграфия, тектоника и возможная нефтегазоносность додевонских отложений Рязано-Пачелмского прогиба. Автореферат диссертации. Изд. ВНИИ. Москва, 1955.
- Пистрак Р. М. Додевонские и девонские отложения центральной части Русской платформы. Девон Русской платформы. Гостехиздат, 1953.
- Соколов Б. С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы. Известия АН СССР. Серия геол., № 5, 1952.
- Соколов Б. С. и Александрова Е. П. Атлас литолого-фаунистических карт Русской платформы, ч. 1. Палеозой. Системы синийская, кембрийская, ордовикская и силурская. Изд. ВНИГРИ, 1952.
- Соколов Б. С. Сравнительная характеристика дозойфельских отложений центральных и восточных районов Русской платформы. Труды Всес. нефт. и-и. геол.-развед. ин-та, в. 95. Геол. сборник, 2, 1956.
- Соловьев Л. Ф. Додевонские отложения Урало-Волжской области и смежных территорий. Нефтегазоносность Урало-Волжской области. Труды совещания по проблеме нефтегазоносности Урало-Поволжья (10—15 мая 1954 г.). Изд. АН СССР, 1956.

16. Солонцов Л. Ф. Основные черты протерозойской магматической деятельности в пределах Урало-Волжской области. Изв. КФАН СССР, серия геол., № 7, 1959.
17. Толстыхина М. М. К познанию древнейших осадочных отложений центральных районов Русской платформы. Материалы Всесоюзн. и.-и. геол. ин-та, в. 14, 1956.
18. Тимергазин К. Р. Додевонские образования Западной Башкирии и перспективы их нефтегазоносности. Уфа, 1959.
19. Шатский Н. С. О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы. Известия АН СССР, серия геол., № 5, 1952.
20. Шатский Н. С. О происхождении Пачелмского прогиба. Сравнительная тектоника древних платформ. Статья 5, БМОИП, отд. геолог., т. 30, № 5, 1955.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Юсупов Б. М. Некоторые итоги изучения нефтеносности и происхождения нефти Татарии	3
Мельников А. М. О закономерностях размещения девонских нефтяных месторождений Татарии	19
Салихов А. Г. Основные итоги гравитационно-магнитных исследований в связи с перспективами поисков нефтеносных структур в Татарии и прилегающих областях	23
Якупов Г. Я. Некоторые итоги и неотложные вопросы поисково-разведочных на нефть работ в Татарии	39
Миропольская Г. Л. Некоторые итоги изучения литологии и фаций в эйфельско-пашийских отложениях на востоке Татарии	45
Кринари А. И. Некоторые итоги петрофизических исследований	61
Кринари А. И., Петрув Е. И. Некоторые результаты работ в области усовершенствования приборов для петрофизических исследований	73
Станкевич Е. Ф. Основные результаты изучения гидрогеологии нефтяных месторождений Татарии	83
Блудоров А. П. Итоги исследований и пути использования углей Татарии	95
Кирсанов Н. В. Богатства недр Татарии — могучий источник развития чародного хозяйства	119
Незимов В. Н. Итоги геолого-экономических и технологических исследований по вопросам создания цементной промышленности в Татарии	131
Дистанов У. Г., Незимов В. Н. Об использовании опок Ульяновской области в качестве гидравлических добавок для Шугуровского цементного завода	153
Кавеев М. С., Хабибуллина Ф. С. Результаты инженерно-геологических исследований на территории Татарской АССР	171
Хабибуллина Ф. С. Инженерно-геологическое районирование левобережья Волги в пределах Татарии для гражданского и промышленного строительства	189
Башлев А. И. К итогам литологических и геотехнических исследований плиоценовых отложений в связи со строительством Нижне-Камской ГЭС	197
Солонцов Л. Ф. Итоги изучения рифейских отложений востока Русской платформы и современные представления о их стратиграфическом расчленении в пределах Татарии	209
Андранинов К. С. Итоги изучения четвертичных отложений ТАССР и задачи дальнейших исследований	225
Клевцова А. А., Солонцов Л. Ф. К вопросу о стратиграфической принадлежности и корреляции древнейших отложений осадочного покрова Русской платформы	241

Сдано в набор 10/XI 1960 г. Подписано к печати 18/VII 1961 г. ПФ. 07675.  
Формат бумаги 70×108<sup>1/16</sup>. Печатных листов 15,5. Заказ № 4062. Тираж 470.

Типография Министерства культуры Марийской АССР, г. Йошкар-Ола,  
ул. Комсомольская, 112.