

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМ. Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Т. XV


ВЫПУСК 1. ОБЩИЙ

PROCEEDINGS

OF THE CHERNYSHEVSKY SARATOV STATE UNIVERSITY

Vol. XV

ISSUE 1. MISCELLANEOUS

19  40

САРАТОВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
САРАТОВ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Т. XV


ВЫПУСК 1. ОБЩИЙ

PROCEEDINGS

OF THE CHERNYSHEVSKY SARATOV STATE UNIVERSITY

Vol. XV

ISSUE 1. MISCELLANEOUS

19  40

САРАТОВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
САРАТОВ

1940

ОТ РЕДАКЦИИ

В отличие от факультетских выпусков „Ученых записок“ редакция включает в настоящий выпуск научные работы кафедр различных факультетов Университета, которые могут оказать некоторую помощь при разработке и осуществлении отдельных проблем третьей пятилетки.

Редакция стала на путь отбора из имеющихся научных работ таких, которые в той или иной мере затрагивают вопросы третьей пятилетки.

Работы свои авторы посвятили XVIII съезду Всесоюзной коммунистической партии (большевиков).

Русаков

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ОДНОВРЕМЕННОЙ ДОБЫЧИ ФОСФОРИТОВ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В ПРЕДЕЛАХ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

В. Г. Камышева

При организации промышленной разведки на верхне-юрские горючие сланцы Саратовского Заволжья вполне естественно привлекают внимание фосфориты, сопутствующие горючим сланцам.

Постановка одновременной, параллельной или попутной, рудничной добычи горючих сланцев и фосфоритов, вне всякого сомнения, повлияет в положительном смысле на себестоимость как тех, так и других, сократив эксплуатационные расходы по добыче этих ископаемых.

Данная работа является ориентировочной, так как промышленная разведка на фосфориты в сланцевых районах Заволжья до настоящего времени не имела места.

Проведение же ее попутно с разведкой на горючие сланцы является мерой весьма целесообразной и желательной, так как значительно сократит материальные затраты по сравнению с организацией самостоятельных изысканий.

Геологическое строение сланцевых районов

Прежде всего считаю необходимым предпослать изложению материала краткую стратиграфическую характеристику районов сланцевых месторождений Заволжья.

На территории Саратовской области распространение горючих сланцев сосредоточено в пределах 111-го листа 10-верстной карты Европейской части СССР. Отдельные выходы горючих сланцев на дневную поверхность группируются, главным образом, по северо-восточной окраине Пугачевского района, близ административной границы с Казахской ССР, в пределах Общего Сырта. Территориально значительно меньшая площадь падает на западную часть Заволжья—район с. Савельевки.

Сланцевое поле Общего Сырта в пределах Саратовской области составляет часть обширного месторождения, так называемого главного поля (участки А, В, С, по А. Н. Розанову) и входит в состав участка С. Участок С, в пределах Саратовской области, охватывает верховье р. Камелика и водосборные его правобережных притоков—р. р. Каменки и Солянки. На север массив этот уходит в пределы Куйбышевской области и на восток в пределы Казахстана. Сланцевый район с. Савельевки

(Перелаз) расположен в бассейне р. Сакмы (левого притока р. Б. Иргиза). Кроме этих двух наиболее изученных сланцевых месторождений, в пределах Саратовской области имеются два меньших, занимающих по отношению к главному полю изолированное положение.

Один из них расположен к северу от с. Савельевки, в окрестностях с. Орловки (Шешмалы), в восточном отвершке оврага Солёный дол (приток р. М. Иргиза). Второй участок залегает к юго-юго-западу от главного сланцевого поля, в окрестностях ж.-д. станции Озинки, в долине р. Чалыклы и, кроме того, в ложине Тарелка к западу от хутора Гремучего, на полпути между ст. Озинки и ст. Семиглавый Мар.

Все отмеченные сланцевые районы являются аналогичными в отношении стратиграфического положения сланцевой свиты, приуроченной к нижне-волжскому ярусу юрской системы. Свиты юрских и меловых отложений в сланцевых районах тектонически нарушены.

На Общем Сырте, в районе Савельевки, Орловки и Озинок коренные породы вместе со сланцевой свитой местами выходят на дневную поверхность, образуя отдельные сланцевые массивы, в то время как на остальной территории Заволжья сланцы или размыты или опущены на значительную глубину и перекрыты более молодыми геологическими отложениями.

Геологическое строение сланцевых районов определяется осадками юрской, меловой и третичной системы.

Наиболее низким стратиграфическим горизонтом общего геологического комплекса являются глинисто-песчаные осадки средней юры.

Верхне-юрские отложения представлены всеми ярусами от келловей до аквилона (верхнего волжского яруса).

Келловей литологически выражен жирными гипсоносными глинами с уплощенными пиритизированными конкрециями; в верхних горизонтах глинам подчинены прослой охристых песков.

Келловейские отложения заканчиваются фосфоритовым конгломератом. А. Н. Розанов¹⁸ по поводу геологического возраста этих фосфоритов пишет: „Возможно, что фосфоритовые конкреции с ископаемыми оксфорда, верхнего, среднего и нижнего келловей в действительности происходят не из одного, а из двух или даже нескольких сближенных между собой в свите юрских отложений слоев“. Смешанная фауна позволила А. Н. Розанову назвать, в свое время, этот фосфоритовый конгломерат келловейско-оксфордским. К настоящему моменту среди фосфоритов Общего Сырта (автором настоящего очерка и О. А. Соловьевой и для Савельевки Н. М. Поповым и О. П. Горяиновой) найдена фауна верхнего кимериджа, что дает основание этому фосфоритовому конгломерату присвоить название келловей-оксфорд-кимериджского.

Осадки моложе келловей, а именно: ярусы оксфорда и кимериджа, судя по имеющемуся фактическому материалу, на всей территории главного сланцевого поля перемяты и почти уничтожены нацело, почему для главного сланцевого поля установить литологический характер этих ярусов не представляется возможным, тогда как в Савельевском и Озинском районах к несомненно оксфордским относятся серые мергелистые глины с пиритом.

Осадки зоны *Cardioceras alternans*, представленные известковистыми бурыми глинами, впервые установлены в 1927 г. для Озинского сланцевого поля Г. Н. Каменским⁴. Верхне-кимериджские отложения, как уже отмечалось, представленные фосфоритовым конгломератом, содержат аммонитов зоны *Aspidoceras acanthicum*—*A. longispinum* Sow. и *A. meridionale* Gemm.* (находки автора и О. А. Соловьевой в 1924 г. в бассейне р. Камелика).

Наиболее широкого развития из юрских отложений в сланцевом районе достигают осадки нижне-волжского яруса, непосредственно перекрывающего фосфоритовый келловей-оксфорд-кимериджский конгломерат.

Нижне-волжский ярус представлен в сланцевых районах двумя горизонтами: нижний состоит из толщи серых и темносерых битуминозных глин с подчиненными им прослоями горючих сланцев и относится к зоне *Perisphinctes panderi* d'Orb. и *Virgatites schyticus* Mich., верхний заключает серию зеленовато-и грязновато-серых мергелей и мергелистых песчаников с прослоями глин зоны *Virgatites virgatus* Buch.

Мощность сланцевой свиты варьирует от 18—20 до 25—27 м. Мощность перекрывающей горючие сланцы мергельной свиты достигает 20—25 м.

На отложениях нижне-волжского яруса пластуются осадки верхне-волжского яруса. Литологически последние представлены зеленовато-бурими глауконитовыми песками с фосфоритами. Этот фосфоритовый горизонт содержит следы верхне-волжской и валанжинской фауны, почему ему и присвоено название верхне-волжско-валанжинского.

При трансгрессии нижне-мелового моря отложения верхне-волжского яруса в значительной своей части были разрушены и местами нацело уничтожены.

Стратиграфически залегающие выше свиты коренных пород меловые и третичные отложения, местами сохранившиеся в сланцевых районах, в данном частном случае интереса не представляют, так как не содержат фосфоритовых горизонтов.

Таким образом, как это видно из выше приведенной схемы геологического строения, в сланцевых районах Заволжья проходит два фосфоритовых горизонта, которые могли бы в

* Фауна определена Б. А. Можаровским.

той или иной мере представить практический интерес. Первый, считая снизу, келловей-оксфорд-кимериджский приурочен к нижним горизонтам сланцевой толщи. Второй—верхне-волжско-валанжинский (аквилонский)—отделен от сланцевой свиты мергельной толщей нижне-волжского яруса.

Фосфориты Заволжья в пределах Саратовской области

а) Бассейн р. Камелика

Наиболее обширным полем выхода горючих сланцев и сопутствующих им фосфоритов в пределах Саратовского Заволжья, из 4-х отмеченных ранее пунктов, является бассейн р. Камелика, далее следует район с. Савельевки, затем окрестности ст. Озники и с. Орловки. Главное сланцевое поле вместе с сопряженными залежами юрских фосфоритов располагается в отрогах Общего Сырта и является в значительной части водоразделом р. Камелика с балкой Б. Глушицей (левым притоком р. Иргиза), а также отчасти р. Б. Таловки (правым притоком р. Чаган).

Территория выходов горючих сланцев в пределах главного поля, как уже отмечалось ранее, охватывает верховье р. Камелика и верхние отделы его левобережных притоков—р. Каменки и р. Солянки.

К западу и юго-западу от выделенного района все коренные породы и вместе с ними сланценосная свита и фосфориты погружаются ниже уровня текучих вод и уходят на глубину, скрываясь под новообразованиями. Поэтому точная контуровка сланцев в настоящее время является затруднительной и может быть выяснена только на основе данных горно-разведочных работ.

Рассмотрим далее фактические выходы фосфоритовых горизонтов и отношение их к сланцевой толще.

Верхне-волжско-валанжинский фосфоритовый горизонт залегает в контакте верхне-юрских и нижне-меловых отложений и в генетическом отношении является базальным конгломератом. В силу того, что фауна этого горизонта, как было отмечено выше, представляет собою смешанные формы—верхне-волжские и валанжинские,—он и получил соответствующее название. В бассейне р. Камелика этот фосфоритовый слой в своей значительной мере размыт и не представляет в силу этого сплошного распространения.

При геологической съемке бассейна р. Камелика в 1924 г. автором настоящего очерка выходы этих фосфоритов были отмечены в водосборе р. Солянки. обнажения констатированы и описаны по р. Каменке в отвершках Широком (обн. № 43*) и Розо-

* Нумерация соответствует таковой в гидрогеологическом описании водосбора р. Камелика⁶.

вом (обн. № 48), по р. Солянке—в ветке Кочетовской (обн. № 59). В первых двух обнажениях осадки верхне-волжского яруса почти непосредственно выступают на дневную поверхность и залегают под тонким слоем почвы, в двух же других перекрыты темносерыми нижне-меловыми (аптскими) глинами. Кроме отмеченных пунктов, косвенные указания на распространение некогда этого горизонта мы находим в верхнем отделе р. Камелика, где фосфориты встречаются у бывш. хутора Пономарева по дну современного русла⁶.

Верхне-волжско-валанжинский фосфоритовый горизонт развит лишь в зоне распространения нижне-меловых аптских глин; там, где последние размыты, фосфоритовый слой, выведенный на дневную поверхность, или совершенно отсутствует или дает незначительные почвенные россыпи.

Для смежных районов Общего Сырта А. Н. Розанов¹⁰ следующим образом характеризует верхне-волжско-валанжинский фосфоритовый конгломерат: „Vigs—Vln. 1) фосфоритовый конгломерат представляет скопление желваков, спаянных известковистым глауконитовым песчанником. Среди желваков различаются: 1) тонкозернистые, плотные, источенные фолладами фосфориты—„решетчатый“ фосфорит (1-я генерация) и 2) грубозернистые песчаные, неисточенные фолладами, облекающие иногда гальки фосфоритов первого типа (2-я генерация) 0,1 м“.

Отмеченные нами выходы этого фосфоритового горизонта в водосборе р. Камелика не дают такой полной картины.

Обычно здесь верхне-волжско-валанжинский ярус литологически представлен зеленым кварцево-глауконитовым песком, то мелко, то среднезернистым, переполненным фосфоритовыми конкрециями двусторчаток, источенных фолладами: местами песок уплотнен до степени рыхлого фосфоритового конгломерата, переходящего в типичный конгломерат.

А. Н. Розановым¹⁰ химический состав верхне-волжско-валанжинского фосфоритового горизонта в водосборе р. Камелика и смежном р. Б. Глушицы определяется следующими цифровыми данными:

Местоположение	P ₂ O ₅ в %	Нерастворим. остаток в %
Водосбор р. Камелика, хутор Даринский, правый склон р. Дарки	22,36	21,06
Р. Солянка	21,05	24,15
Водосбор р. Б. Глушицы, дол Кладовой	21,73	22,84

В другой своей работе А. Н. Розанов¹⁰ приводит сведения о химическом составе отдельно для обеих генераций фосфоритов: „В фосфоритах 1-й генерации слоя (тонкозернистых, плотных, источенных фолладами) содержится 21—25,9% P₂O₅ при

15—21,8% нерастворимого остатка. Фосфориты 2-й генерации (грубозернистые песчаные фосфориты) содержат 19,6—22,6% P_2O_5 при 16,8—25% нераств. остатка".

Определения продуктивности этого фосфоритового горизонта для водосбора р. Камелика не производилось, в соседних же районах Общего Сырта его продуктивность весьма незначительна и оценивается А. Н. Розановым "(8—10 люд. на 1 кв. саж.)". Исходя из тех показателей, которые имеются в настоящее время, а именно: малая продуктивность верхне-волжско-валанджинского фосфоритового горизонта, спорадическое развитие, отдаленность от сланцевой свиты, мы приходим к мысли, что организация промышленной разведки этого фосфоритового слоя в Камеликском районе в целом не представляет хозяйственного значения и лишь для некоторых участков, выявленных при горноразведочных работах на сланцы, будет возможна постановка параллельной добычи горючих сланцев и верхне-волжско-валанджинских фосфоритов.

Перейдем теперь к рассмотрению келловей-оксфорд-кимериджского фосфоритового горизонта, имеющего наибольшее практическое значение для рассматриваемого района. Естественные выходы келловей в бассейне р. Камелика наблюдаются по р. Солянке и Каменке. В первом из указанных пунктов осадки келловей обнажаются почти непрерывной полосой в берегах русла от хутора Н. Коцебу до хутора Натальин Яр и собственно р. Солянки, несколько ниже впадения доли Волчьего (обн. №№ 49, 59, 60—62). В водосборе р. Каменки келловейские отложения наблюдались только в конце хутора Владимирского, в песчаных карьерах (обн. №№ 25, 26). Все перечисленные обнажения вскрывают осадки келловей на небольшую глубину (не превышающую 3,85 м) и не дают полных разрезов, в силу чего фосфоритовый конгломерат отмечен лишь одним обнажением (№ 60) по р. Солянке. Разрез в данном месте представляет собою следующее:

1. Почвенный покров	0,3 м
2. Желто-бурые суглинки	0,25 "
3. Коричнево-серый сланец	0,1 "
4. Глина серая жирная	0,5 "
5. Фосфоритовый конгломерат, состоящий из ядер двусторчаток, обломков аммонитов, грифей, окаменевших кусочков дерева, сцементированных кварцевым песком	0,15 "
6. Зеленовато-серая песчаная порода, переполненная раковинами, вид. мощн.	0,3 "
7. О с ы п ь	0,6 "
8. Песок зеленовато-серый, мелкозернистый, вид. мощн.	0,3 "
9. О с ы п ь	0,4 "

В Коцебинско-Натальинском районе детальной разведкой 1931 г. большая часть буровых скважин вскрыла описываемый фосфоритовый горизонт и углубилась на 1—2 м ниже.

Таким образом, для данного разреза фосфоритовый конгломерат залегает под сланцевой толщей ниже-волжского яруса, является хорошим маркирующим горизонтом, указывающим на основание вышележащей сланцевой толщи. Подстиляется фосфоритовый конгломерат песками, которые ниже сменяются мощной толщей песчаных глин.

Мощность пустой породы, разделяющей сланцы и фосфориты, колеблется от 0,2 до 6 м и лишь в скважине № 14 на фосфоритовый конгломерат непосредственно налегает тонкий (0,6 м) прослой сланца, отделенный от основной сланцевой массы глиной в 4,1 м мощности.

В полном разрезе фосфоритовый горизонт А. Н. Розановым¹⁰ характеризуется следующим образом: "С1.—ох1. фосфоритовый горизонт в основании состоит из скопления темносерых, плотных, с некоторым количеством зерен кварца, желваков и фосфоритовых ядер ископаемых (1-я генерация). Верхняя часть слоя нередко представляет сплошной пласт песчаного, темнозеленого, богатого глауконитом фосфорита, включающего иногда желваки и гальки фосфоритов первого типа (2-я генерация). Мощность 0,2—0,4 м". Мощность фосфоритового горизонта, по разрезам буровых скважин, заложенных в районе хутора Коцебу, оценивается в 0,15—0,3—0,6 м. Фосфориты Общего Сырта, по данным Н. М. Попова¹⁴, содержат 22,1% фосфорной кислоты и 21,2% нерастворимого остатка. В соседнем водосборе р. Глушицы содержание P_2O_5 в этом же фосслое, по А. Н. Розанову, равняется приблизительно 20—21% при 20—27% нерастворимого остатка. При этом содержание фосфорной кислоты в некоторых районах падает до 16%, что, с одной стороны, связано с явлениями выветривания, а с другой—зависит от чисто местных причин, сопутствующих накоплению фосфоритов.

Келловей-оксфорд-кимериджский фосфоритовый конгломерат в верховье р. Камелика, очевидно, развит повсеместно в области распространения коренных пород. Пробных взвешиваний фосфоритов в бассейне р. Камелика не производилось, в районах же смежных А. Н. Розановым продуктивность оценивается в 145 кг/м².

Условий совместной разработки сланцев и фосфоритов в Саратовском и Куйбышевском Заволжье касался А. Н. Розанов, статья которого, посвященная этому вопросу, помещена в журнале "Нефтяное и сланцевое хозяйство" (№ 1—4, 1921 г.). Для территории Саратовской области А. Н. Розанов рассматривает лишь окрестности с.с. Савельевки и Орловки; главное же внимание сосредоточивает на сланцевом районе Куйбышевского Заволжья.

Сведения для с.с. Орловки и Савельевки, которыми располагал А. Н. Розанов, были недостаточны для решения поставленного вопроса.

В отношении же северного участка главного поля Общего Сырта А. Н. Розанов пришел к отрицательному выводу о возможности одновременной и попутной добычи горючих сланцев и фосфоритов, основываясь главным образом на значительной мощности пустой породы—подсланцевой глинистой толщи, разделяющей фосфориты и сланцы. В 1930 г. к этому вопросу вернулись вновь, и в записке для кабинета электрофикации и энергетики Института народного хозяйства им. Плеханова („Горючие сланцы С.-В. края“) А. Н. Розанов отметил, что вопрос о возможности одновременной добычи горючих сланцев и фосфоритов на Общем Сырте, в Кашпире и Уидорах должен быть пересмотрен с новой точки зрения.

В неопубликованном очерке „Фосфориты, как основная база для тукового производства общесыртовского комбината“, составленном по материалам проф. Розанова и геолога Кудинова, мы находим на стр. 10 следующее: „Необходимо иметь в виду, что в 1920 г. вопрос в соответствии со скромными размерами намечавшихся тогда предприятий ставился весьма узко, в смысле определения возможности именно попутной добычи одной штольной, одним штреком и т. д.... В настоящее время, при проектируемых теперь огромных размерах предприятий, вопрос этот стоит совершенно иначе как в смысле техники, допускающей более сложные приемы выемки, так и в смысле рациональности и целесообразности не только попутной, но даже только одновременной параллельной добычи одним централизованным предприятием, которое при этом от такой комбинированной добычи одновременно двух видов сырья сланцев и фосфоритов (хотя бы и из разных подземных выработок) может получить определенную хозяйственную выгоду“.

Так же как и для рассмотренного участка, попутная выработка келловей-оксфорд-кимериджского горизонта в Коцебьянско-Натальинском районе, ввиду значительной мощности пустой породы, разделяющей сланцы и фосфориты, не представляется возможной.

Что же касается вопроса параллельной добычи сланцев и фосфоритов с заложением специальных штолен для выработки фосфоритов, то вопрос этот подлежит специальному рассмотрению с точки зрения экономики и горно-технических условий.

б) Савельевский район

Савельевское сланцевое поле, как уже упоминалось ранее, расположено в водосборе р. Сакмы—левого притока р. Б. Иртыза. Участок этот является тектонически нарушенным, чем и объясняется относительно близкое залегание от дневной поверхности коренных пород по сравнению со всей остальной территорией западного Заволжья.

Наиболее ранние сведения о геологическом строении водосбора р. Сакмы встречаются в работах С. С. Неуструева,

Л. А. Прасолова¹⁷ и А. Н. Розанова^{20, 21, 22}. Кроме того, неопубликованное гидрогеологическое описание того же водосбора мы находим у К. П. Старкова. Позднее, в 1928 г. водосбор р. Сакмы был охвачен подробными геологическими исследованиями, выполненными Н. М. Поповым и О. П. Горяиновой^{15, 16}.

В 1930 г. водосбор р. Сакмы был подвергнут подробной гидрогеологической съемке, выполненной В. С. Васильевым под общим руководством Б. А. Можаровского¹².

Частично, при составлении настоящего очерка, были использованы результаты промышленной разведки на сланцы, выполненные представительством ГГРУ Н.-В. края, под руководством А. И. Бузика³ в 1930 г. в районе с. Савельевки, близ хутора 4-го Михайловского. С 1930 г. на протяжении ряда лет разведка горючих сланцев Савельевского месторождения проводится под руководством геолога П. Ф. Вечканова. С 1930 г. началась эксплуатация месторождения. Геолого-разведочные работы по оконтуриванию месторождения и специальным вопросам продолжают по настоящее время.

Геологическое строение Савельевского района определяется теми же чертами, что и массив Общего Сырта, но абсолютные высоты залегания коренных пород здесь приурочены к более низким отметкам. Наиболее древними образованиями водосбора р. Сакмы также являются породы юрского возраста, которые представлены верхним отделом, начиная от келловей и возможно бата, и заканчиваются осадками верхне-волжского яруса. Естественными геологическими разрезами район весьма беден и уточнение геологического строения проведено, главным образом, на основании заложенных шурфов и буровых скважин.

Наиболее низким горизонтом юрских образований является келловей. Литологически это серая слюдяная глина с конкрециями пирита и марказита. Вскрытая мощность келловей равна 35,35 м. Келловейские глины перекрыты более светлыми мергелистыми, которые на основании фауны, собранной Н. М. Поповым и О. П. Горяиновой¹⁶, относятся к оксфорду.

Эта глинистая толща заканчивается двумя фосфоритовыми слоями, из которых нижний по геологическому возрасту является келловей-оксфордским, верхний—верхне-кимериджским. Подробнее о литологическом составе пород, содержащих фосфоритовые горизонты, будет сказано ниже.

Об условиях образования пород, заключающих фосфориты, и их геологическом возрасте у Н. М. Попова и О. П. Горяиновой мы находим следующее: „вследствие особых морских условий здесь происходил, повидимому, медленный процесс накопления глинистых частиц, который, вероятно, соответствовал не только кимериджскому веку, но начался еще в оксфордский, так как в подстилающей фосфоритовый слой глине сохранилась фауна переходного келловей-оксфордского возраста. Верхняя часть кимериджских образований подверглась размы-

ванию в ниже-волжский век, в результате чего в основании ниже-волжского яруса наблюдается вышеуказанный конгломерат из хорошо окатанных фосфоритов, с фауной верхне-кимериджского возраста*.

Ниже-волжский ярус в районе с. Савельевки сложен, как и на Общем Сырте, из двух тесно связанных фаунистически, но резко отличающихся литологически горизонтов: нижний—зона *Perisphinctes panderi*—состоит из глин и битуминозных сланцев с общей максимальной мощностью 18, 29 м, верхний, непосредственно перекрывающий сланцевую толщу, представлен чередующимися известково-мергелистыми свитами зоны *Virgatites virgatus*. Мощность этого горизонта колеблется в пределах от 8,71 до 19,5 м*.

Следующими более молодыми образованиями являются осадки верхне-волжского яруса. Последний представляет в данном случае наибольший интерес, так как содержит фосфоритовый горизонт. Литологически это фосфоритовый конгломерат, перекрытый фосфоритизированным песчаником или же кварцево-глауконитовым песком. В Савельевском районе этот ярус констатирован на правом склоне р. Сакмы. Отмеченный фосфоритовый горизонт залегает на границе юры и мела и имеет то же стратиграфическое положение, что и охарактеризованный фаунистически фосфорит, развитый к северу в районе с. Орловки, где он оценен как верхне-волжско-валанжинский.

А. Н. Розанов^{19, 21} для фосфоритового горизонта приводит различные *Aucella*, из которых одни указывают на аквилон, другие на верхний неокм. На значительной территории Савельевского района породой, перекрывающей верхне-волжско-валанжинский фосфоритовый горизонт, является ниже-меловая глина.

Последняя большею частью обладает темносерым цветом, во влажном состоянии почти черная, плотная, с кристаллами гипса и включениями сидеритов. Поскольку упомянутая ниже-меловая глина и все более молодые образования, развитые в описываемом районе, не содержат в себе фосфоритов и по отношению к описанным ранее фосфоритовым горизонтам имеют значение лишь в качестве перекрывающей породы, мы не будем на них останавливаться подробно. Из других геологических отложений в пределах Савельевского района развиты осадки акчагыла, сыртовые глины, верхне-каспийские (впервые указанные здесь Б. А. Можаровским¹²) и позднейшие аллювио-делювиальные образования.

Закончив общий обзор геологического строения, остановимся более подробно на характеристике фосфоритовых горизонтов и на их отношении к сланцевой толще.

* Б. А. Не х а е в. Гидрогеологический отчет в районе Савельевского месторождения горючих сланцев, рукопись, 1938 г.

Как уже упоминалось ранее, Савельевский сланцевый район имеет свою историю изучения. Разведочные работы на горючие сланцы велись здесь, начиная с 1919 г., причем сведения об этих наиболее ранних разведках, производившихся под руководством инж. А. И. Протопопова, весьма незначительны. В 1928 г. с целью изучения месторождений горючих сланцев в долине р. Сакмы были произведены общие геологические исследования Московским отделением геологического комитета¹⁸ по инициативе и на средства Главного электротехнического управления. На основе этих исследований А. Н. Розановым и Н. М. Поповым был намечен участок в 12,04 км² близ хутора 4-го Михайловского для производства промышленной разведки. Последняя и была выполнена в 1930 г. Н.-В. представителем ГГРУ³.

Геологические исследования в водосборе р. Сакмы отметили, что необрадованная сланцевая толща сохранилась по правому склону р. Сакмы и составляет площадь около 37 км². По левому склону сланцы распространены, повидимому, только в среднем течении реки; тогда как сланцевая толща, частично размываемая, занимает северную часть района к юго-востоку от развалин хутора 2-го Михайловского на площади в 0,7 км².

На основе данных буровых скважин Н. М. Поповым и О. П. Горяиновой в районе хутора 4-го Михайловского отмечено мульдообразное залегание юры и мела, с общим простиранием с северо-востока на юго-запад.

На стр. 17 в работе Н. М. Попова и О. П. Горяиновой¹⁶ мы находим следующие резюмирующие данные об условиях залегания сланцевой толщи: «юрские и меловые отложения в водосборе р. Сакмы образуют некоторую складчатость, в виде двух понижений и повышения между ними. Первое мульдообразное понижение северо-восточного направления наблюдается между развалинами хутора 4-го Михайловского и Нижней Песчанкой, причем ось мульды падает на юго-восток. От Нижней Песчанки слои повышаются к Верхней Песчанке, в средней части которой намечается их перегиб, и затем эти породы довольно постепенно опускаются приблизительно на юго-юго-восток.

В связи с указанной тектоникой глубина залегания кровли сланцевой толщи колеблется в широких пределах.

Последнее положение подтверждается буровыми скважинами, отметившими эти колебания в пределах от — 17,071 до + 52,5 м абс. выс. По данным горной разведки, А. И. Бузык на участке площадью в 12,04 км² устанавливает слабые мульдообразные понижения и изгибы слоев, которые наиболее сильно выражены в южной и юго-восточной части и почти совершенно затухают в северо-западной и северной частях участка. Углы падения слоев колеблются в пределах 18°—4°24'. По Н. М. Попову, юрские породы падают на юго-восток под углом от 6°10' до

12°30' и в направлении с северо-запада на юго-восток юрские образования сменяются нижним мелом.

На основании горной разведки в районе хутора 4-го Михайловского, А. И. Бузик отмечает глубину прохождения сланцевой толщи от дневной поверхности в пределах от 9,65 м (скв. 4) до 63,20 м (скв. 32), в пределах Савельевского месторождения, причем глубина залегания сланцевой толщи увеличивается с севера на юг и с запада на восток.

В северной и северо-западной частях обследованного участка сланцевая толща перекрывается лишь известково-мергелистой зоной ниже-волжского яруса и залегает на глубине от 8,0 до 11,0 м. На всей же остальной площади осадки ниже-волжского яруса перекрыты свитами верхне-волжского яруса и нижнего мела, что безусловно отражается на глубине залегания сланцевой толщи. Кроме того, глубина залегания сланцев связана с общей геоструктурой района, что определяет глубину залегания кровли сланцевой свиты в пределах от 10 м до 55 м.

Как общегеологическая съемка, так и промышленная разведка на участке района хутора 4-го Михайловского позволила, согласно качественным показателям калорийности сланцев и мощности отдельных прослоев сланцевой толщи, выделить в последней три горизонта.

Закончив общие предпосылки о характере залегания и промышленном значении сланцевой толщи Савельевского района, перейдем к рассмотрению вопроса о фосфоритовых горизонтах и комбинированной разведке этих двух видов полезных ископаемых. Возвращаясь к схеме геологического строения водосбора р. Сакмы, отметим наличие двух фосфоритовых горизонтов: 1-го (сверху) верхне-волжско-валанджинского и 2-го келловей-оксфорд-кимериджского.

Верхне-волжско-валанджинский фосфоритовый горизонт, как было отмечено ранее, залегает в контакте меловых и юрских отложений.

Для иллюстрации стратиграфии и литологического состава этого горизонта считаем не лишним привести следующие фактические разрезы, записанные при геологических обследованиях Н. М. Поповым и О. П. Горяиновой¹⁶. На стр. 7 мы находим: „По долу В. Песчанки, выше дороги на село Корнеевку, имеется следующий разрез (обн. № 60):

Q _{2d}	1. Суглинок желто-бурый грубозернистый, мощностью . . .	0,5 м
Nc—Art	2. Глина черная с белым мучнистым гипсом, мощностью . . .	0,15 м
Vlgs—Vln	3. Фосфоритовый конгломерат, состоящий из плотных зеленовато-черных среднезернистых фосфоритов величиной до 10 см, залегающих в зеленовато-ржавом глинистом песке, мощностью . . .	0,2—0,4 м
Vgl. V.	4. Глина мергелистая желтовато-сероватая. Вид. мощн. до . . .	1 м.

Фосфоритовый конгломерат виден то в одном, то в другом склоне Верхней Песчанки на протяжении 150 м. Вниз от дороги шурфом № 2 пройдены следующие слои:

Nc—Art	1. Глина темносерая, почти черная, с гнездами кристаллического и мучнистого гипса с обломками сидерита, мощностью . . .	0,50 м
Vlgs—Vln	2. Песчаник кварцево-глаукоцитово-фосфоритовый, зеленовато-серый, довольно грубозернистый. В песчанике встречаются фосфоритизированные пятна и желваки фосфоритов, мощностью . . .	0,51 м
	3. Фосфоритовый конгломерат, состоящий из фосфоритов грубо и мелкозернистых величиной до 3—5 см; фосфориты эти железисто-песчаные, местами источены фолладами. Цементом фосфоритов является зеленовато-серый глинистый кварцево-глаукоцитовый песок. Мощность слоя . . .	0,10 м
Vgl. V.	4. Глина сильно песчаная, известковистая, желтовато-серая с конкрециями глыбами известняка до 30 см в диаметре. Мощность глины . . .	0,20 м
	5. Мергель песчаный, желтовато-серый, слюдястый с <i>Virgatites virgatus</i> Buch., <i>V. cf. Virgatites</i> Buch. молодой оборот, напоминающий <i>V. pallasi</i> d'Orb. Мощность 9,54 м.	
	6. Известняк песчаный синевато-серый с отпечатками двустворок.	

Кроме указанного шурфа, фосфоритовый слой был еще пересечен несколькими выработками“.

В последовательности сверху вниз литологический состав пород, заключающих фосфориты, таков: глаукоцитовый песок или фосфоритизированный песчаник, перекрывающий фосфоритовый конгломерат. Мощность последнего колеблется в пределах от 0,1 до 0,17 м, тогда как мощность перекрывающей породы фосфоритизированного песчаника или песков варьирует в пределах от 0,30 до 4,77 м. Из материала буровых скважин промышленной разведки в районе хутора 4-го Михайловского можно несколько дополнить сведения об описываемом фосфоритовом конгломерате. Из общего количества 35 скважин и 5 шурфов верхне-волжско-валанджинский фосфорит вскрыли 24 скважины и 2 шурфа.

Не обнаружили фосфоритового горизонта следующие скважины: №№ 1, 2, 3, 22, 24 и с 29 по 34 включительно; шурфы 3, 4, 5. Все эти разрезы отмечают отсутствие фосфоритового слоя и непосредственное перекрытие ниже-волжского яруса аптскими глинами или даже залегание на дневной поверхности известково-мергелистой толщи.

В нижеприводимой таблице сведены данные о глубине прохождения фосфоритового слоя, его мощности, отдаленности от сланцевой толщи, мощности перекрывающей породы и т. д.

Резюмируя данные приведенной таблицы, получаем абс. отметки верхне-волжско-валанджинского фосфоритового конгломерата, которые колеблются в пределах от —1,448 до 61,801 м; глубина же залегания от дневной поверхности варьирует от 0,5 до 61,20 м.

Такие крайние пределы колебания находятся отчасти в связи с особенностями топографического рельефа, главным же образом обуславливаются тектоникой района.

№ скважин	Абс. отм. устья скважин		Глубина скважин	Абс. отм. кровли в. в. в. фосфорит. слоя	Мощн. фосфор. слоя, в м	Глубина залеган. фосфор. слоя от дневн. поверхн.	Отдаленность фосфор. слоя от сланц. толщи	Примечание
	Абс. отм. устья скважин	Глубина скважин						
4	62,155	23,05	61,205	0,15	0,95	9,65		Скв. не доведена до сланц. толщи, остановлена в известков. мергелистой зоне.
5	62,960	27,85	59,660	0,10	0,60	—		
7	60,429	22,85	59,179	0,20	3,30	9,0		Фосфор. конгломерат разделен прослоем известняка в 0,1 м.
8	62,071	27,37	59,221	0,45	2,85	11,09		
9	59,038	20,0	57,688	0,2	6,35	10,85		В нижней части из мергели. толщи, отделяющей фосфор. конгломерат от сланцев., проходит водоносный горизонт.
10	59,587	22,50	58,887	0,2	0,70	9,85		
11	59,050	24,9	57,050	0,1	2,0	9,70		
12	64,252	31,0	55,302	0,25	7,95	10,15		
13	67,296	37,67	55,396	0,2	11,90	9,85		В изв.-мерг. толще проходит на глубине 15,05 водоносный горизонт.
14	58,240	24,50	56,590	0,3	1,65	9,35		
15	56,552	26,25	55,352	5,25	1,20	10,20		
16	66,297	38,00	55,597	0,1	11,70	10,65		
17	64,880	40,00	55,430	0,2	9,45	10,63		Непосредственно за тонким прослоем известняка, подстилающего фосфорит, проходит водоносный горизонт.
18	53,707	25,60	53,057	0,25	0,65	11,65		
19	53,167	30,05	50,367	0,2	2,00	11,65		
20	59,772	36,00	47,922	0,79	11,85	10,06		
21	69,830	47,86	46,330	0,25	11,57	11,57		Фосфор. конглом. разделен тонким просл. песчаной глины.
23	48,427	17,45	47,927	9,85	0,5	11,30		
25	61,424	75,10	14,424	0,32	50,0	9,50		В песчаных глинах, перекрывающих фосф. конгломерат, проходит водоносный горизонт.
26	50,960	54,36	97,10	0,15	41,25	10,32		
27	54,555	47,00	20,555	0,15	34,0	10,49		
28	59,752	62,10	-1,448	0,1	61,20	—		Скв. не дошла до сланцев, остановлена в кровле известково-мергел. толщи.
35	62,451	22,75	61,801	0,2	0,65	8,66		
Шурфы								
1	65,924	22,85	56,344	0,5	9,58	8,57		В известково-мергел. толще проходит водоносный горизонт
2	60,198	13,44	57,598	0,22	2,60	10,74		

Наиболее часто кровля фосфоритового горизонта приурочена к абс. отм. 46—47—50—55 м, причем в южной части участка района хутора 4-го Михайловского (южнее широты хутора) фос-

форитовый горизонт проходит уже в пределах абс. высоты 1,4—20,5, что объясняется тектоническими условиями района. В северной части участка фосфоритовый конгломерат часто проходит непосредственно под почвой и в некоторой мере может быть использован естественным путем в самой почве.

Породой, перекрывающей фосфоритовый конгломерат, являются или глауконитовые глинистые пески и фосфоритовые песчаники верхне-волжского яруса в северной половине района, или жирные глины апта с сидеритовыми конкрециями—в южной.

Мощность фосфоритового горизонта, установленная по скважинам, в среднем равняется 0,27 м при максимуме 0,85 м, минимуме 0,1 м. Очевидно, в буровых журналах под именем фосфоритового конгломерата зачастую объединяют и песчаник с фосфоритизированными гнездами и желваками фосфоритов, что влияет на увеличение общей мощности фосфоритового слоя.

К сожалению, при составлении настоящего очерка мы не располагали результатами определения продуктивности фосфоритового слоя и химическими анализами, произведенными А. М. Поповым в 1928 году (для шурфов № 2 и № 4), на что имеются указания в его машинописном отчете под рубрикой „ход работ“. В отчете Б. А. Нехаева* отмечено колебание P_2O_5 в пределах от 14,0 до 17,18%. Для смежного района химический состав фосфоритов, синхроничных нашим, Розанов¹⁹ на стр. 97 характеризует следующим образом: Фосфоритовый горизонт Орловки содержит в желваках слоя P_2O_5 —23,47%, нерастворимого остатка—14,07%, Fe_2O_3 —5,07%, CO_2 —4,55%. Во всей фосфоритовой плите оказалось: P_2O_5 —21,55%, нерастворим. остатка—17,82%, Fe_2O_3 —6,01%, CO_2 —4,83%.

Продуктивность слоя (взвешивалась вся фосфоритовая плита целиком) 470 кг/м² фосфоритонесной породы*.

Как в окрестностях с. Орловки, так и Савельевском районе намечается два рода фосфоритов. Одни представляют собою крупные (6—7—15—20 см) плотные зеленовато-черные песчанистые фосфориты с отдельными грубыми зернами кварца; другие—плотные железисто-песчаные округлой формы, заметно окатанные (величиною до 3—5 см) со следами кремнеочащих моллюсков. В конгломерате грубозернистая разность представляет собою вторую генерацию и часто содержит гальки мелкозернистого фосфорита. Основываясь на приведенных чертах сходства и исходя из средних запасов для с. Орловки, рассчитываемых А. Н. Розановым в 470 кг/м², мы можем для района хутора 4-го Михайловского получить следующие ориентировочные цифры, принимая во внимание, что самая северная окраина участка на площади около 1,3 км² и южная на площади около 1,4 км² представляют собою территорию, на которой фосфори-

* 1. с.

товый горизонт уничтожен. Откуда площадь развития верхне-волжско-валанжинского фосфоритового горизонта можно рассчитывать примерно в 9,0 км².

Если принять, совершенно условно, что на всей этой площади мы имеем аналогичную мощность и продуктивность фосфоритового слоя, то возможные запасы фосфоритов выразятся в 4 230 100 т.

Вне всякого сомнения, названная цифра носит чисто ориентировочный характер, давая представление лишь о масштабе возможных запасов или их категории, а не о реальных размерах. При существующих фактических данных определение действительно реальных запасов не представляется возможным. Согласно данным вышеприведенной таблицы, верхне-волжско-валанжинский фосфоритовый горизонт залегает над сланцевой толщей и отделен от нее на 8,57—11,65 м (при среднем из 23 скважин—10,0 м).

Разделяющая свита литологически является чередующимися слоями песчаника известково-мергелистого и глины. Причем отдельные прослои песчаника отличаются значительной твердостью. В ряде скважин отмечен для этой зоны водоносный горизонт. Ввиду значительной мощности, разделяющей фосфориты и горючие сланцы пустой породы, попутная разработка этих двух видов месторождений не представляется возможной, и следует лишь говорить о параллельной разработке путем заложения специальных штолен. Так например, в северной части района, на участках с уцелевшим фосслоем, по условиям залегания наиболее приемлемой является открытая разработка слоя в разнос, тогда как горючие сланцы здесь будут выработываться шахтами. Что касается комбинированной разработки фосфоритов и горючих сланцев в южной части района, то здесь как для тех, так и других доминирующим типом будет шахтная разработка. Попутно при разработках может быть использован строительный материал—крепкий песчаный известняк зоны *Virgatites virgatus*.

Перейдем далее к рассмотрению фосфоритового келловей-оксфорд-кимериджского горизонта.

В геологической литературе Савельевского района указаний на этот фосфоритовый горизонт мы не находим. Естественные обнажения и многочисленные шурфы обычно не опускались ниже сланценовой свиты, и лишь при геолого-разведочных работах 1928 г. в водосборе р. Сакмы скважины углубились в подсланцевые свиты и обнаружили более низкие горизонты юрских образований, относящиеся по геологическому возрасту к кимериджу, оксфорду, келловею, а возможно частично и к бату. В обзоре геологического строения Н. М. Поповым и О. П. Горяиновой отмечено наличие двух фосфоритовых горизонтов: первого снизу—келловей-оксфордского и второго—верхне-кимериджского.

Нижний фосфоритовый слой представляет собою серую мергелистую глину, переполненную мелкими обломками темных округлых фосфоритовых конкреций, с поверхности покрытых белой коркой. Мощность этого слоя равняется 0,1 м. Верхний фосфоритовый слой представляет собою конгломерат из округлых желваков фосфоритов до 5—7 см в диаметре. Мощность второго фосфоритового слоя равняется 0,1—0,2 м.

В отношении развития обоих фосфоритовых горизонтов Н. М. Попов приходит к следующему заключению: фосфоритовый конгломерат верхне-кимериджского возраста в значительной степени является разрушенным и нижне-волжская сланценовая свита в большинстве случаев налегает непосредственно на повсеместно развитый второй фосфоритовый горизонт.

В нормальных разрезах оба фосфоритовых горизонта отделены друг от друга прослоем серой мергелистой глины мощностью от 0,9 до 1,97 м. Что касается абс. отм. кровли фосфоритового горизонта, то последний затруднительно привязать к какой-либо определенной горизонтали подземного рельефа в силу общей дислоцированности коренных пород Савельевского района, о чем неоднократно упоминалось ранее.

В районе хутора 4-го Михайловского лишь одна буровая скважина (№ 17) в северо-восточной части участка была опущена до келловейско-оксфордского конгломерата. Последний отмечен на глубине 35,96 м (абс. отм. 28,920 м), под толщей нормально развитого нижне-волжского яруса; по данным скважины, мощность фосфоритового конгломерата всего лишь 0,04 м. Подстилающей фосфорит породой является песчаная глина, пройденная буровой скважиной на 4,0 м.

По продуктивности и условиям выработки практически пригодным к эксплуатации является главным образом фосфорит верхне-кимериджского возраста, тогда как фосфориты в оксфордских глинах самостоятельного практического значения не имеют и могут лишь разрабатываться попутно с верхним горизонтом. В пользу такой попутной добычи говорит небольшая мощность (не более 2 м) породы, разделяющей оба горизонта. Сведения о химическом составе описанных фосфоритов Савельевского района в литературе отсутствуют. Для этого фосфоритового горизонта на Общем Сырте А. Н. Розанов¹⁹ дает содержание P₂O₅, колеблющееся в пределах 15—21%. Рассчитывать на более высокое процентное содержание P₂O₅ в фосфоритах Савельевского района нет оснований. В отношении продуктивности фосслоя Общего Сырта принята средняя цифра 145 кг/м².

Наметить хотя бы ориентировочный учет запасов келловейско-оксфордских фосфоритов в Савельевском районе, при существующей степени разведанности, не представляется возможным.

Горно-технические условия для комбинированной разработки горючих сланцев и келловейско-оксфордских фосфоритов харак-

теризуются следующим образом: фосфоритовый конгломерат от 3-го горизонта сланцевой толщи отделен битуминозными глинами, причем расстояние от подошвы нижнего горизонта горючих сланцев до фосфоритового слоя колеблется в пределах от 3 до 6—7 м. По А. И. Бузику, нижний горизонт горючих сланцев Савельевского района не представляет практического интереса.

Вполне возможно, что одновременная добыча этого горизонта горючих сланцев и фосфоритов сделает хозяйственно более выгодной разработку нижнего горизонта. Затруднением при разработке может явиться водоносный горизонт, который проходит в основании глинисто-сланцевой толщи и потребует специального дренирования.

Вообще же до проведения подробных разведок на келловейско-оксфордские фосфориты Савельевского района утверждать рентабельность их добычи не представляется возможным.

Общие заключения и выводы

Резюмируя изложенное, приходим к следующим выводам:

1. Автор своей основной задачей поставил привлечение внимания к изучению верхне-юрских фосфоритов Саратовского Заволжья, сопутствующих в своем развитии горючим сланцам.

Очерк составлен по материалам геологических исследований без специальных разведок на фосфориты, в силу чего ряд выводов и является ориентировочным.

2. В Саратовском Заволжье отмечено четыре пункта выходов горючих сланцев: 1) главное сланцевое поле в верховье р. Камелика, 2) район с. Савельевки (водосбор р. Сакмы), 3) окрестности с. Орловки и 4) ж.-д. станция Озинки.

3. Характеристика одновременной добычи сланцев и фосфоритов дается для 1-го и 2-го пунктов, где проводилась промышленная разведка на горючие сланцы.

4. В сланцевых районах Заволжья проходят два фосфоритовых горизонта: первый (сверху)—верхне-волжско-валанджинский—залегает выше сланцевой толщи; второй—келловей-оксфорд-кимериджский—подстилает последнюю.

5. Камеликский район является наиболее обширным по площади распространения коренных пород, содержащих горючие сланцы и фосфориты.

6. Верхний фосфоритовый горизонт верхне-волжско-валанджинский на главном сланцевом поле подвергнут явлениям размыва, в силу чего не имеет сплошного распространения и констатирован лишь в верхнем отделе р. Солянки и р. Камелика.

7. Обычная мощность этого горизонта, установленная по естественным выходам, равняется 0,2—0,4 м.

8. Содержание P_2O_5 в фосфоритах водосбора р. Камелика и соседней р. Б. Глушицы колеблется от 19,6 до 25,9%, при 16,8—25% нерастворимого остатка.

9. Продуктивность верхне-волжско-валанджинского фосфоритового горизонта в водосборе р. Камелика не определялась: в смежных районах она оценивалась довольно низко, а именно—в 29—26,0 кг/м².

10. Выяснение запасов при существующих фактических данных не представляется возможным.

11. Исходя из тех показателей, которые имеются в настоящее время, а именно—малая продуктивность верхне-волжско-валанджинского фосфоритового горизонта, спорадическое развитие, отдаленность от сланцевой свиты,—мы приходим к мысли, что организация промышленной разведки этого фосфослоя в Камеликском районе в целом не представляет хозяйственного значения и лишь для некоторых участков, выявленных при горно-разведочных работах на сланцы, будет возможна постановка параллельной добычи горючих сланцев и верхне-волжско-валанджинских фосфоритов.

12. Большее практическое значение для водосбора р. Камелика имеет второй фосфоритовый горизонт—келловей-оксфорд-кимериджский, проходящий под сланцевой толщей.

13. Этот фосфоритовый горизонт в бассейне р. Камелика в области развития коренных пород имеет сплошное распространение, что подтверждается как данными гидрогеологической съемки, так и буровыми скважинами промышленной разведки в районе хутора Коцебу.

14. Мощность фосфоритового горизонта в районе хутора Коцебу оценивается в 0,15—0,6 м.

15. Пробных взвешиваний, в целях определения продуктивности слоя для водосбора р. Камелика, не производилось. Продуктивность в смежных районах оценивается 145 кг/м².

16. Фосфориты содержат 22,1% фосфорной кислоты и 21,2% растворимого остатка. В соседнем водосборе р. Б. Глушицы тот же горизонт по химическому составу является довольно ценным и содержит P_2O_5 —20—21% при 20—27% нерастворимого остатка.

17. Келловей-оксфорд-кимериджские фосфориты обычно отделены от горючих сланцев серой глиной мощностью от 0,2 до 6,0 м. Обстоятельство это создает неодинаковые условия для попутной добычи фосфоритов и горючих сланцев. Наиболее часто разделяющая порода достигает мощности 3—4 м и в более редких случаях менее метра.

18. Насколько рентабельна проходка этой пустой породы для разработки келловейско-оксфордского фосфорита, должны решить совместно экономисты и специалисты по горной технике.

Повсеместное распространение этого фосфоритового горизонта, постоянная мощность и довольно высокое процентное содержание фосфорной кислоты приводят все же к мысли о целесообразности параллельной добычи фосфоритов и горю-

чих сланцев с заложением специальных штолен для выработки фосфоритов.

19. В Савельевском районе, промышленно освоенном, фактический материал отличается большей полнотой.

20. В силу тектонических явлений, имеющих место в Савельевском районе, коренные породы и в частности сланцевая толща и фосфоритовые горизонты характеризуются островным залеганием среди более молодых отложений.

21. В Савельевском районе, так же как и в районе с. Коцебу, проходят два фосфоритовых горизонта—верхне-волжско-валанжинский и келловей-оксфорд-кимериджский.

22. Верхне-волжско-валанжинский фосфоритовый горизонт в районе промышленной разведки хутора 4-го Михайловского, согласно данным буровых скважин, развит лишь в центральной части на площади около 9,00 км²; по самой же северной и южной окраинам этот фосфоритовый горизонт разрушен.

23. Мощность фосфоритового горизонта, установленная по скважинам, в среднем равняется 0,27 м при максимуме 0,85 м, минимуме 0,1 м. Очевидно, в буровых журналах под именем фосфоритового конгломерата зачастую объединялся и песчаник с фосфоритизированными гнездами и желваками фосфоритов, что безусловно отражалось на показателях общей мощности фосфоритового слоя.

24. Продуктивность фосфоритового горизонта при геологических исследованиях 1928 г. определялась Н. М. Поповым и О. П. Горяиновой, но материалы в настоящий момент не опубликованы и в очерке не использованы.

По аналогии с фосфоритовым горизонтом района с. Орловки продуктивность верхне-волжско-валанжинского фосфоритового горизонта может быть ориентировочно оценена в 470 кг/м², что на площади в 9,0 км² составит возможные запасы 4 230 100 т.

25. Химическая оценка также установлена ориентировочно по аналогии с фосфоритовым горизонтом с. Орловки, где содержание фосфорной кислоты (P₂O₅) равно 21,55%, нерастворимого остатка—17,82%.

26. Кровля горючих сланцев и фосфориты верхне-волжско-валанжинского яруса разделены известково-мергелистой толщей мощностью 8,57—11,65 м (при среднем для 23 скважин 10 м).

Отдельные прослои известкового песчаника отличаются значительной твердостью, и, кроме того, к этой зоне приурочен водоносный горизонт,—обстоятельства, которые должны быть учтены при организации горно-технических разработок.

27. Ввиду значительной мощности, разделяющей фосфориты и горючие сланцы пустой породы, попутная разработка этих двух видов полезных ископаемых не представляется возможной и следует лишь говорить о параллельной разработке путем заложения специальных штолен, например, в северной части района на участках с уцелевшим фосфослоем; наиболее приемле-

мой является открытая разработка слоя в разнос, тогда как горючие сланцы здесь будут выработываться шахтами.

28. Что касается комбинированной разработки фосфоритов и горючих сланцев в южной части района, то здесь как для тех, так и других доминирующим типом будет шахтная разработка, с отходящими штреками по фосфоритовому горизонту и рабочим пластам сланцевой толщи.

29. На большей территории фосфослой, как перекрывающий сланцевую толщу, при закладке шахт неизбежно должен быть пройден.

30. Второй фосфоритовый горизонт Савельевского района—келловей-оксфорд-кимериджский—является весьма слабо изученным: впервые на этой территории он отмечен скважинами и шурфами, заложенными в 1928 г., из скважин же промышленной разведки лишь одна углубилась ниже названного фосфоритового горизонта.

31. Распространение келловей-оксфорд-кимериджского фосфоритового горизонта в Савельевском районе является, очевидно, повсеместным, но при существующей степени разведанности провести хотя бы ориентировочный учет запасов не представляется возможным.

32. Келловей-оксфордский фосфоритовый горизонт отделен от подошвы горючих сланцев глиной мощностью от 3 до 6—7 м. Нижний горизонт горючих сланцев не представляет самостоятельного практического интереса, возможно, что попутная добыча этого горизонта и фосфоритов приведет к более хозяйственно выгодной эксплуатации нижних горизонтов сланцевой толщи.

33. Данные о келловей-оксфорд-кимериджском фосфоритовом горизонте весьма недостаточны для определенного заключения о его практической рентабельности.

34. В качестве пожелания считаем совершенно необходимым отметить, что при проведении промышленной разведки на горючие сланцы совершенно необходимым является производство наблюдений и за фосфоритовыми горизонтами: а) доведение скважин до пород, подстилающих фосфоритовый конгломерат, б) заложение шурфов для отобрания фосфоритов для пробных взвешиваний в целях определения продуктивности и в) тщательный отбор образцов фосфоритов для химических анализов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский, А. Д. Очерк месторождения горючих сланцев в Евр. России. Нефт. и сланц. хоз. № 9—12, 1920.
2. Бакин, Н. А. Предварительный отчет о результатах детальной разведки 1931 г. на горючие сланцы в районе Общего Сырта близ х. Н. Коцебу. Н.-В. геолого-разв. трест. 1933.
3. Бузык, А. И. Отчет о детальной разведке месторождения горючих сланцев в районе с. Савельевки близ х. 4-го Михайловского, быв. Пугач. окр. НКВ. 1930.

4. Каменский, Г. Н. О выходах юрских отложений в южной части Общего Сырта. Изв. Г. К., т. XXVII, № 6, 1929.
5. Камышева, В. Г. Гидрогеологический очерк бассейна р. Б. Ир-гиза. Труды Научно-иссл. ин-та геологии СГУ, т. I, в. 1, 1936.
6. Камышева, В. Г. и Соловьева, О. А. Подробное гидрогеологическое описание бассейна р. Камелика. 1925, машинопись ПКМЭ.
7. Камышева - Елпатьевская, В. Г. и Соловьева, О. А. Геологический обзор и месторождения горючих сланцев бассейна р. Камелика и р. Б. Глушницы. Н.-В. общество краеведения, в. 35, т. 4, 1928.
8. Кром, И. И. Некоторые данные о нижне-и среднемеловых отложениях в районе южной части Общего Сырта. Вестник Г. К. т. III, № 3, 1928.
9. Кром, И. И. Геолого-поисковые работы на горючие сланцы в районе Озинки—Тшаир Н.-В. края. ОНТИ, 1932.
10. Можаровский, Б. А. и Камышева, В. Г. Выходы горючих сланцев Н.-В. округа в пределах 111-го листа 10-верстной карты Европ. части СССР. Издание Крайплана. 1930.
11. Можаровский, Б. А. Краткий обзор работ по гидрогеологическому обследованию Нижне-Волжской области за время с 1923 по 1926 г. Изв. Н.-В. краевед. ин-та, 1926.
12. Можаровский, Б. А. Гидрогеологический очерк бассейна р. Сакмы в связи с водоснабжением электроцентралей на Савельевских сланцах. Тр. Научно-иссл. ин-та геологии СГУ, т. I, в. 1, 1936.
13. Неуструев, А. С. и Прасолов, Л. А. Самарский уезд. Мат. для оценки земель Самарской губ. № 5, 1911.
14. Попов, Н. М. Геолого-развед. обл. месторождений горючих сланцев на площади Н. Поволжья в районе Общ. Сырта. ОНТИ, 1932.
15. Попов, Н. М. и Горяинова, О. П. Месторождение горючих сланцев в Савельевском районе Н.-В. края. ОНТИ, 1932.
16. Попов, Н. М. и Горяинова, О. П. Отчет о геолого-разведочном обследовании месторождений горючих сланцев в долине р. Сакмы в районе с. Савельевки Пугачев. округа. Рукопись.
17. Прасолов, Л. А. и Неуструев, С. С. Николаевский уезд. Материалы для оценки земель Сам. губ. Т. I, 1904.
18. Розанов, А. Н. Геологическое исследование залежей фосфоритов в Сызранском уезде Симб. губ. и в Николаевском у. Сам. губ. Тр. комиссии по исследованию фосфоритов. Т. 3, 1911.
19. Розанов, А. Н. Юрские и валанжинские фосфориты Сурско-Мокшинской области Среднего Поволжья и Общего Сырта. Г. К. 1927, Фосфориты СССР.
20. Розанов, А. Н. О распространении юрских горючих сланцев в Европейск. России. Изд. нефт. и сланц. к-та, № 6/7, 1919.
21. Розанов, А. Н. О возможности одновременной добычи горючих сланцев и фосфоритов в различных сланцевых районах Поволжья и Общего Сырта. Нефт. и сланц. хоз., № 1—4, 1921.
22. Розанов, А. Н. Горючие сланцы Европейской части СССР. Г. К. Мат. по общей и прикладной геологии, в. 73, 1927.
23. Розанов, А. Н. Месторождения горючих сланцев Заволжья и Общего Сырта как источник энергии для ирригационной системы. 1927—1928 (машинопись).
24. Шиндяпин, П. А. Геологический очерк района Озинок. Тр. Научно-иссл. ин-та геологии СГУ, т. I, в. 1, 1936.

1940.

ШАХТНЫЕ ВОДЫ САВЕЛЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

В. Н. Кузин

Введение

Давняя работа проводилась по заданию Научно-исследовательского института геологии СГУ. Работа предпринята с целью выяснения условий обводнения шахт №№ 1 и 2 Савельевского сланцевого рудника. Освещение этого вопроса имеет существенное значение как с точки зрения постановки наиболее рациональных мер борьбы с шахтными водами, так и в вопросе о возможности устройства искусственных водохранилищ в районе месторождения горючих сланцев для питания проектируемой ТЭЦ, а также в водоснабжении сланцевого рудника питьевой водой за счет грунтовых вод.

Методика исследования подземных вод в условиях шахтных выработок еще недостаточно разработана в гидрогеологической литературе, что значительно затрудняло предпринятое нами изучение. Питание, режим и циркуляция грунтовых вод в шахтных выработках зависит от многих факторов: условий залегания водоносных горизонтов, их взаимосвязи, роли искусственных выработок, климата местности и т. д. В целях выяснения вопроса об инфильтрации воды в шахты из существующих прудов, исследовано их ложе, а также естественная влажность отдельных слоев продуктивной свиты, химизм шахтных, грунтовых и открытых вод в районе месторождения. Особое внимание было уделено исследованию физико-механических и водных свойств пород как покровных, так и коренных отложений.

Сложность вопроса, отсутствие стационарных наблюдений не позволили полностью разрешить поставленную задачу; тем не менее, полученные материалы исследований могут оказаться полезными при дальнейшем изучении шахтных вод и выборе мер борьбы с ними.

При составлении настоящего очерка, кроме исследований автора, были использованы материалы геологических разведок геолога П. Ф. Вечканова, работающего по выявлению запасов горючих сланцев в этом районе, и инженера-гидрогеолога Б. А. Нехаева — „Гидрогеологическая характеристика Савельевского месторождения горючих сланцев“.

Савельевское месторождение горючих сланцев расположено в заволжской части Саратовской области между р. Сакмой и

р. Толстовкой, левыми притоками р. Иргиза. Ближайшим населенным пунктом до места разработок горючих сланцев является с. Савельевка. В настоящий момент на месте разработок возник целый городок—Горный. Он расположен в 18 км на запад от ст. Рукополь РУЖД, с которой соединен местной ж.-д. веткой. Географические координаты месторождения следующие: 48°30' по 48°45' восточной долготы и 51°40' по 51°50' северной широты. Общая геологически обследованная площадь месторождения составила около 128 кв. км, на которой обнаружены горючие сланцы на площади около 87 кв. км от р. Сакмы до р. Толстовки, с общим запасом около полмиллиарда тонн, из которых 39% составляют сланцы с высокой теплотворной способностью свыше 1700 калорий и остальные с низкой от 1000 до 1700 калорий.

Орогидрография

Рельеф. По рельефу район месторождения горючих сланцев представляет полого-увалистую степную равнину. Равнина изрезана незначительными лощинами и долами. Южная часть ее более возвышена и достигает абс. отметки 132 м, к северу, западу и востоку от этой повышенной части к примыкающим рекам наблюдаются понижения рельефа, достигающие абс. отметки 35 м. Таким образом амплитуда колебания высот достигает 100 м, уклон варьирует от 0,04 до 0,05. Общий уклон направлен к р. Б. Иргизу. Пологость склонов, их задернованность и отсутствие естественных обнажений, за исключением каньонной части рек, являются характерной чертой исследуемой местности.

Климат. Климат района с. Савельевки, как и всего Нижнего Заволжья, засушлив. Ландшафт полупустынный. Среднее годовое количество осадков, по данным соседних Пугачевской и Ершовской метеорологических станций, между которыми расположен исследуемый участок, следующее (с 1891 по 1937 г.):

	С IV по XI	С XII по III	Ср. годовое, в мм
Пугачевская станция	226	72	298
Ершовская станция	258	86	344
Среднее	242	79	321

При среднем годовом количестве осадков 321 мм, за теплый период их выпадает 242 мм, за холодный период—79 мм. Максимальная мощность снежного покрова достигает 30 см. Из этих данных видно, что только очень небольшая часть всех осадков проникает в почву и идет на питание водоносных горизонтов.

Другой особенностью климата Н. Заволжья является резко выраженная его континентальность. Зимой, в январе, проходят изотермы, по данным вышеприведенных станций—12,9°С, и зима носит здесь сибирский характер. Летом Прикаспийская низменность является полюсом тепла всей Европы, с июньскими изотермами 22,6—22,9°С, в среднем 22,75°С, малой облачностью и интенсивной солнечной радиацией.

Температура и количество осадков по отдельным месяцам распределяются, в среднем с 1891 г. по 1932 г., следующим образом:

Месяцы Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
	Осадки, в мм												
Пугачевская	19	14	15	18	36	25	29	27	25	32	34	24	298
Ершовская	20	19	21	23	31	28	31	34	36	44	31	20	344
Среднее	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	321
Температура													
Пугачевская	12,9	-12,5	-3,5	5,2	14,1	19,8	22,6	20,5	18,4	5,4	-2,4	-10,1	4,8°
Ершовская	12,9	-12,5	-6,7	5,3	15,1	19,9	22,9	20,5	18,8	5,3	-2,5	-9,8	4,9°
Среднее	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,85°

Суточные колебания температуры довольно значительные: минимум и максимум отклоняются от приведенных выше средних суточных температур зимой на 4° и летом на 7°—8°.

Крайние температуры воздуха, наблюдавшиеся в Заволжье, были следующие: абс. максимум достигал 41°, абс. минимум—40°.

Зима устойчива, оттепели редки. В результате суровой зимы и маломощного, сравнительно тонкого снежного покрова почва промерзает на значительную глубину от 1 до 1,5 м. Глубокое промерзание почвы зимой способствует более полному скату талых вод в весенний период, модуль стока для р. Толстовки, по данным Гидрометбюро НВП, равен 0,3.

Направление ветров преобладает юго-западное. Скорость ветра значительная—в среднем за год равна 4 м/сек.

Абсолютное содержание водяных паров в воздухе в Заволжье такое же, как и в Ленинграде, но температуры летом так высоки, что пары здесь слишком удалены от состояния насыщения. Это обуславливает сухость воздуха. Относительная средне-

суточная влажность в процентах (А) и дефицит влажности в миллиметрах (В) видны из следующих данных по ст. М. Узень:

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
А	87	87	87	72	56	54	49	55	60	74	87	90	71
В	0,1	0,1	0,4	2,9	7,2	10,2	12,8	10,6	6,1	2,5	0,5	0,1	

Предельным суточным максимумом осадков для Заволжья следует считать 90 мм. Наибольшее количество осадков за один ливень около 50 мм. Исключительная интенсивность ливня, наблюдавшаяся в Заволжье, составляет 2,2 мм в минуту и наибольшая 1,4 мм в минуту.

Водораздел между реками Узеньями и р. Б. Иргизом характеризуется изотермами полного испарения с открытых водоемов в 800 мм и диффузионного с малых открытых водоемов, защищенных от ветра, — 500 мм.

Полное испарение распределяется по месяцам для Ершовской станции следующим образом (в мм):

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
51	138	191	234	191	106	50

Гидрография

Сланцевый район с. Савельевки орошается р.р. Сакмой и Толстовкой. Обе эти реки впадают в р. Б. Иргиз и имеют направление течений с юга на север. Русла этих рек шириной 20—40 м извилистые, постоянного течения вод не имеют и разбиты на отдельные замкнутые плессы с незначительным количеством воды, что типично для степных рек Заволжья. Течение воды в реках наблюдается лишь в кратковременный период весеннего снеготаяния. Глубина каньонов достигает 7—8 м, уклоны русел до 0,00008. В целях ирригации, а также водоснабжения промышленных центров, на этих реках построены водосдерживающие плотины и созданы довольно обширные водохранилища, к числу которых можно отнести Толстовское водохранилище у ст. Рукополь, возведенное в 1935 г., Савельевское у сланцевого рудника. Емкость последнего достигает 1 млн. м³ воды.

Кроме указанных выше, сравнительно крупных водохранилищ, на участке существует еще несколько небольших прудиков. В летнее время пруды сильно мелеют, и минерализация вод в них повышается. О понижении уровня вод в прудах можно судить по пруду, расположенному у хутора Михайловского, 4-ая тысяча. Он имеет урез воды на абс. отметке 67,5 м, площадь зеркала 7,5 га, понижение уровня воды в нем за 3 месяца, август—октябрь 1938 г., произошло главным образом за счет испарения и равно 0,4 м.

В поперечном профиле речных долин можно проследить несколько террас. Первая из них, пойменная терраса, возвышается на 2—4 м над руслом реки, сложена преимущественно глинистыми современными аллювизальными отложениями. Вторая терраса, неовюрмская, или первая надпойменная, сохранилась лишь местами, возвышается она на 5—7 м над руслом, сложена обычно желтовато-бурыми суглинками. Далее отчетливо прослеживается, особенно в нижних частях рек, вюрмская терраса. Она образовалась при ингрессии в долину р. Сакмы (Хвалынского моря). Возвышается эта терраса на 7—12 м над руслом (на абс. отм. 30—35 м). В районе шахт эта терраса не развита, а замещена абразионной террасой с абс. отм. 35—50 м, выше которой располагаются рисская (50—70 м) и миндельская (70—138 м) террасы. Последние террасы сложены на водоразделах сырцовыми глинами, а в нижних частях склонов — дериватами сырцовых глин, представляющих довольно надежный чехол для инфильтрации поверхностных и атмосферных вод, и таким образом питание водоносных горизонтов затруднено.

Из других элементов гидрографической сети необходимо отметить о доле Каменном, который проходит в западной части месторождения, с северо-востока на юго-запад. В верхних он сечет известково-мергелистую толщу, в нижней части проходит через позднейшие осадки акчагыла; огибая приподнятую часть сланцев у шахты № 2, и впадает в р. Сакму. Русло его в верхней и средней части сухое, даже в весенний период после снеготаяния в нем не наблюдается стока вод. Это объясняется трещиноватостью известняково-мергелистой толщи, благодаря чему все атмосферные воды поглощаются и идут на питание водоносного горизонта известково-мергелистой толщи.

Сама ориентировка этого дола, обратная направлению течения р. Сакмы, говорит о влиянии тектоники на образование этого дола, который преимущественно проходит вкостр простирающейся продуктивной свиты. В пределах шахты № 2 этот дол используется для сброса откачиваемых вод из шахты, которые стекают в р. Сакму в виде небольшого ручейка. О дебите этого ручейка будет сообщено ниже.

Геологическое строение

О геологическом строении исследуемого района имеются в литературе краткие указания в работах А. Н. Розанова⁸, С. С. Неуструева и Л. Прасолова⁹. К более поздним исследованиям относятся работы Н. М. Попова и О. П. Горяиновой в 1928 г.¹⁰ и П. Ф. Вечканова в 1931—1938 гг.¹, а также проф. Б. А. Можаровского в 1933 г.^{2,7} и В. Н. Кузина в 1935 г.⁸. Породы представлены комплексом морских осадков от лагунных до прибрежных и континентальных. Выход на дневную поверхность коренных отложений наблюдается в очень ограниченных участках, на правом берегу

р. Сакмы у сланцевого рудника обнажаются сланценосная свита и известково-мергелистая толща верхней юры; последняя выходит на дневную поверхность в долине Каменном. На остальной площади верхне-юрские осадки покрыты более молодыми отложениями, ниже-меловыми, акчагыльскими и четвертичными.

Наибольшую площадь занимают четвертичные и акчагыльские песчано-глинистые отложения—до 90%, ниже-меловые плотные глины—до 6,5%, развиты они главным образом в центральной части. Верхне-юрские известняки и мергеля занимают площадь до 3%, горючие сланцы и битуминозные глины—0,1% и фосфориты верхне-волжского яруса—0,35%.

Геолого-стратиграфический разрез месторождения следующий (см. геологический профиль, рис. 1).

Возраст	Литологический состав (сверху вниз)	Мощность в м максималь- ная
Q	Почвенный слой	1
	Суглинки и глины тяжелые и легкие карбонатные желтобурые	10,00
N ₂ ^{srt}	Глины желтобурые, коричневые с известковыми включениями	38,0
N ₂ ^{ak}	Пески кварцевые, мелкозернистые, глинистые, в верхней части и в нижней зеленовато-серые глины	113,0
Cr ₁	Глины темносерые, плотные, с тонкими прослойками пылеватого кварцевого песка с конкрециями сидерита	118,47
J ₃ ^{vlg₂}	Песок кварцевый глаукоцитовый, разнозернистый, с крупными желваками фосфорита	5
J ₃ ^{vgl₁}	Известняки твердые, серые песчаные, чередующиеся с рыхлыми мергелями и мергелистыми глинами	5
"	Пласты горючего сланца, переслаивающиеся с битуминозными и мергелистыми глинами	15,35
J ₄ ^{km oxl}	Глины мергелистые песчаные, светлосерые, с рассеянными мелкими желвачками фосфорита, с беловатой известковой поверхностью	9,75
	Фосфоритовый конгломерат	0,3
J ₃ ^{Cl}	Глины мергелистые светлосерые, с мелкими конкрециями пирита	85

Верхне-юрские отложения

А. Келловей. Наиболее древними образованиями, вскрытыми разведочными выработками, являются пепельно-серые, слегка слюдястые мергелистые глины с конкрециями пирита с непостоянной мощностью от 27 до 85 м. В верхней части в глинах встречаются рассеянные фосфоритовые желвачки округлой формы с диаметром до 2 см, в центральной части—темные, к периферии—светлые известковистые. По встречаемой фауне—

Perisphinctes Fisch., *Gryphea* sp., *Nucula* sp.—эти отложения относятся к верхней юре келловейского яруса.

Б. Кимеридж-оксфордские образования. Над мергелистыми келловейскими глинами залегает фосфоритовый конгломерат мощностью 0,1—0,3 м, состоящий из скопления обломков черного фосфорита. В зеленовато-серых мергелистых глинах с фосфоритами встречена фауна *Cardioceras cardatum* Sow., *Cardioceras* sp., *Perisphinctes* sp., *Peltoceras bideus* Woog., *Peltoceras constanti*, *Gryphea diletata* Sow., *Nucula* sp., *Ostrea* sp., *Belemnites* sp. Фауна фосфоритового конгломерата относится как к кимериджскому, так и к оксфордскому ярусам. Келловейские и кимеридж-оксфордские отложения в гидрогеологическом отношении мало изучены и считаются не водоносными¹.

В. Нижне-волжский ярус. Выше залегают отложения ниже-волжского яруса. Литологически они выражены внизу глинисто-сланцевой и сверху известково-мергелистой свитой. В основании глинисто-сланцевой толщи залегают серые мергелистые глины с редкими включениями фосфорита с белесоватой поверхностью. Среди этих глин местами встречаются небольшие прослои и линзы битуминозных глин и горючего сланца. Средняя мощность глин около 4 м. Над ними залегают прослой горючего сланца, чередующиеся с прослоями битуминозных и мергелистых глин. Общая мощность глинисто-сланцевой свиты в среднем равна 13—14 м. По встреченной фауне она относится к зоне *Perisphinctes panderi* ниже-волжского яруса.

Строение сланцевой глинистой толщи видно из следующей расчистки, произведенной в стенке заброшенного карьера открытой разработки горючего сланца на правом берегу р. Сакмы, у шахты № 1. Расчистка затем была использована для проведения опытов на фильтрацию по способу Болдырева.

1. Q ₂ ^d . Суглинок легкий бурый, пористый, с известковыми включениями	0—0,5 м
2. Q ₂ ^d . Супесь тяжелая, бурая слюдястая с тонкими прослоями темнозеленой глины, с пятнами окиси железа и известковистыми включениями	0,5—1,8 м
3. Q ₃ ^{chw} . Мергелистая глина с прослойками суглинка и шоколадной глины 1—4 см, мощностью	1,8—2,2 м
4. Q ₃ ^{chw} . Супесь светлокорицевая, рыхлая, с линзами светло-серого песка в нижней части	2,2—2,47 м
5. J ₂ . Глина темносерая, битуминозная, с включениями горючего сланца (опытный зумпф № 1)	2,47—2,77 м
6. J ₂ . Горючий сланец, сильно выветривший, светлосерого, белесого цвета, рыхлый, тонкослоистый, трещиноватый, смятый	2,77—3,77 м
7. J ₂ . Зеленовато-серая мергелистая глина, плотная, комковатая, влажная (опытный зумпф № 2)	3,27—3,67 м
8. J ₂ . Глина черная, битуминозная, плотная, слоистая, с двумя прослоями бурого горючего сланца, мощностью 0,3 и 0,25 м (опытный зумпф № 3)	3,67—4,77 м
9. J ₂ . Зеленовато-серая плотная глина, влажная (опытный зумпф № 4)	4,77—6,32 м

10. J ₃ . Глина темносерая, битуминозная, плотная	6,32—6,52 м
11. J ₃ . Горючий сланец темносерый, с фауной (опытный зумпф № 5)	6,52—6,77 м
12. J ₃ . Глина темносерая, зеленоватая, жирная, плотная	6,77—7,07 м
13. J ₃ . Горючий сланец темносерый, сильно трещиноватый, «разборный», с фауной (опытный зумпф № 6)	7,07—7,30 м
14. J ₃ . Глина темносерая битуминозная	7,3—7,65 м
15. J ₃ . Горючий сланец с юрской фауной	7,65—8,55 м
16. J ₃ . Глина серая слабобитуминозная, жирная (опытный зумпф № 7)	8,55—9,58 м
17. J ₃ . Горючий сланец битуминозный, слоистый, с фауной (опытный зумпф № 8)	9,58—9,88 м
18. Глина черная битуминозная, жирная	9,80—10,18 м
19. Горючий сланец слоистый, сильно трещиноватый (опытный зумпф № 9)	10,18—10,58 м
20. Глина темносерая, плотная, влажная, с двумя прослойками горючего сланца в 5 и 6 см мощности	10,58—11,38 м

Всего насчитывается более или менее стратиграфически выдержанных 6 пластов горючего сланца; мощность отдельных пластов от 0,2—0,7 до 1,4 м. Наибольшую ценность представляют 4-й и 5-й пласты, которые и разрабатываются. Сланцы представляют морские сапропелиты с обильными остатками морской фауны (аммониты) и небольшим количеством представителей пресноводной наземной фауны. По мнению Залеского ¹¹, материалом для образования органического вещества горючих сланцев послужили главным образом водоросли, а затем животные организмы (аммониты, пеллециподы и *Orbiculoidea maeotis*).

Разрезы обнажений по берегам р. Сакмы указывают на появление мергелей и битуминозных глин на одном и том же уровне.

Глинисто-сланцевая толща дислоцирована, пласты образуют куполовидное поднятие, осложненное сбросами и синклинальными прогибами, с погружением осей на юго-восток и падением пластов под углом до 15°.

Глинисто-сланцевая свита покрывается сверху известково-мергелистой толщей, состоящей из пластов твердых серых трещиноватых слабо песчаных известняков и серых плотных песчаных мергелей и рыхлых мергелистых глин. Средняя мощность этой толщи около 14 м; относится она к зоне *Virgatites virgatus* нижне-волжского яруса.

В этом горизонте встречается фауна: *Nucula* sp., *Astarte* sp., *Turbo* sp., *Pelicipoda*, иглы *Cidaris*, *Virgatites scythicus* Fisch., *Perisphinctes* sp., *Orbiculoidea maeotis* Ei. hw., *Aucella striato rugosa* Pavl., *Belemnites abcolutus* Fisch., *Belemnites magnificus*.

Известково-мергелистая толща на дневную поверхность выходит в Каменном доле. Известняки этой толщи разрабатываются и идут для строительных целей.

Г. Верхне-волжско-валанджинский горизонт. Нижне-волжские пласты перекрываются кварцевым и глауконитовым среднезернистым песком и фосфоритовым конгломератом;

последний состоит из крупных желваков темносерого песчанистого фосфорита. Фауны в этом прослое не обнаружено, стратиграфически его можно отнести к ниже-волжско-валанджинскому горизонту. Местами конгломерат замещается фосфоритизированным песчанником мощностью 5—10 см, реже — песком. Общая мощность горизонта варьирует от 0,04 до 4,95 м, в среднем 0,66 м, в том числе фосфоритового конгломерата около 0,15 м. В северо-западной части фосфоритовый прослой находится непосредственно под почвенным покровом, на остальной же площади он перекрывается ниже-меловыми глинами иногда значительной мощности.

Нижне-меловые отложения

По направлению к юго-востоку известково-мергелистая толща вместе с верхне-волжско-валанджинским фосфоритовым прослоем испытывает погружение и перекрывается ниже-меловыми серыми и темносерыми плотными, слегка слюдистыми глинами. Глины содержат кристаллы и сростки гипса, конкреции пирита и карваеобразные септарии диаметром 30—40 см. Местами глины опесчаниваются и содержат тонкие прослои пылеватого кварцево-глауконитового песка. В восточной части месторождения, в ниже-меловых глинах, встречен зеленовато-серый известковистый песчанник мощностью 0,6 м, известняк оолитовый пылевато-серый—0,22 м и битуминозный глинистый сланец мощностью до 15,79 м. В последнем обнаружена фауна, определенная Д. И. Иловайским: *Deshausites Consobrinoides* (вид, близкий *Deshaysites Deshayesi* Zum.), *Odolphia (Opellia)*, *Aucyloceras* sp. Фауна указывает на аптский возраст этих пород. Битуминозные глинистые сланцы расположены в зоне глубоких тектонических депрессий, на остальной же площади они не встречены; видимо, они смыты при позднейших трансгрессиях до и во время акчагыла и сохранились лишь самые нижние слои ниже-меловых отложений — осадки барремского яруса, которые пластуются здесь непосредственно на верхне-волжско-валанджинских отложениях. Мощность ниже-меловых глин достигает 118,0 м и больше.

П. Ф. Вечканов отмечает, что ниже-меловые отложения с верхне-юрскими залегают согласно (рис. 1). Выше они перекрываются третичными акчагыльскими отложениями, которые развиты в северо-западной и юго-восточной части и залегают, как указывает проф. Б. А. Морозовский, трансгрессивно и несогласно с более древними отложениями, сглаживая неровности древнего рельефа, и далеко заходят на высоты Сакма-Узенского водораздела

Верхне-третичные отложения—акчагыльский ярус

Акчагыльские отложения представлены в нижней части серыми и зеленовато-серыми жирными глинами, иногда с прослойками мелкозернистого кварцевого песка, с мелкими кристал-

лами гипса и конкрециями пирита. В основании глин часто встречается галечник, состоящий из обломков горючего сланца, известняка юрских и меловых пород. В глинах найдена фауна мактра, кардиум и др. Глины обычно карбонатны и реагируют с соляной кислотой.

В верхней части акчагыльские отложения выражены кварцевыми мелкозернистыми слюдястыми и глинистыми серыми и желто-бурыми песками. Вверху пески переслаиваются с сильно песчаными желто-бурыми и серыми глинами. Местами пески сильно окрашены окисью железа и образуют небольшие линзы ожелезненного рыхлого песчаника. Наибольшая разведанная мощность акчагыльских отложений—113,23 м наблюдается в восточной части (Корнеевский участок) и в западной части (левый берег р. Сакмы).

Песчаные осадки акчагыла кверху постепенно замещаются сырцовыми желто-бурыми, коричневыми глинами, с кристаллами гипса, известковистыми включениями в виде журавчиков. Местами в глинах наблюдаются слоистость и наличие тонких прослоев тонкозернистого глинистого песка. Наибольшая мощность сырцовых глин прослеживается на водоразделе в юго-восточной части участка и достигает 38,5 м. По направлению к речным долинам мощность их уменьшается, и они замещаются здесь отложениями террас более позднего—четвертичного времени.

Четвертичные отложения

Четвертичные образования покрывают сплошным чехлом все нижележащие более древние отложения. В зависимости от геоморфологических условий они разделяются на дериваты сырцовых глин, каспийские осадки, современные и древние аллювиальные и делювиальные накопления.

Дериваты сырцовых глин слагают верхние части предводораздельных склонов и состоят из желто-бурых глин, обогащенных солями. Они образовались за счет разрушения сырцовых глин делювиальным процессом. Мощность их незначительна и достигает 5—10 м.

Каспийские осадки, выполняя древние обширные долины рек, в нижней части представлены мелкозернистыми кварцевыми песками и зеленовато-серыми глинами хозарского яруса. Последние перекрываются лессовидными бурими суглинками—ательский ярус и коричневыми, шоколадными глинами—хвалынский ярус, с прослойками пылеватого песка и супесей. Общая мощность каспийских осадков достигает 10—15 м. Покровные делювиальные и аллювиальные суглинки имеют обычно небольшую мощность в несколько метров.

Тектоника района

Верхне-юрские и нижне-меловые отложения залегают согласно, из своего первоначального горизонтального положения они

выведены в конце мезозоя и в начале кайнозоя, в период появления лярмийской складчатости. По характеру залегания они образуют собой как бы пологое крыло антиклинали с СВ простиранием и падением на ЮВ с углом падения до 5°. Крылья осложнены сбросами, синклиналиными прогибами, отчего центральная часть приобрела характер куполовидного поднятия. Наличие соляной тектоники не исключается.

Один из синклиналиных прогибов находится в юго-западной части участка и проходит между шахтой № 1 и 2 (скв. № 14* и 10*) с осью погружения по направлению на ЮВ, между шахтами он образует брахисинклиналь, другой прогиб расположен на северо-западе (Соловьевский участок), ось его направлена в том же направлении, что и у первого погружения. Неровности брахисинклиналиных изгибов выполнены осадками акчагыла. Образовавшееся куполовидное поднятие в районе шахты № 2 осложнено ступенчатыми сбросами, обнаруженными шахтными выработками, с амплитудой смещения в несколько метров, сбросы проходят вкрест падения слоев. Трещины сбросов заполнены кристаллами кальцита и пиритом. Ширина трещин обычно 2—5 см, но достигает и 20—30 см. Трещины часто выполнены обломками сланцев и глин.

В западной части верхне-юрские и нижне-меловые отложения испытывают резкое погружение. Скважины, заложенные на левом берегу р. Сакмы, глубиной до 100 м, не вышли из неогеновых отложений.

По направлению к северу, в 20—25 км от сланцееработок, на правом берегу р. Б. Иргиза выходят на дневную поверхность наиболее древние породы известково-доломитовой толщи верхнего и среднего карбона, которые составляют так называемый палеозойский вал Заволжья с СВ простиранием. В промежуток между выходами известняков карбона и верхне-юрскими отложениями Савельевского месторождения, в 10 км от шахты № 1, на глубине 20—25 м от поверхности земли встречена при бурении² пестроцветная глинисто-песчаная толща, возможно, пермотриаса, с наличием сильно засоленных грунтовых вод (хлора до 10000 мг в литре). Таким образом участок, располагаясь на периферии Каспийской впадины, отражает собой ее погружение, осложненное прогибами юго-восточного направления.

В период акчагыльской трансгрессии подвергаются абразии все более древние отложения и происходит большое накопление осадков, с образованием по уходе моря широких древних долин, на фоне которых уже в четвертичное время при трансгрессии Каспийского моря образовались террасовые накопления.

Подземные воды

Несмотря на значительное количество разведочных выработок, заложенных в связи с определением запасов горючих сланцев Савельевского месторождения с 1923 по 1938 гг., исчерпы-

вающих данных о водоносности этого района не имеется, так как при разведке не придавалось должного значения грунтовым водам; отдельные водоносные горизонты не изолировались друг от друга. Все это создает значительные трудности в характеристике грунтовых вод исследуемого района.

Подземные воды встречены в ниже-волжских отложениях — в продуктовой свите и в известково-мергелистой толще, затем в ниже-меловых, акчагыльских и четвертичных отложениях. Подстилающие сланцевую свиту мергелистые глины келовез считаются практически безводными.

По условиям питания подземные воды относятся к водам вадозным, образование и накопление которых связано с инфильтрацией атмосферных осадков и вод открытых водоемов.

Распространение отдельных водоносных горизонтов иллюстрируется прилагаемой гидрогеологической картой (рис. 2).

В приподнятой северной и северо-восточной части верхнеюрские осадки лишены грунтовых вод, последние появляются к югу и юго-западу по мере погружения известково-мергелистой и глинисто-сланцевой свиты.

Наиболее широко распространен водоносный горизонт в акчагыльских образованиях.

Грунтовые воды четвертичных образований приурочены главным образом к долинам рек, в то время как водораздельные повышения, сложенные сырцовыми глинами, являются безводными.

Водоносные горизонты сланцевой толщи

Горючие сланцы, вследствие своей трещиноватости, являются удобными для скопления и циркуляции грунтовых вод; последние приурочены преимущественно ко второму и пятому пласту горючего сланца. Грунтовые воды в сланцах обнаруживаются как при разведочных работах, так и при добыче сланцев в горных выработках, по своему характеру они являются трещинными водами.

По своему направлению различаются трещины вертикальные или близкие им и горизонтальные (по отдельностям). Наибольшее значение в отношении циркуляции грунтовых вод имеют вертикальные трещины и близкие к вертикальным, по ним в шахты поступает основная масса воды. Ширина открытых трещин достигает 1,5—2 см. Какой-либо закономерности в расположении трещин не установлено. Дебит отдельных струек по трещинам достигал до 0,25 л/сек. (шахта № 2).

Грунтовые воды этого горизонта отличаются незначительным дебитом и высокой минерализацией. В приподнятом крыле складки на северо-западе сланцы лишены грунтовых вод, последние появляются к юго-востоку при погружении сланцевой свиты на абс. отметке ниже 49 м. Уровень грунтовых вод многими разведочными выработками 1931—1932 гг. зафиксирован на абс. от-

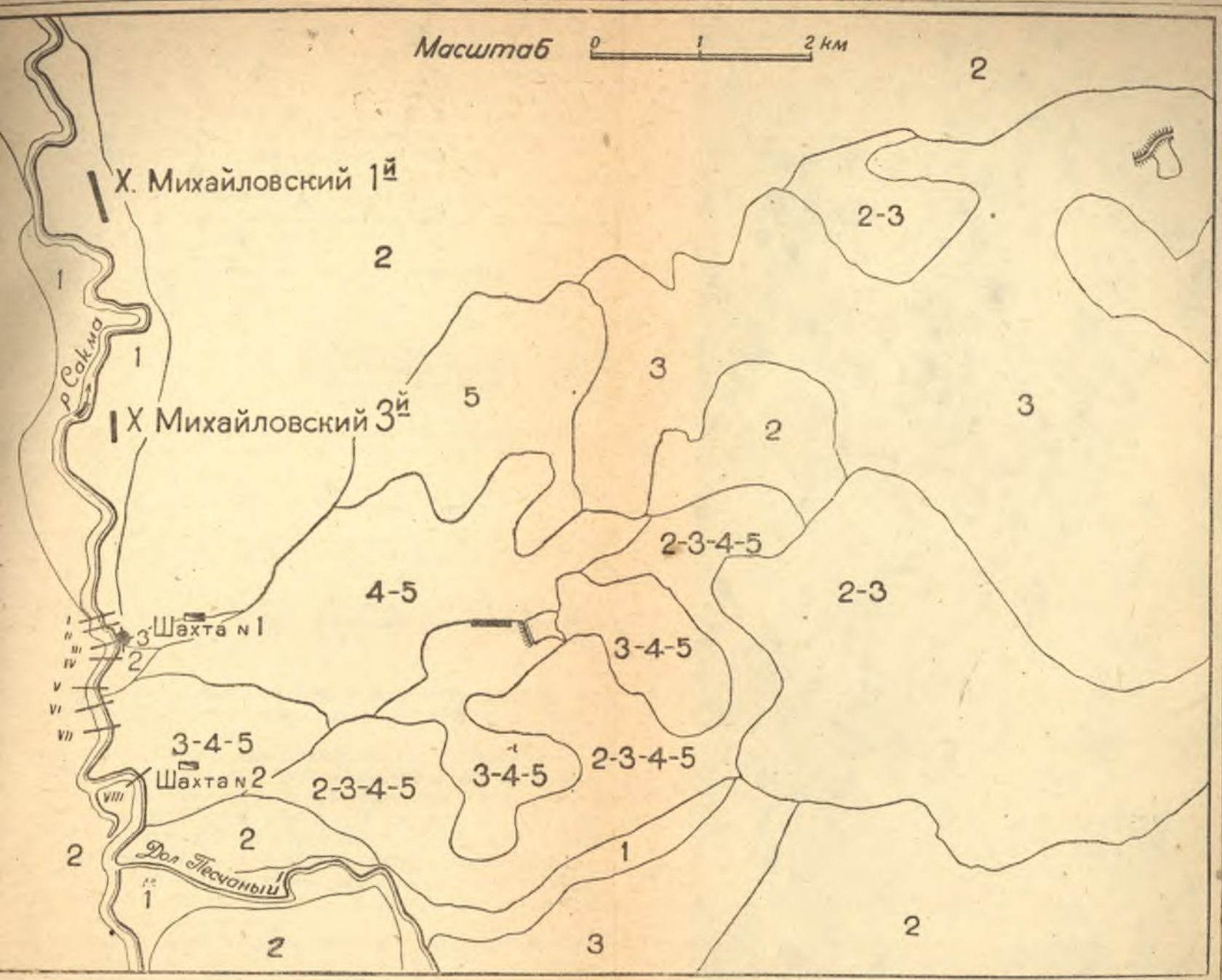


Рис. 2.

Гидрогеологическая карта Савельевского месторождения горючих сланцев. Масштаб 1:50 000. Условные знаки: 1— Q_{1+2}^{al} . Грунтовые воды современного и древнего аллювия. 2— N_2^{ak} . Акчагыльский водоносный горизонт. 3— Cr_1^{apI} . Нижнемеловой (аптский) водоносный горизонт. 4— 1_3^{VIgI} . Водоносный горизонт известково-мергелистой толщи ниже-волжского яруса верхней юры. 5— 1_9^{VIgI} . Водоносный горизонт сланцевой толщи

метках 50,8—42,57 м, при глубине от поверхности земли от 8 до 24 м, с дебитом от 0,04 до 7 л/сек. Причем грунтовые воды сланцевой свиты не изолировались от подтока из вышележащих водоносных горизонтов, в первую очередь известково-мергелистой толщи, поэтому приведенный дебит необходимо рассматривать как суммарный приток нескольких водоносных горизонтов. Замеры уровня грунтовых вод производились в разное время года по мере проходки разведочных выработок.

Ниже приводятся данные о дебите водоносного горизонта сланцевой свиты по материалам разведки 1930—1933 гг.

№ скв. и шурфа	Дата наблюдения	Абс. отметки устья забоя	Устан. уровень подзем. вод от поверх.		Примечание
			абс. отм.		
Ш. 16.	1931 г.	61,22 19,30	15,30 45,92		Вода появилась на глубине 15,30 м в известняке. Приток в 3-м пласте сланца до 10 м ³ в час и в 4-м до 20—25 м ³ в час.
Ш. 14.	1930 г.	60,20 13,42	11,50 48,70		Появление воды на глубине 13,4 м в 1-м пласте горюч. сланца.
Ш. 1.	1930 г.	59,71 17,92	17,20 42,51		Появление воды на глубине 17,85 м в 4-м пласте горюч. сланца.
Скв. 42.	1930 г.	60,46 20,60	13,75 46,71		Появление воды на глубине 13,75 м во 2-м пласте сланца дебит 0,6—0,7 м ³ в час.
Скв. 38.	1930 г.	62,45 22,75	16,30 46,15		Появление воды на глубине 18,2 м в 5-м пласте сланца дебит 0,6—0,75 м ³ в час.

Более надежные данные получены при специальных гидрогеологических исследованиях инж.-гидрогеолога НВГУ Б. А. Нехаева.

Откачка из скв. № 11, заложенной на 3-м шахтном поле в ноябре 1938 г., показала дебит 0,24 л/сек. при понижении уровня на 0,8 м и при понижении на 4,1—0,84 л/сек. Статический уровень грунтовых вод был на глубине 18,3 м (абс. отм. 46,56 м). При первом понижении была опробована водоносность 1-го и 2-го, при втором—1-го и 4-го пластов горючего сланца. Депрессионная воронка при откачке наблюдалась на расстоянии 214 м (шурф № 16) и достигла при втором понижении за 1-й час откачки 0,12 м, а за 2-й час—0,2 м.

Удельный дебит равен 0,2 л/сек. Исходя из размеров депрессионной воронки и количества откаченной воды, можно установить, что модуль трещиноватости равен 0,02.

Грунтовые воды сланцевой свиты отличаются повышенной минерализацией: плотный остаток от 3000 до 6000 мг на литр, хлора от 500 до 1500 мг, SO_4 от 500 до 2700 мг, HCO_3 от 150 до 500 мг и общая жесткость от 50 до 100 немецких градусов. Высокая минерализация грунтовых вод сланцевой свиты резко отличает их от пресных подземных вод вышележащей известково-мергелистой толщи.

Водоносный горизонт известково-мергелистой толщи

Известково-мергелистая толща отличается значительной трещиноватостью, трещины, в большинстве случаев, проходят под углом 45—70°, что позволяет свободно циркулировать грунтовыми водами, а также поглощать атмосферные и поверхностные воды в местах выхода трещиноватых известняков на дневную поверхность. От нижележащего водоносного горизонта она отделяется небольшим прослоем водоупорных битуминозных и мергелистых глин, мощностью 0,6—1,5 м и более, что при тектонических нарушениях, трещинах, не исключает возможности подпитывания за счет его и нижележащего слабого водоносного горизонта сланцев; последнее может происходить и в искусственных выработках—через кровлю обрушения.

Район распространения водоносного горизонта известково-мергелистой толщи, примерно, тот же, что и нижележащего водоносного горизонта горючих сланцев. Грунтовые воды этого водоносного горизонта отличаются значительным дебитом, они пресные и используются на сланцевом руднике как единственный источник питьевых вод. На поверхность эти воды выступают на правом берегу р. Сакмы у шахты № 1 и в доли Каменном. Уровень грунтовых вод этого горизонта находится на абс. отметке от 44,4 до 52,62 м (по данным 1930—1938 гг.); в среднем 46—47 м. По направлению падения пласта воды приобретают некоторый напор—до 2 м. Дебит колеблется от 0,4 до 7 л/сек.

Ниже приводятся данные о дебите известково-мергелистого водоносного горизонта по материалам разведки 1930—1933 гг. (стр. 39).

Пробные откачки из шурфа № 12 (быв. 5), расположенного в Каменном доле у карьеров, произведенные в августе 1938 г., дали дебит водоносного горизонта известково-мергелистой толщи в 1,4 л/сек. В 1930—33 гг. дебит его достигал 5—7 л/сек. Возможно, что незначительность дебита в 1938 г. объясняется частично заиленностью дна шурфа.

Абс. отметка устья шурфа 49,27 м, статический уровень вод установился на отметке 45,5 м, в то время как в 1930 г. уровень воды в нем был на абс. отм. 47,02 м. Таким образом наблюдается понижение статического уровня грунтовых вод на 1,48 м с 1930 по 1938 г. Понижение уровня грунтовых вод отмечено также по колодцу-роднику на правом берегу р. Сакмы у шахты № 1, понижение в этом месте достигает 3 м с осени 1935 г. по июнь 1938 г. Родник, снабжавший до 1935 г. питьевой водой сланце-

№№ скв. и шурфов	Абс. отметка устья забоя скв.	Извест. мергел. толща, глубина от пов. абс. отм.	Установив. уровень подзем. вод абс. отм.	Дата наблюдения	Примечания
III № 2 ^a	60,17 14,45	14,45 45,72	11,05 49,12	1932 г. V	Приток воды на глубине 11,05 и 14,45 м, дебит 25 м ³ /ч.
III № 3 ^a	61,85 18,95	13,95 42,90	17,45 14,40	1932 г. IV	1. Приток на гл. 3,3 м в глине 2. Приток на гл. 17,45 м, дебит 20 м ³ /ч при понижении на гл. 18,95. Появление воды на глубине 2,25 м, дебит 25 м ³ /ч.
III № 5	49,21 8,21	8,20 41,0	2,25 47,02	1930 г.	Появл. воды на глубине 8,65 м, дебит 0,6 м ³ /ч.
Скв. 11	59,05 24,9	9,75	13,50 45,55		Появл. воды на глубине 7,05 м, дебит 0,4—0,5 м ³ /ч.
Скв. 15	55,55 26,25	10,5	6,80 49,75		Появл. воды на глубине 13,9 м, дебит 0,7 м ³ /ч.
Скв. 16	66,30 38,00	21,25	13,68 52,62		Появл. воды на глубине 8,3 м, дебит 3,5—4 м ³ /ч.
Скв. 19	53,17 30,05	13,00	6,25 46,92	1930 г.	Появл. воды на глубине 13,1 м, дебит 2,4—4,5 м ³ /ч.
Скв. 20	59,77 36,00	21,75	14,00 45,77	1930 г.	Появл. воды на 26,35 м дебит 4—4,5 м ³ /ч.
Скв. 21	69,83 47,85	34,6	22,75 47,08	1930 г.	

рудник, в настоящий момент не действует, анализ вод показал значительное повышение минерализации вод в нем.

Понижение уровня подземных вод известково-мергелистой и сланцевой толщи можно рассматривать как общее статическое понижение уровня подземных вод в связи с откачкой этих вод из шахт при добыче сланцев.

По химическому составу подземные воды известково-мергелистой толщи отличаются небольшим содержанием воднорастворимых веществ. Плотного остатка—от 400 до 900 мг на литр, хлора от 14 до 140 мг, SO_4 от 120 до 200, общая жесткость от 15 до 17 немецких градусов. Воды вполне пригодны для питьевых и технических целей.

Водоносный горизонт ниже-меловых отложений

Этот водоносный горизонт находится в опесчаненных и песчаных прослойках, спорадически встречающихся в ниже-меловых глинах. Статический уровень подземных вод этого водоносного горизонта проходит на абс. отметках 27,13—27,03 (скв.

№ 19 и 31). Напор достигает 12,2 м. Дебит очень незначительный и измеряется сотыми и тысячными долями л/сек. По химическому составу воды отличаются высокой минерализацией, что видно из следующих данных (скв. № 35—1938 г.) в миллиграммах на литр: плотный остаток—15882, HCO_3 —218, Cl —6169, SO_4 —2957, Ca —966, Mg —913, общая жесткость в немецких градусах 347,3, устранимая—7,8, постоянная—339,5, в воде находится также железо: при стоянии вода желтеет и опалесцирует. Высокая минерализация ниже-меловых вод обуславливается их застойностью и составом вмещающих воду пород. В обводнении шахт они не играют значительной роли.

Акчагыльский водоносный горизонт

Акчагыльский водоносный горизонт приурочен к песчаным глинам и пескам, он имеет широкое развитие, особенно на север и запад от сланцевого поля. При наличии мощного глинистого водоупора этот водоносный горизонт хорошо изолирован от верхне-юрских водоносных горизонтов. Залегает он на различных глубинах от поверхности земли в зависимости от мощности покрывающих акчагыл четвертичных отложений (на абс. отм. от 70 до 40 м). Отличается незначительным дебитом—до 0,02 л/сек. и пестрой минерализацией; плотный остаток колеблется от 860 до 195, HCO_3 от 269 до 157, Cl от 225 до 16, SO_4 от 150 до 18, Ca от 46 до 37, Mg от 16 до 18 мг/л, общая жесткость 10—9° в немецких градусах.

Грунтовые воды четвертичных отложений

Грунтовые воды четвертичных отложений в зависимости от геоморфологических особенностей и пород, их включающих, образуют следующие водоносные горизонты:

- 1) долинный,
- 2) древне-аллювиальный и
- 3) современно-аллювиальный.

Водоносные горизонты четвертичных отложений связаны между собой и питаются за счет инфильтрации атмосферных и поверхностных вод. Глубина залегания вод колеблется от 1—2 м до 10—12 м. Используются они местным населением для хозяйственных и питьевых нужд путем устройства колодцев. Изменение их уровня находится в зависимости от сезона, так, например, к зимнему периоду наблюдается понижение уровня грунтовых вод, что видно из следующих данных по хут. Михайловскому.

Уровень грунтовых вод от поверхности земли:

Местонахождение	Время наблюдения 1938 г.			
	VIII	IX	X	XI
Колодезь № 7	6	5,5	5,34	5,25
Колодезь № 8	6,95	6,6	5,15	5,05

Таким образом понижение с августа по ноябрь достигает почти 2 м. Дебит их незначительный и не превышает 0,05 л/сек.

Воды пойменной террасы являются обычно пресными. С удалением от реки минерализация увеличивается. Количество хлора достигает от 30 до 1340, HCO_3 от 290 до 482, SO_4 от 52 до 1938, Ca от 90 до 1066, Mg от 44 до 664 и жесткость общая в немецких градусах от 25° до 200°.

Специальные гидрогеологические исследования

Специальные гидрогеологические исследования, предпринятые с целью выявления условий обводнения шахт № 1 и 2 Савельевского сланцевого рудника, состояли из следующих работ:

- 1) из гидрогеологической съемки и исследования физико-механических и водных свойств пород, слагающих ложе р. Сакмы на отрезке между шахтами № 1 и № 2, с целью выяснения возможных утечек вод из р. Сакмы в шахты;
- 2) обследование обеих шахт Сланцевого рудника с отбором проб шахтных вод с последующим их химическим анализом и отбором образцов пород на определение естественной влажности;
- 3) определение дебита откачиваемых вод из шахт.

Результаты исследований суммированы ниже.

Долина р. Сакмы между шахтами № 1 и № 2 отличается суженным поперечным профилем и более крутыми склонами, чем в нижней своей части. Склоны долины р. Сакмы на этом участке асимметричны, правый берег крутой, левый — более пологий. В поперечном профиле долины р. Сакмы заметны следующие террасы: нижняя, или пойменная и надпойменная. Первая возвышается над руслом реки на 2—3 м, сложена слоистыми суглинисто-глинистыми отложениями, рыхлыми и часто гумусированными.

Надпойменная терраса высотой до 6—7 м сохранилась только небольшими участками; сложена она желто-бурыми суглинками. На переходе от пойменной террасы к надпойменной часто наблюдаются отдельные ложбины — следы блуждания реки при более высоком базисе эрозии. Надпойменная терраса, в местами и непосредственно пойменная прислонена к хвалынской террасе, последняя сливается со склонами долины.

Русло реки извилистое и образует значительные меандры. Склоны обычно имеют малую крутизну, задернованы, исключение составляют лишь редко встречающиеся подмывы на выпуклых сторонах наиболее резких излучин. Подмывы в этих местах полузадернованы. Обычно крутым и в то же время наиболее высоким склонам соответствуют наиболее пологие и низкие склоны противоположного берега.

Русло реки не имеет постоянного расхода вод и питается только водами весенних паводков. В момент исследования оно содержало воду, которая удерживалась 2 плотинами: небольшой

ниже шахт (у хут. Михайловского III) и верхней — более крупной, расположенной в 0,5 км выше шахты № 2.

В склонах правого берега р. Сакмы от котлована у шахты № 1 и выше 500 м наблюдаются небольшие современные оползневые процессы. Оползают вдоль русла узкие ленты грунта (при ширине 2—3 м и длине 30—40 м) хорошо задернованного компактного, при этом образуются трещины до 10 см и небольшие ступеньки. Оползание происходит очень медленно, значительных разрывов и обнажений пород при оползании не образуется. Оползневые явления протекают в местах выхода грунтовых вод со стороны правого берега, т. е. со стороны шахты к реке.

Водоупором для грунтовых вод и плоскостью скольжения оползней являются плотные темные глины ниже-мелового возраста. Оползанию подвержены рыхлые аллювиальные отложения, перекрывающие коренные породы.

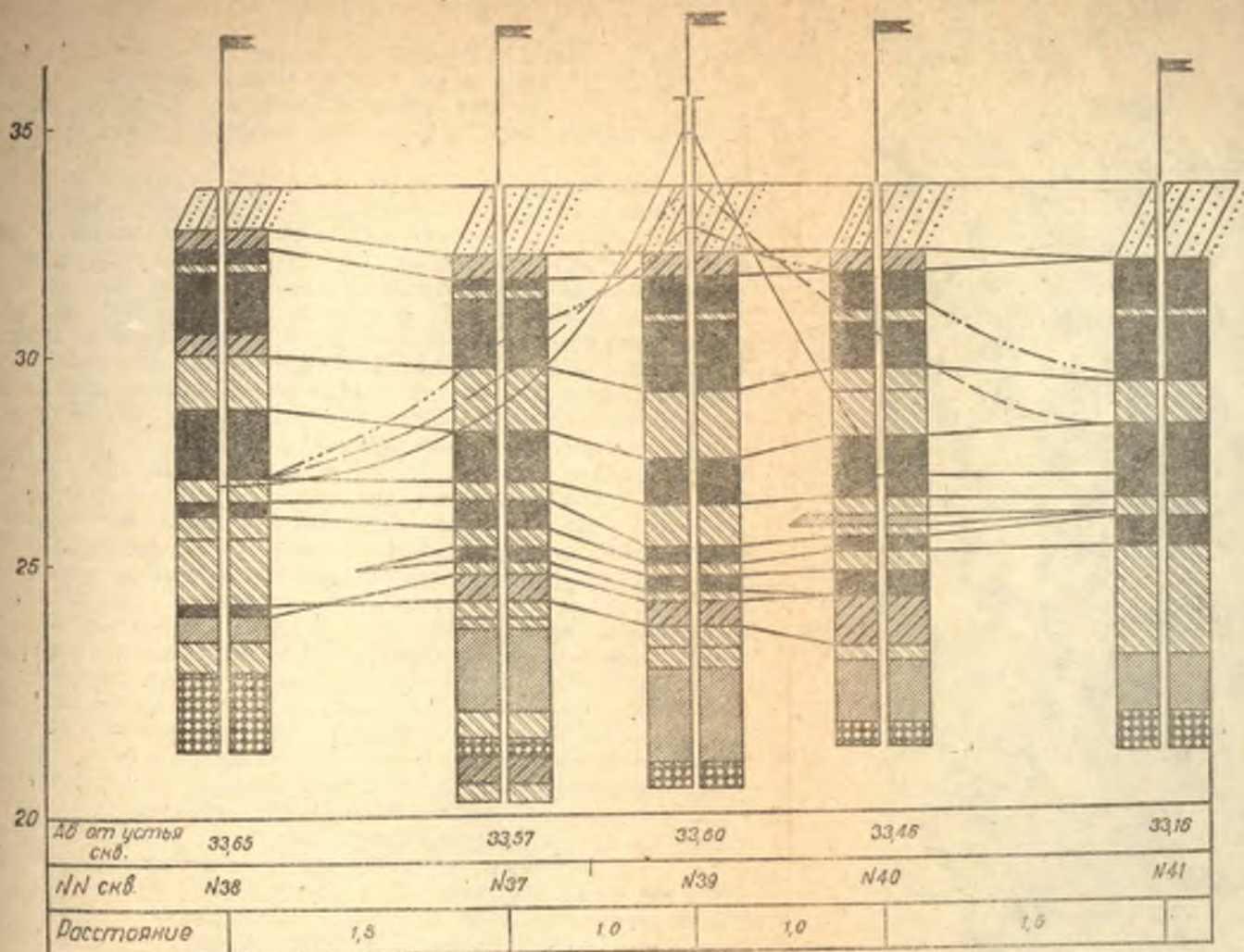
Выходы ниже-волжских слоев верхней юры на поверхности локализуются только в правобережье р. Сакмы и при том в очень узкой полосе длиной 50—60 м у открытых выработок сланца против первой и второй шахт. В этих местах кровля сланценовой свиты приподнята до 33—35 м абсолютной отметки, на остальном же пространстве между шахтами № 1 и № 2 сланцы опущены до абс. отм. — 25 м.

Для характеристики залегания сланцев у шахты № 1 привожу геологический профиль опытного куста (рис. 3).

Глубоко опущенные ниже уреза воды в р. Сакме — между шахтами № 1 и № 2 — верхне-юрские отложения перекрыты ниже-меловыми темносерыми, почти черными плотными глинами мощностью в центре прогиба до 60 м. Отложения нижнего мела (неоком — апт) залегают согласно с верхней юрой.

Высокая глинистость ниже-меловых отложений целиком изолирует проникновение поверхностных вод в сланценовую толщу.

Ниже-меловые глины встречены при наших исследованиях в скв. № 11 на глубине 4—5 м; они прикрыты сверху современным аллювием. Следующими, более молодыми являются акчагыльские отложения. Залегая горизонтально, они сглаживают неровности древнего рельефа и покрывают более древние отложения различного геологического возраста. Акчагыльские осадки, обнаруженные по расчисткам в обнажениях № 34 и № 35 и в скв. №№ 15, 16, представлены в нижней части серыми и зеленовато-серыми слабо песчаными, а иногда жирными глинами. Среди них встречаются тонкие прослойки тонкозернистого кварцевого песка, в верхней части они переходят в слоистые, сильно песчаные серовато-зеленоватые глины также с прослойками песка. Акчагыль перекрывается более молодыми древнеаллювиальными отложениями, представленными слоистыми бурными супесями и легкими суглинками в верхней части



Легкий суглинок

Сланец горючий

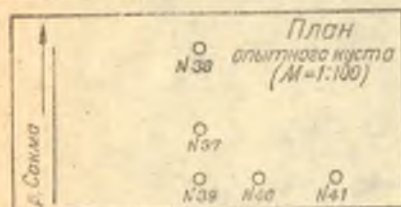
Мергелист. глина с фосфорит.

Жирная глина с мергелем

Мергелист. глина

битуминоз. глина

} Повыш. уровня вод при наливе



Масштаб $\left\{ \begin{array}{l} \text{вертикальн.} \\ \text{горизонтал.} \end{array} \right. \begin{array}{l} 0 \quad 2 \quad 4 \quad 6 \text{ м} \\ 0 \quad 0,5 \quad 1 \quad 1,5 \text{ м} \end{array}$

Рис. 3. Геологический профиль по опытному кусту.

тонкими суглинками в нижней. Суглинки содержат от 1 до 3 прослоек галечника из известковых журавчиков и конкреций. Мощность древнего аллювия достигает 4—5 м.

Пойма р. Сакмы сложена слоистым песчано-глинистым аллювием.

Русло р. Сакмы сложено в районе выхода сланцев на поверхность (шахта № 1 и № 2) переотложенными битуминозными глинами с обломками горючего сланца — чехол вполне надежный и не пропускает воду реки в сланценосную свиту. В районе между шахтами русло сложено современным глинистым аллювием мощностью в несколько метров. Для исследования пород, слагающих ложе р. Сакмы, были заложены в промежутке между 1 и 2 шахтами мелкие 6-метровые скважины по 8 поперечникам.

Положение поперечников изображено на гидрогеологической карте (рис. 2). Из буровых скважин, заложенных по первым четырем поперечникам у шахты № 1, видно, что в левобережье р. Сакмы сланцевой свиты не обнаружено. Русло покрыто слабо водопроницаемым суглинисто-глинистым чехлом современного аллювия, налегающего на размытую переотложенную толщу преимущественно битуминозных водоупорных глин. В правом берегу между II и III поперечником встречена сланцевая свита протяжением не более 50 м вдоль берега. Слои сланца имеют падение на ЮВ под углом около 5°. Вторично горючие сланцы обнаружены только в котловане у шахты № 2. Русло р. Сакмы в промежутке между шахтами проходит среди акчагыльских глинистых отложений, прикрытых местами сверху незначительной мощности чехлом современного аллювия. Ближе к шахте № 1 (скв. № 11) встречены черные жирные глины нижне-мелового возраста. Грунтовые воды по большинству поперечников имеют уклон от реки, и следовательно, происходит некоторая утечка вод из реки, но вследствие значительной водоупорности пород (см. ниже) эти потери практически являются ничтожными.

Таким образом пространство между шахтами выполнено породами вполне водоупорными, и опасений в смысле значительной фильтрации вод в сторону сланцев не имеется.

Исключением являются искусственные котлованы, оставшиеся от открытых выработок горючего сланца у шахт № 1 и № 2, в которых трещиноватая зона сланцев обнажена и поэтому при высоких наводках и затоплении этих котлованов водами р. Сакмы возможна значительная фильтрация вод в сланцевую толщу; поэтому изолирование этих участков от затопления водами необходимо.

Фильтрационные свойства пород

Для исследования фильтрационных свойств пород в районе развития сланцев были заложены опыты на инфильтрацию в шурфах по методу Болдырева. Диаметр отдельных зумпфов, расположенных на ступеньках шурфов или расчисток, брался

равным 80 см, столб воды поддерживался на постоянном уровне высотой 6 см.

Опытные площадки были заложены на суглинках современного аллювия (площ. № 9), на легком суглинке древнего аллювия (площ. № 6, верхний зумпф), на песчаных слоистых глинах ачкагыла (площ. № 6, нижний зумпф), на отдельных прослоях глины и горючих сланцев ниже-волжского яруса (опыт. площ. № 7, 8, 10).

Продолжительность опытов варьировала от 1 до 3—5 суток. Коэффициент инфильтрации подсчитывался по формуле Болдырева. Результаты опытных исследований приведены ниже.

№№ опыт. площад.	Глубина от поверхности в м	Возраст и литологический состав	Площадь дна зумпфа в м ²	Стабильный расход в м ³ /сутки	Коефф. инфильтрации в м ³ /сут. по Болдыреву	Коефф. по Крюгеру	Коефф. по Гейнику
9	1,2	Q ₂ ^{al} легкий сугл.	0,51	0,144	0,28	0,043	—
9	2,0	Q ₂ ^{al} легкий сугл.	0,47	0,345	0,73	0,065	0,309
9	2,65	Q ₂ ^{al} легкий сугл.	0,53	0,29	0,55	0,037	0,054
6	2,95	Q ₁ ^{al} легкий сугл.	0,57	0,43	0,75	0,049	—
6	4,5	N ₂ ^{ak} песч. глина	0,47	0,048	0,10	0,034	0,204
8	1,87	N ₂ ^{ak} песч. глина	0,38	0,072	0,19	0,051	0,108
7	1,6	I ₃ (глина) . .	0,31	0,08	0,26	0,042	—
7	4,11	I ₃ (бит. глина)	0,35	0,0005	0,0014	0,020	0,05
10	0,06	I ₃ (сланец) . .	0,502	0,148	0,294	—	—
10	3,62	I ₃ (глина) . . .	0,533	0,085	0,159	0,050	—
10	4,55	I ₃ (сланец) . . .	0,13	0,112	0,86	—	—
10	5,60	I ₃ (глина) . . .	0,345	0,00025	0,0007	0,039	—
10	6,56	I ₃ (сланец и глина) . . .	0,502	0,02	0,039	—	—
10	7,9	I ₃ (глина и сланец) . . .	0,60	0,37	0,61	—	—
10	9,27	I ₃ (глина) . . .	0,53	0,00025	0,0005	—	—
10	10,32	I ₃ (сланец) . . .	0,565	0,236	0,42	—	—
10	11,41	I ₃ (сланец) . . .	0,50	1,54	3,08	—	—

Из приведенных данных имеем, что современный аллювий отличается повышенной фильтрацией от 0,3 до 0,7 м/сут., вследствие значительного скопления в нем журавчиков и его слоистости.

Незначительной фильтрацией обладают слоистые глины ачкагыла 0,1 м/сут., фильтрация в них протекает главным образом вдоль отдельных прослоев тонкозернистого песка.

Зеленовато-серые глины, прикрывающие сланцеватую свиту, а также битуминозные глины, обладают очень малой фильтрацией—от 0,2 до 0,0007 м/сут., и только горючие сланцы, вследствие своей высокой трещиноватости, являются прекрасными

проводниками воды с „К“ от 0,3 до 3,1 м/сут. Необходимо отметить, что при увлажнении, очевидно, вследствие значительной разбухаемости, сланцевые слои значительно уменьшают свои фильтрационные свойства, что хорошо видно из прилагаемой ниже таблицы:

№№ опытной площадки	№№ зумпфа	Порода	Количество филтр. воды в л/сут. от начала опыта				
			Коефф. фильтрации в м/сут.				
			I сут.	II сут.	III сут.	IV сут.	V сут.
9	1	Суглинок легкий	226	144	—	—	—
			0,46	0,28	—	—	—
9	2	Суглинок легкий	580	345	—	—	—
			1,2	0,73	—	—	—
9	3	Суглинок легкий	330	300	—	—	—
			0,62	0,55	—	—	—
10	1	Сланец	370	240	240	240	115
			0,74	0,48	0,48	0,48	0,23
10	2	Глина	168	77	81	—	—
			0,32	0,013	0,015	—	—
10	3	Сланец	369	156	120	81	—
			0,28	0,12	0,09	0,06	—
10	5	Сланец	3288	820	410	20	—
			6,5	1,6	0,82	0,039	—
10	6	Глина	2930	620	370	—	—
			4,9	1,03	0,61	—	—
10	8	Сланец	290	260	240	—	—
			0,51	0,45	0,42	—	—
10	9	Сланец	2160	1540	—	—	—
			4,3	3,08	—	—	—
10	4	Глина	10	1	0	—	—
			0,03	0,003	—	—	—
10	7	Глина	5	1	1	0	—
			0,09	0,008	0,003	—	—

По рассказам рабочих, а также по данным Рудоуправления, при весеннем затоплении котлована шахты № 1 водой р. Сакмы в шахте, в слоях сланца, со стороны р. Сакмы также появляется вода, как результат проникновения ее из котлована. Появление воды в шахте наблюдалось через 10 дней с момента затопления при расстоянии 200 м, скорость ее, следовательно, равна 20 м/сут. при уклоне 5°.

Опытный куст, заложённый у котлована шахты № 1, в 3 м от уреза воды р. Сакмы, вскрыл нижнюю часть сланцевосной свиты с 5 прослоями сланца (см. геологический профиль опытного куста, рис. 3). Ниже сланцев залегают мергелистые глины с фосфоритовыми желвочками. Грунтовая вода встречена лишь

в скв. № 37 на глубине 10—11,5 м, с напором до 5 м; по своему характеру последняя относится к трещиноватым водам основания сланцевой толщи, так как соседние скважины, отстоящие от скв. № 37 на расстоянии 1—2,5 м, оказались сухими. Вода в них проникла из скв. № 37 впоследствии. Грунтовая вода оказалась сильно минерализованной и тем самым она резко отличалась от воды р. Сакмы и, следовательно, не связана с последней.

Для определения фильтрационных свойств сланцевой толщи был произведен налив воды в центральную скважину № 39, другие 4 скважины были контрольными, удаленными от центральной на 1—2,5 м по двум лучам—поперек и вдоль реки Сакмы. Для изолирования водоносной трещины в скв. № 37 она была затрамбована от забоя до глубины 8 м от поверхности.

Налив производился при трех повышениях на уровне: ± 1 м и 0 м от поверхности земли. Продолжительность налива при каждом повышении равнялась 1 суткам и дебит за 1—2—3 сутки выразился равным 8,64—4,85—3,26 м³/сут.

Коэффициент фильтрации по трем повышениям в среднем получен равным по направлению от р. Сакмы (скв. №№ 37, 38) 0,109 м/сут. и параллельно реке (скв. №№ 40—41)—0,879 м/сут., среднее по обоим лучам 0,494 м/сут.

Таким образом фильтрационные свойства сланцевой свиты являются высокими. Характерно, что, несмотря на повышение напора, количество инфильтруемой воды не увеличивалось, а уменьшалось, что объясняется закрытием мелкой сети трещин в сланцах, вследствие их разбухания при увлажнении.

Результаты по определению действительной скорости вод путем запуска флюоресцена и соли при наливе в опытный куст показаны ниже.

Время запуска реактива	№№ набл. скв.	Расстояние от центра	Первоначальн. появл. реактива	Максимальн. реактив	Скорость потока м/сут.	Гидравлич. градиент	Скоростной коэф. фильт. м/сут.
12/X—10 ч. 20 м.	38	2,5	12/X—18 ч.	—	7,8	2,6	3
Флюоресценн	40	1,0	12/X—16 ч.	—	4,2	3,3	1,3
Флюоресценн	41	2,5	12/X—16 ч.	12/X—17,5 ч.	10,4	1,8	6
Средн. по флюоресценну	—	—	—	—	—	—	3,4
14/X—14 час.	38	2,5	14/X—18,5 ч.	—	9,2	3	3,1
Запуш. соль	41	2,5	14/X—17,5 ч.	—	16,7	3	5,6
Среднее по соли (NaCl)	—	—	48	48	36	36	4,8

Таким образом скоростной коэффициент по флюоресценну равен 3,4 м/сут., а по соли 4,8 м/сут. в среднем. Больше

значение последнего сравнительно с первым объясняется коагуляцией частиц в породах под влиянием введенного электролита (соли); например, расход воды при наливе резко увеличился тотчас же после введения соли в скважину.

Соотношение между объемным и скоростным коэффициентом фильтрации равно 1:7 (0,49 и 3,4 м/сут.).

Механический состав и физические свойства пород

Данные о механическом составе пород района развития сланцев приводятся ниже (анализ производился по Робинзону без химической обработки).

№ № скв., оби. и шурф.	Глубина от поверхности	Возраст	% содержания частиц с диаметром							Индекс по Holmes'у
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001	
Ш. 3	2,55—2,6	Q ₂ ^{al}	4,41	28,39	28,10	39,17	8,2	19,4	11,5	333
21	0,5—1,0	Q ₂ ^{al}	0,25	4,75	44,0	51,0	15,4	20,0	15,6	053
Об. 34	2,45—2,95	Q ₁ ^{al}	1,08	20,42	38,1	40,4	10,4	15,1	14,9	243
Об. 34	3,67—4,5	N ₂ ^{ak}	0,1	12,6	43,1	44,2	10,3	18,6	15,3	153
Скв. 15	4,5—5,0	N ₂ ^{ak}	0,43	0,77	26,6	72,2	23,7	33,5	15,0	054
Скв. 11	4,5—5,0	СГ ₁	0,28	9,42	22,1	68,2	16,2	31,6	20,4	135
Расч. 41	1,35—2,46	l ₃	0,01	12,09	32,1	55,8	42,4	3,4	10,0	342
Расч. 31	6,32—6,52	l ₃	0,13	3,94	42,76	53,17	13,59	35,84	3,74	053
Скв. 39	12,5—13,0	l ₃	0,2	5,3	29,6	64,9	15,0	28,3	21,6	045

Из приведенных анализов видно, что аллювиальные отложения варьируют от легких суглинков до грубых глин (с индексами по Holmes'у от 333 до 053), ачкагыльские отложения—от сильно песчаных глин до жирных глин включительно, нижневожские отложения представлены глинами.

Результаты механического состава пород во многом зависят и от метода производства анализа: так например, при контрольном испытании получены следующие данные содержания частиц < 0,01 в % по методу:

	Робинзона— без хим. обработки	Робинзона— с хим. обработкой	Сабанина
Скв. № 39 с глуб. 4,5—5,0.	37,2	79,06	70,69
Расч. № 31 с глуб. 6,32—6,52	53,17	76,5	67,48

т. е. по первому методу, по которому главным образом проведены анализы, получено значительное расхождение, сравнитель-

но с другими методами, в сторону снижения глинистых частиц, а следовательно, породы, судя по анализам, получились значительно песчаней, чем по другим методам, это и нужно учесть при суждении о механическом составе пород.

Физические свойства пород по лабораторным данным следующие (образцы те же):

Удельный вес	Объемный вес	Пористость	Влагоемкость	Пластичность по Аттербергу			Коэффициент фильтрации м/сут.	
				Текуч.	Раскат.	Число	По Крюгеру	По Гейнику
2,67	1,76	33,3	41,8	34,95	14,29	20,66	0,037	0,054
2,71	1,81	33,2	—	—	—	—	0,021	—
2,72	1,84	39,7	39	26,93	11,51	15,42	0,048	—
2,72	1,72	36,76	—	36,18	15,25	20,39	0,034	0,2035
2,71	1,82	32,84	—	—	—	—	0,012	—
2,74	1,84	32,85	—	—	—	—	0,014	—
2,75	1,48	46,18	57,1	55,13	15,61	39,52	0,042	—
2,76	1,75	36,23	—	40,87	16,27	24,6	0,024	—
2,71	1,85	31,73	—	36,52	16,52	20,01	0,014	0,027

Наибольшей пористостью обладают верхне-юрские глины (обр. № 7)—46%; тем не менее они являются водоупорными глинами, обладают и наибольшей пластичностью—39,5. Коэффициент фильтрации всех пород низкий, вследствие глинистости пород.

Количество водорастворимых солей в породах варьирует в значительных пределах, что видно из следующей таблицы:

№№ шурф.	Глубина от поверхн. в м	Возраст	Плотн. остаток	Содержание в % на 100 г абс. сух. породы				
				Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg
3	2,55 — 2,6	Q ₂ ^{al}	0,116	0,05	0,059	0,068	0,016	0,009
34	2,45 — 2,95	Q ₁ ^{al}	0,094	0,002	0,079	0,058	0,008	0,004
33	3,79 — 4,27	Q ₁ ^{al}	0,57	0,092	0,244	0,035	—	—
41	1,35 — 2,46	I ₃	4,086	0,616	1,827	0,039	0,26	0,109
31	6,32 — 6,52	I ₃	0,894	0,004	0,549	0,036	0,176	0,027
скв. 39	12,5 — 13,0	I ₃	0,44	0,031	0,221	0,036	0,043	0,007

Современный аллювий наиболее обеднен воднорастворимыми солями; в древнем аллювии наряду с пресными породами (песчаными) встречаются и засоленные (суглинки); верхне-юрские отложения являются наиболее обогащенными воднорастворимыми солями, преимущественно серно-кислыми.

Обследование шахт № 1 и № 2 сланцевого рудника

С дневной поверхностью шахты связаны наклонными выработками. Устье шахт удалено от правого берега р. Сакмы на 250 м.

По отчету геолога П. Ф. Вечканова¹ средняя мощность толщи, в которой размещены пласты сланца, колеблется от 12,7 до 13,8 м. Количество пластов горючего сланца равно шести, при средней суммарной мощности их 3,5 м. Пласты обычно собраны попарно и образуют 3 горизонта; последние разделены мощными—от 1,5 до 2,26 м—мергелистыми и слабо битуминозными глинами. Строение сланценой толщи изображено ниже на рис. 4.

Стволы обеих шахт идут по падению сланцев. Шахта № 1 имеет направление главных выработок на Ю и ЮВ, а шахта № 2—на В и СВ.

Средний угол наклона по шахтам изменяется: в первой от 0° 40' до 5° 20'; во второй от 3° 12' до 14° 35'.

Центральный уклон шахты № 1 был заглублен на 35 м, а по шахте № 2—на 65 м от поверхности земли (абс. отм. +7 и —25 м). Наблюдения вскрыли, что в шахте № 2 проходят сбросы (горизонты 1, 2 и 3 находятся на одной высоте). Сбросовые трещины заполнены хорошо выкристаллизовавшимся кальцитом. Трещины сбросов являются удобной дренажной для грунтовых вод и их проникновения из известково-мергелистой толщи в сланцевую толщу, это одна из причин более значительной обводненности шахты № 2 сравнительно с шахтой № 1. Направление сбросов ориентировано по простиранию пластов.

Как правило, с углублением шахт увеличивается и приток воды, что ясно выражено по центральному уклону 1-й шахты. В одном из своих отчетов П. Ф. Вечканов сообщает: «в южной и центральной частях Савельевского месторождения глубина залегания первого слоя сланца увеличивается до 87,46 м. В этих пунктах при подземных работах нужно ожидать сильного притока воды, тем более при наличии мощного водоносного горизонта в самой верхней юрской свите. Все же нужно заметить, что поле шахты № 1 находится в более выгодных условиях по подземному рельефу и количеству грунтовых вод в сравнении с полем шахты № 2». Последнее целиком подтвердилось как при обследовании шахт, так и в практике добычи сланцев.

Быстрому проникновению и циркуляции вод в шахтах благоприятствует трещиноватость как слоев сланца, так и битуминозных и мергелистых глин. Трещиноватость наблюдается как по горизонтали, так и по вертикали сложенности пород, трещины редко превышают несколько миллиметров в ширину. Особенно значительные трещины наблюдаются по отдельным выработкам вдоль уклонов и штреков шириной до 1—2 см и редко больше, их ориентировка, вне сомнения, доказывает, что трещины вторичного происхождения, т. е. образовывались в результате горного давления и осадки пород при слабой и неплотной крепи

Пласт	Глубина залегания в м	Средняя мощность	Теплотворная способность в ккал/кг			Средняя влажность по зал. и мин. слоям
			ДТ	ДО	СРЕДН	
1	1	0,20	1150	1690	1484	79%
		0,30	1700	2652	2039	74%
2		0,76				
		0,77	962	1824	1325	80%
3		2,26				
		0,38	877	1668	1364	82%
4	1	0,65	986	1780	1452	80%
	2	0,55	1725	2704	2202	71%
5		1,02	900	1657	1440	81%
		0,62	1467	3680	2361	68%
6		0,77				
		0,28	993	4216	1464	79%

Условные обозначения





	Горючий сланец с средней теплотвор способн ниже 1700 ккал
	Горючий сланец с средней теплотвор способн выше 1700 ккал
	Глина битуминозная
	Мергелистая

Рис. 4. Разрез сланцевой толщи.

штреков. Последнее доказывается также наличием на поверхности правильных воронок и просадок при глубине прохождения выработок не более 20–25 м от поверхности земли.

В общем же обнаруженная трещиноватость значительно преувеличена сравнительно с естественной, так например при взрывных работах трещиноватость увеличивается.

В отношении водоносности Сакминского участка сланцев геолог П. Ф. Вечканов сообщает: „разведочными выработками установлено отсутствие водоносных горизонтов в келловейских образованиях и в мергелистых глинах ниже-волжского яруса, залегающих в основании сланцевой толщи“. Положение геолога П. Ф. Вечканова об отсутствии водоносных горизонтов в мергелистых глинах ниже-волжского яруса, залегающих в основании сланцевой толщи, нельзя считать справедливым, поскольку в опытном кусте скв. № 32 в этих глинах была встречена грунтовая вода по трещинам с напором до 5 м.

Исследования естественной влажности пород в шахтах.

Лабораторное определение естественной влажности пород сланцевой свиты, отобранных из шахт за период времени с 24/X по 30/X 1935 г., показало, что естественная влажность их по первой шахте равна 19,5% (среднее из 74 определений), а по второй шахте 20% (среднее из 39 определений), т. е. порода в шахте № 1, хотя и на незначительную величину, но все же менее влажна, чем по шахте № 2, что и было отмечено в поле при обследовании шахт: влажность сланцев по обеим шахтам равна в среднем 24% (из 24 определений), а по глинам—19% (среднее из 129 определений), т. е. наблюдается значительное превышение естественной влажности сланцев сравнительно с глинами, что отчасти объясняется фильтрацией воды именно через слои сланцев и в меньшей степени по прослоям глины между сланцами. Характерно, что влажность сланцев и глин в забоях, т. е. в наиболее удаленных точках от устьев шахт, равна общей средней влажности пород: для сланцев 24% и для глин 19%.

Слабомергелистые плотные темносерые глины с зеленоватым оттенком имеют меньшую влажность—в среднем 17% (из 9 определений)—в сравнении с общей влажностью глин, что говорит о их водоупорности. Залегают они между 2-й и 3-й пачками V и VI пласта сланца.

Сравнивая влажность кровли и подошвы выработок, имеем: влажность глины кровли равна 18%, подошвы 21% (среднее из 18 определений), следовательно, вода движется главным образом по нижним слоям толщи, и вся сланцевая свита пропускает воду, по крайней мере, в условиях искусственных выработок.

Влажность горючего сланца в выработках верхнего пласта (4-го) равна 23%, а нижнего (5-го)—25% (среднее из 10 определений), следовательно, наблюдается та же зависимость во влажности горючих сланцев, что и в глинах.

Вода движется главным образом по небольшим трещинам, обнаруженным как в сланцах, так и в пересланяющих их битуминозных и мергелистых глинах. При искусственных выработках, от осадки пород, а также при взрывных работах эта трещиноватость увеличивается.

Штреки, ориентированные к р. Сакме, не содержат воду, и влажность пород в этой части наименьшая; также не наблюдается обводненности в северной половине шахтного поля шахты № 1, следовательно, потока вод в шахте как со стороны р. Сакмы, так и за счет ачкагыльских грунтовых вод, развитых к северу от месторождения, не наблюдается.

Химический состав грунтовых вод в шахтах № 1 и № 2

При обследовании шахт образцы грунтовых вод были взяты из разных точек шахт. При последующем лабораторном определении их химического состава получены следующие данные (октябрь 1935 г.):

Местонахождение	В миллиграммах на 1 л воды						Окисляем. по O	Примечание
	Плотн. остат.	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg		
Шахта № 1:								
Забой (стенки и кровля)	—	997	826	672	124	112	12,6	Среднее из 5 проб Проба № 15
Максим. по плотн. остат.	3974	1111	970	547	162	106	17	
Миним. по плотн. остат.	2580	670	748	290	74	80	7,5	Проба № 18 Среднее из 2-х проб
Помойница	—	408	2029	463	—	—	—	
Водоотлив	—	210	610	330	—	—	—	
Шахта № 2:								
Забой (стенки и кровля)	—	1082	778	394	215	66	8,28	Среднее из 8 проб Проба № 4
Максим. по плотн. остат.	4220	1535	773	429	134	85	8,5	
Миним. по плотн. остат.	2480	818	460	446	156	51	4,8	Проба № 7 Среднее из 3-х проб
Со два уклона	—	469	717	360	—	—	—	
С помойницы	—	427	593	383	—	—	—	Среднее из 2-х проб

Из приведенных исследований видно, что вода сланцевой толщи, взятая из кровли и из трещин стенок забоя, отличается высокой минерализацией, главным образом за счет хлористых солей. Вода же, отобранная со дна уклонов и штреков, из помойниц и тем более из водоотливных установок, имеет последовательно уменьшающуюся минерализацию. По всей вероятности, эта вода из известково-мергелистой толщи, отличающаяся

меньшей минерализацией, чем вода сланцевой свиты. Такая зависимость в минерализации вод позволяет считать, что мощный водоносный горизонт известково-мергелистой толщи не связан со слабым водоносным горизонтом сланцев, и первый попадает во второй, т. е. в сланцы, главным образом через вентиляционные водооткачиваемые шурфы и скважины, стенки которых, проходя через известково-мергелистую водоносную толщу, не изолированы от водоносного горизонта. Получились таким образом поглощающие колодцы, вода попадает в помойницы и по дну штреков устремляется к подошве забоев, опресняя путем разбавления воды сланцевой свиты. Во второй шахте, помимо вентиляционных и откачиваемых шурфов, возможно поступление воды и непосредственно из подошвы известково-мергелистой свиты, вследствие наличия резко выраженных сбросовых явлений. Этим объясняется более значительная обводненность шахты № 2 сравнительно с шахтой № 1: в последней сбросовых явлений не обнаружено.

Учета количества откачиваемой воды из шахт не ведется, но по ответам рабочих, работающих на откачке с момента заложения шахт, выявлено, что в весенний период откачивается воды примерно на 1/3 больше, чем в другое время года.

Следовательно, это увеличение происходит за счет инфильтрации поверхностных вод, главным образом со стороны Каменного дола, в котором известково-мергелистая трещиноватая толща выходит на дневную поверхность и является удобной для поглощения атмосферных и сточных вод.

Химический анализ шахтных вод, отобранных при обследовании в июне 1938 г., показал, что их состав изменился в сторону увеличения сернокислых солей и уменьшения хлористых. Грунтовые воды забоев являются более минерализованными, чем воды помойниц, в которых собирается и воды, поступающие из вентиляционных шурфов и откачиваемые скважины (по затрубному пространству). Воды, откачиваемые из шахт, взятые на дневной поверхности, занимают по своей минерализации промежуточное положение между водами забоев и водами помойниц, т. е. получают аналогичные данные с наблюдениями 1935 г. Данные о химическом составе шахтных вод 1938 г. приводятся ниже (табл. на стр. 54 внизу).

Воды по классификации Пальмера относятся к III классу.

Температура шахтных вод колеблется от 8,5° до 11°С увеличиваясь с углублением. Так, температура вод в забое центрального уклона по шахте № 2 была следующая (1938 г.):

VI	VIII	IX	X	XI
10°	11°	11°	10,5°	10,5°

Увеличение сернокислых солей в шахтных выработках происходит за счет окисления пирита, находящегося в горючих сланцах, а также за счет окисления битумов при свободном

Местонахождение	В миллиграммах на 1 л воды							Примечание	
	В мг/экв.								
	Плотн. остат.	Cl	SO ₄	HCO ₃	Сумма А	Ca	Mg		Сумма К
Шахта № 1:									
Стенки и кровля	3 909	772 21,34	1 480 30,83	522 8,56	60,73	329 16,17	116 9,56	25,73	Среднее из 4-х проб
Максим. по плотн. остат.	5 080	505 14,24	2 665 55,5	394 6,46	76,20	438 21,86	149 12,25	34,11	Проба № 8
Миним. по плотн. остат.	2 088	505 14,24	554 11,53	477 7,82	33,59	174 8,69	95 7,81	16,50	Проба № 1
Помойниц	2 336	592 16,71	548 11,38	510 8,35	36,44	203 10,15	66 5,42	15,57	Среднее из 2-х проб
Водоотлива	2 822	495 14,01	703 14,63	355 5,52	34,16	336 19,25	62 5,10	24,35	"
Шахта № 2:									
Кровля	3 950	514 14,50	761 15,84	221 3,62	33,96	132 7,74	47 3,84	11,58	Среднее из 4-х проб
Максим. по плотн. остат.	4 268	626 17,66	712 14,82	162 2,66	35,15	240 11,98	49 4,03	16,01	Проба № 14
Миним. по плотн. остат.	3 524	490 13,82	769 16,01	159 2,61	32,44	110 4,99	42 3,45	8,44	Проба № 15
Помойница	2 888	274 7,73	651 13,55	418 6,85	27,73	208 10,38	79 6,49	16,87	
В кровле помойниц	2 638	402 15,02	643 11,11	158 4,93	31,06	213 8,48	89 7,15	15,63	Среднее из 2-х проб
Водоотлива	3 088	11,32	13,38	2,60	27,30	10,63	7,31	17,94	

доступе воздуха; этот процесс облегчается по мере расширения поля разработок в шахтах.

Химический состав шахтных вод, как это видно из анализов, изменив, это затрудняет количественное определение участия того или иного водоносного горизонта в питании шахтных вод на основе данных химического состава грунтовых вод (рис. 5 и 6). Химический состав шахтных вод по отдельным годам изменялся следующим образом:

Местонахождение	Время взятия пробы	Содержание в мг на 1 л воды					
		Плотн. остат.	Cl	SO ₄	Ca	Mg	HCO ₃
Шахта № 1, помойница . . .	1933	5748	1772	1190	472	144	—
	1935	—	406	2029	—	—	463
	1938	2336	592	548	203	66	510
Шахта № 2, помойница . . .	1933	3071	900	400	232	86	—
	1935	—	427	593	—	—	383
	1938	2888	274	651	208	79	418

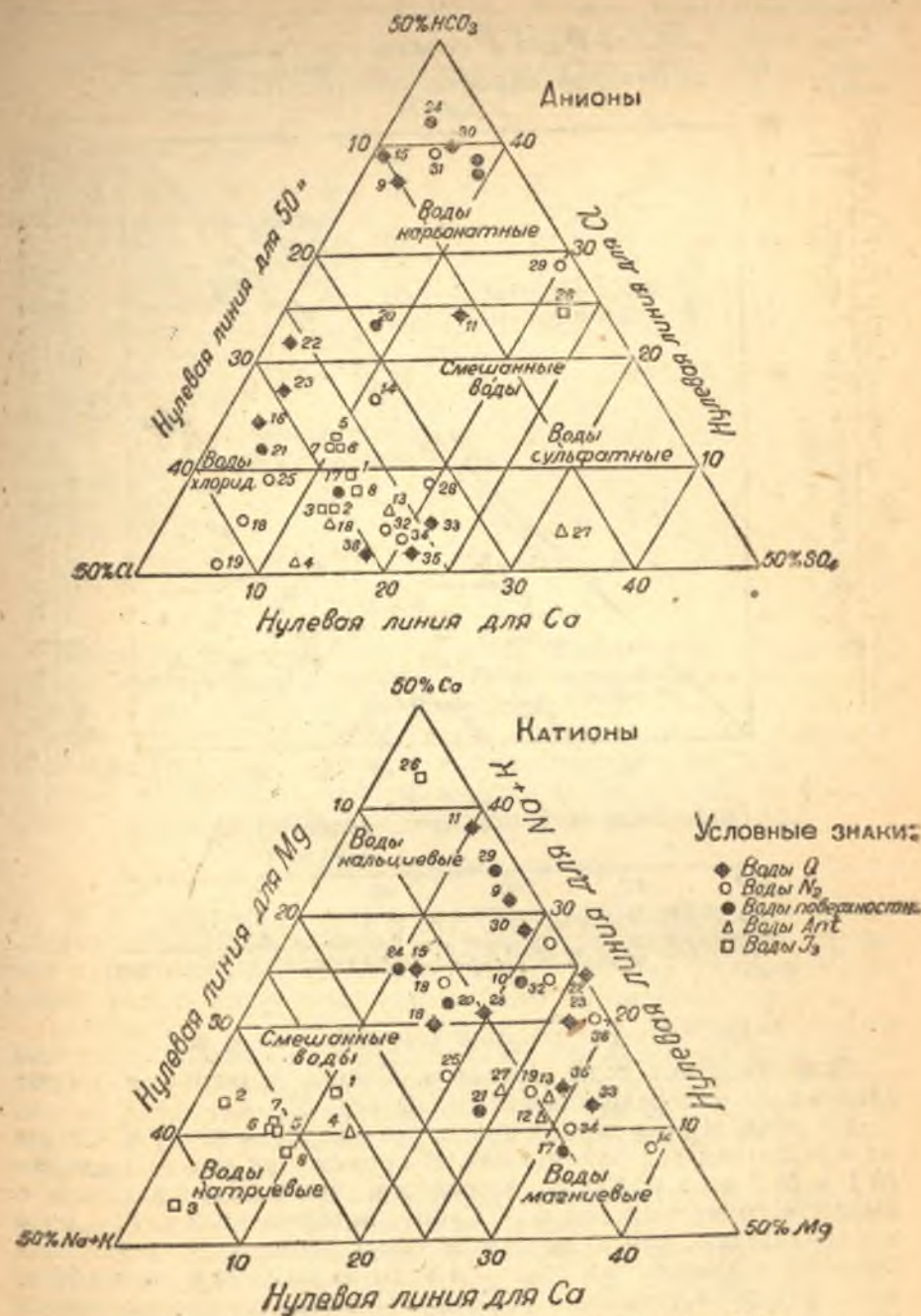


Рис. 5. Сводная диаграмма химического анализа вод по Феррари.

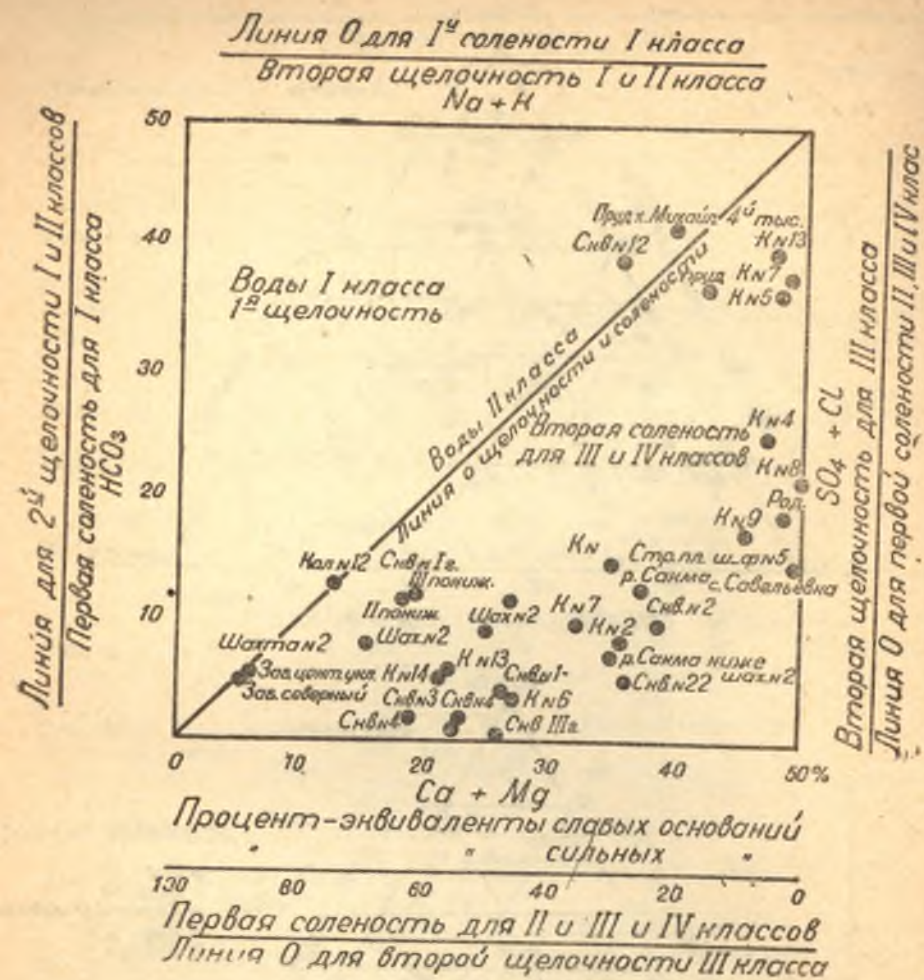


Рис. 6. Сводная диаграмма химического состава вод.

Поверхностные воды прудов р. Сакмы и родников имеют следующую минерализацию (табл. на стр. 57).

Из приведенных данных видно, что в верхнем пруду р. Сакмы минерализация вод наименьшая. В промежутке между шахтами № 1 и № 2 вода р. Сакмы засоляется, что находится в связи с выходом грунтовых вод в р. Сакму, которые имеют большую минерализацию, чем воды атмосферных осадков. Последнее доказывается химическим составом воды из родника у шахты № 1, воды которого стекают в р. Сакму. Превышение уровня воды в роднике сравнительно с уровнем воды в р. Сакме равно 2,7 м.

Местонахождение	В мг на 1 л воды							Примечание
	Плот. остат.	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Окисл. по O	
Пруд в ¼ км выше шахты № 2	400	81	25	226	59	32	19,5	1935 окт.
Р. Сакма у шахты № 2	786	183	115	383	86	43	12,5	.
Р. Сакма у моста между 1 и 2-й шахтами	920	304	123	290	92	40	14	.
Р. Сакма у насосн. устан.	860	171	140	255	83	40	15	.
Р. Сакма у шахты № 1	1040	291	189	327	92	58	19	.
Родник у шахты № 1	1280	347	321	128	98	166	14	.
Скв. № 37 (опыт. куст.)	6240	1959	1365	591	391	165	25,5	.
Пруд р. Сакмы в ¼ км выше шахты № 2	328	28	54	116	74	18	—	1938 г. июнь
Река Сакма у шахты № 2 (устье Каменного дола)	2192	426	801	126	60	24	—	.
Родник у шахты № 1	1368	350	289	447	208	46	—	.
Шурф № 12 в Каменном доле	275	14	19	4	72	3	—	1934 г.
Извест. мерг. водн. гориз.	376	14	119	170	97	9	—	1938 г.

Засоление вод в р. Сакме у шахт объясняется также тем, что откачиваемые из шахт грунтовые воды сбрасываются в р. Сакму. Будучи высоко минерализованными, они и являются главной причиной повышения минерализации вод в последней. В целях борьбы с засолением вод проектируемого водохранилища будущей ТЭЦ необходимо сбрасывать воды из шахт в специально устроенные небольшие испарительные пруды.

Баланс грунтовых вод

Недостаточность данных по стратиграфии, мощности водоносных горизонтов, а также сложность геологического строения не позволяют дать точную характеристику баланса грунтовых вод, поэтому подсчеты произведем приближенно.

Необходимо различать вековые запасы грунтовых вод и ежегодно пополняемые и расходуемые, или активный запас грунтовых вод. Прежде всего ограничимся рассмотрением баланса вод на разведанной территории распространения горючих сланцев и причем только активным запасом грунтовых вод верхнеюрских отложений.

Активный баланс грунтовых вод складывается из прихода и расхода вод. Приход грунтовых вод может быть за счет поступления вод атмосферных осадков, инфильтрации вод открытых водоемов и поступления грунтовых вод из смежных водоносных горизонтов. Расход же грунтовых вод может слагаться из потребления на питьевые и др. нужды, из откачки грунтовых

вод из горных выработок—шахт и из утечки в другие водоносные горизонты.

Таким образом подсчет баланса грунтовых вод можно произвести по следующей формуле:

$$A = (Q_{\text{ак. зап.}} + Q_{\text{атм.}} + Q_{\text{откр.}}) - (Q_{\text{гр.}} + Q_{\text{питьев.}} + Q_{\text{откач.}} + Q_{\text{утеч.}})$$

Как уже отмечалось, грунтовые воды известково-мергелистой и сланцево-глинистой толщи верхней юры представляют собой самостоятельные водоносные горизонты с незначительной связью между собой, что доказывается как различным дебитом и химическим составом вод этих горизонтов, так и характером самих пород, их вмещающих.

От нижележащего келловейского и вышележащих—нижне-мелового и акчагыльского водоносных горизонтов рассматриваемые толщи изолированы значительными прослоями вполне водонепроницаемых глин, поэтому подпитывания последних за счет первых, по всей вероятности, не происходит и, следовательно, при расчете $Q_{\text{гр.}}$ и $Q_{\text{утеч.}}$ можно отбросить.

Пополнение грунтовых вод известково-мергелистой толщи за счет атмосферных вод вне сомнения происходит в местах выхода этой толщи на дневную поверхность или же при близком залегании последней от дневной поверхности (не более 10 м). Это доказывается трещиноватостью известняков, отсутствием стока по долу Каменному, даже в период весеннего снеготаяния, а также увеличением дебита откачиваемых вод в весенний период по шахтам на 15—30% против обычного дебита.

Учитывая климатические особенности района Савельевки (см. климат), можно считать, что из выпадающих атмосферных осадков имеют значение для питания грунтовых вод только осадки, выпадающие за холодный период времени, в среднем 80 мм.

Атмосферные осадки, выпадающие в теплый период года, а также конденсационные воды, целиком испаряются или же частично используются и транспирируются растительностью и, следовательно, не могут идти на питание грунтовых вод, что доказывается, например, отсутствием грунтовых вод среди сыровых отложений, мощным чехлом развитых по Заволжью. В последних грунтовые воды встречаются только по отдельным западинам или в предовражных ложинах, где по условиям рельефа могут накапливаться значительные количества снега.

Считая, что из 80 мм зимних осадков только 20% идет на питание грунтовых вод, находим, что пополнение грунтовых вод известково-мергелистой толщи равно $Q_{\text{атм.}} = h \times s = 0,016 \times (5000 \times 1000) = 80\,000 \text{ м}^3/\text{год}$, где

h —высота столба атмосферных вод, идущих на питание грунтовых вод, в м;

s —площадь неглубокого залегания известково-мергелистой толщи в м^2 . Питание грунтовых вод со стороны вод р. Сакмы,

как показали исследования, вследствие значительной водоупорности пород, ничтожное, поэтому эту величину в расчет можно не принимать, тем более, что по исследованию грунтовых вод в шахтах обнаружено, что штреки, обращенные к р. Сакме, в большинстве являются сухими. Утечка вод, откачиваемых из шахты № 2, обратно в шахту возможна, о чем будет сообщено ниже.

Расход грунтовых вод известково-мергелистой толщи на нужды населения поселка Горный достигает $Q_{\text{пит.}} = K \times q = 5000 \times 0,03 = 150 \text{ м}^3/\text{сутки}$, где K —число жителей, q —количество воды, потребляемой 1 чел. в $\text{м}^3/\text{сутки}$.

За год это потребление равно $54\,750 \text{ м}^3$.

Дебит откачиваемых шахтных вод ориентировочно следующий:

	Время замера дебита л/сек. 1938 г.					Среднее
	IV	VIII	IX	X	XI	
Шахта № 2. Центр. уклон	1,74	1,3—1,98	1,14—1,6	1,2—1,9	1,3—2,1	1,6
В том числе дебит известково-мергелистой толщи . . .	1,2	—	—	—	—	1,2
Шахта № 2, уклон № 2* . . .	2,94	—	—	—	—	2,94
В том числе дебит известково-мергел. толщи . . .	1,8	—	—	—	—	1,8
Общее количество откачиваемых вод из шахты № 2	4,68	—	—	—	—	4,68
Шахта № 1 по центр. уклону	0,2	—	—	—	—	0,2
Шахта № 1 по откат. укл. . .	0,1	—	—	—	—	0,1
Всего по шахте № 1 . . .	0,3	—	—	—	—	0,3

Таким образом, общий дебит откачиваемых шахтных вод по шахтам № 1 и № 2 приблизительно равен $5 \text{ л/сек. } 16 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{год}$, из которых на долю грунтовых вод известково-мергелистой толщи падает $1 \text{ л/сек. } 9 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{год}$, а остальные воды, 2 л/сек. , очевидно, идут за счет водоносного горизонта сланцево-глинистой свиты.

Исследование дебита ручейка, образованного в результате стока откачиваемых шахтных вод из шахты № 2, показало, что его дебит равен в среднем (июнь м—ц) $3,25 \text{ л/сек.}$, т. е. наблюдается значительная разница между количеством откачиваемой воды из шахты № 2 ($4,68 \text{ л/сек.}$) и количеством сбрасываемых вод в р. Сакму; разница равна $1,43 \text{ л/сек.}$ Такой дефицит воды может быть объяснен как потерей вод на испарение с водной поверхности ручья, на транспирацию болотной растительности, густо покрывшей ручей, и некоторой инфильтрацией и, возможно, просачиванием их до шахтных выработок. Специальных исследований по этому вопросу не было организовано; предположительно возврат откачиваемых в шахту вод не должен превышать $0,5—1 \text{ л/сек. } (15 \cdot 10^3 \text{ м}^3—30 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год})$.

Подставляя полученные величины в вышеприведенную формулу, находим:

$$A = (Q_{\text{ак. зап.}} + Q_{\text{атм.}} + Q_{\text{откр.}}) - (Q_{\text{гр.}} + Q_{\text{пит.}} + Q_{\text{откач.}} + Q_{\text{утечи.}}) = \\ = (80\,000 + 30\,000) - (55\,000 + 160\,000) = -150\,000 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Таким образом наблюдается превышение расхода над приходом, что естественно сказалось в уменьшении статических вековых запасов грунтовых вод, в частности известково-мергелистой свиты, и понижение его уровня, что подтверждается как по шурфу № 12(5), из которого в настоящий момент рудник снабжается питьевой водой, абс. отм. уровня вод в нем была в 1930 г. 47,02 м и в 1938 г. 45,5 м, т. е. понижение произошло на 1,48 м, так и по роднику на берегу р. Сакмы у шахты № 1; уровень в нем понизился на 2,5 м. Таким образом в среднем понижение уровня грунтовых вод известково-мергелистой толщи приблизительно равно 2 м.

Баланс грунтовых вод известково-мергелистой толщи складывается, как это отмечено выше, из прихода за счет инфильтрации атмосферных вод—80 000 м³/год—и расхода на нужды населения—55 000 м³/год и утечки в сланценосную свиту в районе шахты № 2—90 000 м³/год. Таким образом ежегодный дефицит, равный 65 000 м³, пополняется за счет вековых запасов этого горизонта. В целях борьбы с истощением ценного питьевого водоносного горизонта известково-мергелистой свиты следует производить томпонирование как вновь разведываемых выработок (автору приходилось наблюдать, когда разведочные шурфы, заложенные еще в 1930 г., до сих пор продолжают играть роль поглощающих колодцев и в них грунтовая вода известково-мергелистой толщи сочится в сланцевую свиту). То же мы наблюдаем по шахте № 2, где в результате отсутствия томпонажа в вентиляционном шурфе и откачной скважине водоносный горизонт известково-мергелистой свиты свободно поглощается и мощными струями устремляется в шахтные выработки (дебит см. выше) и тем самым обводняет пласты горючего сланца и в то же время истощаются запасы пресных питьевых вод, очень ценных для рудника.

Минерализация вод известково-мергелистого водоносного горизонта также повысилась, что можно связать с подпитыванием его за счет других более засоленных водоносных горизонтов.

Выводы.

1. Геологическое строение Савельевского месторождения горючих сланцев определяется развитием отложений глинисто-сланцевой и известково-мергелистой толщи нижневолжского яруса верхней юры. Последние покрываются ниже-меловыми, акчагыльскими и четвертичными песчано-глинистыми осадками. Верхне-юрские и ниже-меловые отложения залегают согласно, тектони-

чески нарушены и представляют пологое крыло антиклинали с пологим падением на юго-восток и осложненное тангенциальными и радиальными дислокациями. Акчагыльские осадки пластуются горизонтально, выполняя неровности древнего рельефа.

Геоструктурные особенности неблагоприятны для пополнения запасов грунтовых вод.

2. Грунтовые воды в районе местонахождения горючих сланцев представлены несколькими водоносными горизонтами:

- 1) в пластах горючего сланца ниже-волжского яруса с малым дебитом и высокой минерализацией;
- 2) в известково-мергелистой свите того же яруса с более повышенным дебитом и незначительной минерализацией, оба водоносных горизонта относятся к типу трещинных;
- 3) в ниже-меловых отложениях с небольшим дебитом и высокой минерализацией;
- 4) в акчагыльских и
- 5) четвертичных осадках с пестрой минерализацией и незначительным дебитом.

3. Циркуляция шахтных вод в сланцевой свите протекает по трещинам, которые могут быть разделены на трещины-отдельности, трещины, образовавшиеся в результате просадки пород в горных выработках, и тектонические трещины; последние обычно выполнены кальцитом в форме щетковидных скоплений кристаллов и пиритом.

4. Наиболее засоленные шахтные воды приурочены к забоям выработок, в то время как воды помойниц и водоотливных выработок являются менее минерализованными. Таким образом обводнение шахт происходит главным образом за счет поступления более опресненных вод известково-мергелистой толщи через водоотливные и вентиляционные выработки шахт, разведочные выработки и через кровлю обрушения горных пород. Это подтверждается также общим понижением на 2-3 м статического уровня грунтовых вод известково-мергелистой толщи, повышением минерализации грунтовых вод и меньшей естественной влажностью горючих сланцев в забоях штреков, чем в более высоких выработках.

5. Общий дебит откачиваемых вод из шахты № 1 равен приблизительно 0,3 л/сек., а по шахте № 2—4, 68 л/сек., в том числе дебит вод из кровли горючих сланцев по шахте № 2, равен 3 л/сек., т. е. 2/3 всех шахтных вод шахты № 2 поступает за счет вышележащих грунтовых вод водоносного горизонта известково-мергелистой толщи.

6. Питание шахтных вод происходит за счет известково-мергелистого и сланцевого водоносных горизонтов и за счет инфильтрации атмосферных сточных вод (район Каменного дола), последнее подтверждается увеличением дебита откачиваемых шахтных вод в весенний период примерно на 1/3. Утечка вод из открытых водоемов (р. Сакма) и подпитывание тем самым шахтных

вод существенного значения не имеют, вследствие значительной водоупорности покровных отложений и наличия водонепроницаемых прослоев, что подтверждается также малой обводненностью штреков, примыкающих к р. Сакме. Поступление откаченных вод вновь в шахту № 2 со стороны Каменного дола, куда они сбрасываются, не исключается, так как дебит этого ручейка значительно слабее, чем дебит откачиваемых вод из шахты.

7. Шахтные воды по минерализации относятся к хлористо-натриевым и сульфатным, причем наблюдается резкое увеличение серно-кислых солей в воде заброшенных штреков, за счет разложения пирита и окисления битумов.

8. В целях борьбы с обводнением шахт и в то же время с истощением запасов питьевой воды известково-мергелистого водоносного горизонта следует производить томпонирование разведочных выработок, а также водооткачных, вентиляционных устройств шахт и сбрасывать означенную воду из шахт по специально устроенным канавам с глинобитной одеждой с отводом за пределы шахтных полей.

Для всестороннего изучения затронутых вопросов следует произвести более детальные специальные гидрогеологические исследования в районе Савельевского месторождения горючих сланцев и производить стационарные наблюдения за количеством откачиваемых вод из шахт.

9. Водоснабжение рудника питьевой водой следует базировать на использовании вод известково-мергелистого водоносного горизонта, вполне пригодного для этих целей. Буровые колодцы необходимо закладывать вдали от горных разработок ближайших лет.

10. Геоструктурные и гидрогеологические условия позволяют производить осушение сланцевой свиты до начала разработок.

ЛИ Т Е Р А Т У Р А

1. Вечканов, П. Ф. Очерк Савельевского месторождения горючих сланцев Пугачевского района Саратовской области. Рукопись 1935. Материалы НВП.
2. Можаровский, Б. А. гидрогеологический очерк бассейна р. Сакмы в связи с водоснабжением электроцентрали на Савельевских сланцах. Труды Н-И и геологии при СГУ, в. 1, 1936.
3. Кузин, В. Н. Отчет о геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях по Сакминскому участку Саратовского края, в связи с проектированием плотины, водохранилища и Савельевской ТЭЦ. Материалы НВП, рукопись, 1936.
4. Нехаев, Б. А. Гидрогеологическая характеристика Савельевского месторождения горючих сланцев. Материалы Н.-В. г. управления, рукопись. 1938.
5. Камышева-Елпатьевская, В. Г. Гидрогеологический очерк бассейна р. Б. Иргиза. Труды Н.-И. и геологии при СГУ, в. 1, 1936.
6. Кузин, В. Н. Краткая инженерно-геологическая характеристика четвертичных отложений Заволжья. Труды Н.-И. и геологии при СГУ, в. 1, 1936.
7. Проф. Можаровский, Б. А. и ст. асс. Камышева-Елпатьевская, В. Г. Выходы горючих сланцев Нижне-Волжского округа, в пределах

III листа 10-верстной карты Европейской части СССР. Материалы к проблеме горючих сланцев Нижне-Волжского края. Крайплан. 1930.

8. Розанов, А. Н. Основные черты геологического строения Саратовского Заволжья в связи с глубоким бурением в газоносном районе. Б. М. О. И. П., IX, 1931.

9. Прасолов, Л. и Неуструев, С. Николаевский уезд. Материал для оценки земель Самарск. губ., т. 1, 1894.

10. Попов, Н. М. и Горяинова, О. Н. Геолого-разведочное обследование месторождения горючих сланцев в долине р. Сакмы, в районе с. Савельевки, Пугачевского округа, Н.-В. края в 1928 г. Фонд Н.-В. г. у., г. Саратов, рукопись.

11. Степанов, П. И. и Мионов, С. И. Геология месторождений каустобиолитов. 1937 г. ОНТИ.

ВЫХОДЫ МЕЛА В РАЙОНЕ ОЗИНСКОГО ИЗВЕСТКОВОГО ЗАВОДА

И. Ф. Лобанов

I. Введение

Район Озинского известкового завода Саратовской области расположен на юго-западном отроге Общего Сырта, вытянутом с северо-востока на юго-запад и служащим водоразделом р. р. Волги и Урала. Обследованный район, несколько вытянутый с запада на восток, примыкает к левому склону долины р. Чалыкы. Он находится между $51^{\circ} 7'$ и $51^{\circ} 11'$ северной широты и $49^{\circ} 33'$ и $49^{\circ} 44'$ восточной долготы, имеет максимальные высотные отметки 172 м, снижаясь в тальвеге р. Чалыкы до 80 м абсол. высоты.

Р. Чалыкла, прорезая участок в направлении с запада—юго-запада на восток—северо-восток, представляет собой типичную степную речку с выработанной долиной и извилистым руслом, без постоянного тока воды в летнее время.

Рельеф обследованного участка выражен рядом холмов, водораздельных гряд, расчлененных долинами и логами.

Кроме долины р. Чалыкы, на обследованном участке наиболее значительными по величине понижениями являются Ягодный и Широкий лога. Оба лога вытянуты с северо-запада на юго-восток и впадают в р. Чалыклу. Они разделены между собою узким водораздельным увалом сыртовых глин. Ягодный лог примыкает к этому увалу сыртовых глин с юго-запада, а Широкий лог с северо-востока. Ягодный лог имеет протяженность 3,5 км, а Широкий—2,5 км. Оба лога имеют очень пологие задернованные склоны и задернованное дно. Лишь местами встречаются на дне логов следы размыва, оставленные весенними водами.

Кроме названных логов, имеются еще и другие такого же типа лога, но меньшие по величине.

Несмотря на значительные колебания высотных отметок, действующие овраги встречаются очень редко, что объясняется климатическими условиями юго-востока и густотой древней эрозивной сети ложбин и балок с закрепленными склонами. Характерной чертой района является наличие структурных форм рельефа в виде узких сыртов, гривок и гряд, вытянутых по простиранию дислоцированных пород. Малое количество естественных обнажений, обусловленное характером рельефа,

в значительной мере затрудняло изучение геологического строения района.

При изучении выходов мела нами были использованы главным образом карьеры известкового завода и шурфы, заложенные георазведочной партией треста „Востокнефть“.

II. Общая геологическая характеристика района

В геологическом строении обследованного участка принимают участие верхне-юрские, меловые, третичные и послетретичные отложения. Юрские отложения выходят на дневную поверхность в центральных частях поднятий и слагают ядра куполов, меловые и третичные залегают по периферии последних. Межкупольные пространства в основном выполняются третичными породами.

Верхне-юрские отложения.

1. Нижне-волжский ярус. Отложения нижне-волжского яруса представлены двумя зонами—нижняя глинисто-сланцеватая с *Perisphinctes panderi* d'Orb. и верхняя известково-мергелистая зона с *Virgatites virgatus* Buch.

а) Зона *Perisphinctes panderi* d'Orb. в нижней своей части представлена мергелистыми глинами с мелкими фосфоритовыми конкрециями, она достигает 15 м мощности. Выше залегают сланцеватая толща, состоящая из целого ряда чередующихся пластов серых мергелистых глин, синевато-серых сланцеватых глин с подчиненными им слоями горючих сланцев. Мощность этой толщи 30 м.

В сланцевой толще нами найдены следующие формы: *Perisphinctes panderi* d'Orb., *Virgatites virgatus* Buch., *Virgatites* cf. *Scythicus* Vischn., *Bell. absolutus* Fisch., *Aucella pallasi* Keys.

б) Зона *Virgatites virgatus* Buch. представлена серыми желтовато-серыми мергелями, с прослоями крепких известняков и мергелистой глины с гипсом и включениями кристаллического шестоватого кальцита. Данная зона характеризуется следующими ископаемыми формами: *Virgatites virgatus* Buch., *Perisphinctes Nikitini* Mich., *Aucella mosquensis* Keys., *Ostrea* cf. *deltoides* Sow., *Terebratula* sp., *Serpulla* sp., членики морских лилий *Pentacrinus* и иглы морских ежей. Мощность ее 17—20 м (см. прил. обнаж. № 4-а, шурфы №№ 16, 17, 18 и 20).

Для химической характеристики приведу результаты химического анализа двух образцов, типичных для названной зоны: мергель из обнаж. № 4-а, обр. № 22 и глина из шурфа № 17, обр. № 45 (см. табл. 1).

Сланцевая и известково-мергелистая толща выходит на дневную поверхность в ядрах поднятий.

2. Верхне-волжско-валанжинские слои начинаются кварцево-глауконитовыми песками, с желваками фосфоритов. Они обнажаются в ж.-д. петле и имеют мощность до 0,6 м.

Таблица 1

Компоненты	Сблж. № 4 а Обр. № 22	Шурф. № 17 Обр. № 45
	Колич. %	Колич. %
Гигроскопическая влага	0,48	0,57
Потеря при прокаливании	39,06	10,66
Нерастворимый остаток	—	—
SiO ₂	7,82	51,42
R ₂ O ₃	3,50	26,00
Fe ₂ O ₃	1,00	8,49
SO ₃	1,20	4,97
CaO	48,50	3,00
MgO	0,79	1,91
CaCO ₃	85,54	—

Меловые отложения

1. Аптский ярус (Ст. 1). Аптские отложения представлены синеваато-серыми и темносерыми глинами с большим содержанием гипса и глинисто-сидеритовых конкреций. Глина содержит мелкие формы гастропод и пелеципод; изредка в ней встречаются аммониты. В верхней части аптских отложений преобладают тонкослойные шоколадного цвета глины с прослоями слабозеленых мергелей. Мощность аптских отложений, по данным П. А. Шиндяпина², определяется в 80 м.

2. Гольтский ярус (Ст. 1) выражен синеваато-серыми глинами с тонкими прослоями мучнистого песка. На глинах залегает плотный, сливной, слабо известковый песчаник зеленоваато-серого цвета. Выходы его имеются около места впадения Ягодного дола в р. Чалыклу у с. Озинок. По данным И. И. Кром³ пласты падают на юго-юго-запад под углом 10° (см. прил. шурфы № 11 и № 19 и обр. №№ 39, 40 и 47, 48).

3. Сенюман (Ст. 2). На правом берегу Ягодного дола, недалеко от впадения его в р. Чалыклу П. А. Шиндяпин² отмечены сенюманские отложения. Они представлены плотными глинами темносерого цвета, слоистого сложения. На глубине 10—14 м глины содержат остатки фауны: *Actinocamax primus* Arkh., *Inoceramus cf. orbicularis* Sow., *Inoceramus concentricus* Park.

4. Сенон (Ст. 2). Сенонские отложения трансгрессивно залегают на глинах сенюмана. В основании сенона П. А. Шиндяпин² отмечен фосфоритовый горизонт, состоящий из глауконитового песка и зеленоваато-серых желваков фосфорита в 2—3 см диаметром. Мощность фосфоритового горизонта достигает 0,5—1 м. Выше залегают серые глины и кремнистые мергеля с *Actinocamax verus* Mill., *Fteria tenuicostata* Roem. (по Каменскому⁴). Мощность 20 м.

Кремнистые мергеля в верхней части переходят в мощную толщу белого лисчего мела с редкими железистыми конкрециями и железистыми разводами. В сенонских отложениях нами отмечены многочисленные *Echynocoris ovata* Lam., *Bell lanceolata*, Schloth, *Bell. mucronata*, Schloth, *Inoceramus* sp., *Baculites* sp. По данным П. А. Шиндяпина², здесь же найдены—*Rhynchonella octaplicata* Sow., *Terebratula carnea* Sow.

Толща меловых отложений заканчивается горизонтом зеленоваато-серых глин и мергелей датского яруса с остатками морских ежей и мшанок (см. прил. обнаж. №№ 1, 2, 3 и 5, шурфы №№ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 и 15).

Для качественной характеристики приведу результаты химического анализа образцов из шурфов №№ 1, 2, 6, 9, 12, 14 и 15.

Таблица 2

Компоненты	Номера образцов и содержание компонентов в процентах						
	26	28	33	37	41	42	43
Гигроскопическая влага	0,39	0,56	3,00	0,45	0,17	0,93	0,17
Потеря при прокаливании	12,45	39,13	27,50	41,73	43,50	42,93	43,59
Нерастворимый остаток	—	—	—	3,66	0,44	2,08	—
SiO ₂	60,56	7,42	29,00	1,10	0,32	0,70	1,20
R ₂ O ₃	12,20	4,70	9,00	0,30	0,20	0,30	1,00
Fe ₂ O ₃	2,80	1,60	3,4	—	—	—	—
SO ₃	1,09	1,20	0,62	0,17	0,03	0,65	1,37
CaO	10,50	47,20	31,50	52,30	55,09	53,20	52,90
MgO	1,92	0,90	1,34	0,47	0,39	0,70	0,72
CaCO ₃	18,74	84,25	56,25	93,36	98,18	94,96	94,42

Третичные отложения

Третичные отложения описываемого участка относятся к сызранскому и саратовскому ярусам палеоцена и к акачгальскому ярусу верхнего плиоцена.

1. Сызранский ярус имеет большое распространение. Он выходит на дневную поверхность в северной и северо-восточной части участка. Сызранский ярус представлен светлыми и синеваато-серыми опоками, светло-серыми и зеленоваато-серыми глинами и опоковидными песчаниками. Мощн. 40—50 м (см. прил. обр. №№ 51, 61).

2. Саратовский ярус. Водораздельные увалы, сложенные отложениями сызранского яруса, во многих местах покрыты островками песков и песчаников саратовского яруса. Пески саратовского яруса чаще мелкозернистые с отдельными крупными зернами кварца, реже разнозернистые. Они подверглись сильному размыву и вследствие этого сохранились только в с.-в. части участка, у ст. Озинки. Здесь залегание песков сильно

нарушено, слои смяты и обнаруживают падение на запад под углом до 55° .

В песках и песчаниках встречается следующая фауна: *Tellina* cf. *Saratovensis* Arkh., *Nathea* sp., многочисленные *Pectunculus volgensis* Netsch., *Apporhais* sp. Мощи саратовского яруса достигают 40—50 м (см. прил. обр. №№ 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 и 60).

Ниже привожу данные химического анализа трех образцов песков саратовского яруса из расчистки № 6 (в 1,5 км к СЗ от ст. Озинки), обр. 52, 53 и 54.

Таблица 3

Компоненты	Номера образцов и содержание компонентов в процентах		
	52	53	54
Гигроскопическая влага	0,39	0,69	0,52
Потеря при прокаливании	0,80	1,20	0,92
SiO ₂	96,66	94,72	95,46
R ₂ O ₃	2,50	2,30	2,70
Fe ₂ O ₃	0,80	1,60	0,80
SO ₃	0,58	1,30	0,96
CaO	—	0,80	0,20
MgO	0,39	0,47	0,25

3. Акчагыльский ярус. Акчагыльские осадки не имеют сплошного распространения. Они прослеживаются лишь отдельными пятнами в долинах рек и балок и на крыльях поднятий, причем к центру поднятий они быстро выклиниваются. Акчагыльские отложения в пределах обследованного участка обнаружены буровой скважиной Саратовской геол. конторы, заложенной в долине р. Чалыклы, у ст. Озинки. Здесь они залегают на сенонских отложениях мела и достигают 135 м мощности, литологически они представлены чередующимися слоями серых и зеленовато-серых глин песков.

Послетретичные отложения

Послетретичные отложения представлены плотными сырцовыми глинами желто-бурого цвета. Эти сырцовые глины развиты в долине р. Чалыклы, а также слагают собою узкий водораздельный увал, протягивающийся между Ягодным и Широим долом. Мощность их увеличивается на водоразделах, где она достигает 30 м.

III. Тектоника

Основные черты тектоники обследованного участка определяются наличием соляного купола и продольного сброса. Купол имеет овальную форму с двумя центрами поднятий: одно в северо-восточной части участка, в ж.-д. петле, а второе в Ши-

роком долу. Оба поднятия вытянуты с северо-востока на юго-восток. Крылья их имеют перекинальное падение.

Северо-восточное ядро отделяется от юго-западного продольным сбросом, проходящим по правому склону Ягодного дола. Вследствие этого нарушения в долине р. Чалыклы, при впадении в нее Ягодного дола, сенонские мергеля и породы виргатитовой зоны юры находятся почти на одном уровне.

IV. Распространение и строение меловой толщи

Меловые отложения слагают крылья указанных выше куполообразных поднятий, они в виде широкой полосы оконтуривают центры поднятий с восточной, северной и западной сторон. В южной части участка, ближе к долине р. Чалыклы, мел скрывается под сырцовыми глинами. Между Ягодным и Широим долами меловой массив перекрыт темножелтыми сырцовыми глинами, которые в виде узкой полосы в 1 км шириной тянутся с юго-запада на северо-запад.

Меловые отложения сенона имеют слоистое строение, которое хорошо заметно в карьерах известкового завода, где можно различать от 5 до 6 слоев мела, мощностью от 0,65 до 3,45 м.

Карьер № 1. Наблюдается следующая мощность пластов мела (по порядку сверху вниз в м): 1,25; 1,75; 1,80; 1,55; 0,65; 0,95; суммарная мощность 7,45 м.

Карьер № 2.—1,50; 1,20; 1,45; 1,25; 1,10; 3,45; общая мощность 9,95 м.

Карьер № 3.—1,50; 1,20; 1,45; 1,25; 1,55; суммарно—6,25 м.

Пласты мела совершенно сходны по своему внешнему виду и разделяются между собою только тонкими (5—10 мм.) прослоями глинисто-мергелистых пород с железистыми корочками. Пласты падают перекинально от центра поднятия купола под углом от 5° до 18° и по направлению падения скрываются под отложениями сызранского яруса. В 2,5 км от известкового завода, у ж.-д. ст. Озинки, мел вскрыт скважиной Саратовской геол. конторы на глубине 135 м, непосредственно под отложениями акчагыла. Среднее падение пластов мела на запад определяется углом в 5° . Общая средняя мощность сенонской толщи, по данным предыдущих исследователей, исчисляется в 80 м (И. И. Кром, П. А. Шиндяпин).

Скважиной треста „Востокнефть“, заложенной близ хутора Ленинского, пройдены сенонские отложения мощностью в 130 м. Восточная часть мелового поля, в районе известкового завода, разбита многочисленными трещинами различного направления. Контакт с ниже-меловыми и юрскими породами сильно нарушен сбросовыми трещинами.

В левой стенке карьера № 1 замечено куполообразное поднятие 6 м в диаметре и 5,5 м высоты, как бы разрывающее общее слоистое строение меловой толщи (рис. на стр. 72).

V. Микроструктура мела

Акад. Архангельский¹ о составных частях мела юго-востока пишет следующее:

1. Значительная, часто наибольшая часть мела (от 15 до 70 и больше процентов) состоит из остатков пелагических водорослей.

2. Такая же роль в строении мела принадлежит порошкообразному кальциту, происхождение которого с точностью установить нельзя; часть его может произойти за счет скелетов донных организмов, часть же за счет разрушения пелагических организмов.

3. Весьма важное значение в некоторых разностях мела играют так наз. „сферы“, природа которых не выяснена; они могут быть как пелагическими, так и донными организмами.

4. На долю фораминифер как донных, так и пелагических, приходится максимум 10%, чаще же несомненно меньше.

5. Участие скелетов многоклеточных организмов в строении мела весьма невелико; они лишь в исключительных случаях составляют 10% породы.

6. Нерастворимые элементы образуют в типичных породах 2,34%; в мергельно-меловых количество их подымается до 28,2%.

7. Наибольшая часть нерастворимого остатка приходится на глину и лишь 0,03% на минеральные зерна."

Микроструктура озинского белого писчего мела мной исследована в шлифах, изготовленных из штуфовых проб, взятых из различных слоев в карьерах и шурфах обследованного участка.

В шлифах под микроскопом наблюдается порошкообразная масса, состоящая из мельчайших кристалликов кальцита, размерами до 1 μ , и частиц, находящихся за пределами видимости микроскопа. Кроме основной порошкообразной массы, в шлифах ясно видны остатки разнообразной микрофауны и так назыв. „сфер“. Несколько „сфер“ были измерены по взаимно перпендикулярным направлениям. Диаметры их в различных шлифах измеряются от 0,0690 до 0,14 мм.

По Кайе, диаметры „сфер“ французского писчего мела достигают от 0,06 до 0,08 мм, редко 0,1 мм. Исследованию подвергалась также и основная цементирующая масса. Из этой массы приготавливались мазки и рассматривались под большим увеличением микроскопа (1200 раз). При этом удавалось наблюдать кокколиты правильной формы, которые, путем сравнения с рисунками в таблицах акад. Архангельского¹, отнесены мною к следующим видам: *Cribrosphera Ehrenbergi* и *Coccolithophora Cretacea*. Размеры найденных форм изменяются от 5 до 8 μ . Вся микрофауна, отмеченная в шлифах, отнесена к следующим родам и видам фораминифер.

Большое количество *Orbignina ovata* Hagenov., *Cibicides* sp., *Giroidina* sp. Кроме того, часто встречаются *Heterostamella* sp.,

Morginulina sp., *Arenobulimina* sp., *Nodosoria* sp., *Spiroplectamina biformis*, *Globigerinae* sp., *Ellipsoidina* и др.

Озинский писчий мел по своему составу приблизительно соответствует вышеизложенному делению акад. Архангельского. Характерной особенностью его является большое развитие „сфер“, которые, по моему наблюдению, составляют 5—10% породы.

Наиболее трудным решением вопроса является установление генезиса цементирующей массы. Акад. Архангельский² в упомянутой работе пишет: „За счет каких организмов образовалась главная часть порошкообразного кальцита восточно-русского мела, мы с уверенностью сказать не можем“.

Наблюдая в шлифах постепенный переход и слияние отдельных участков микрофауны с цементирующей массой, особенно в подпочвенных горизонтах, а также рассматривая обломки кокколитов в мазках, можно заметить на разрушенных краях кокколита отдельные частицы, подобные мельчайшим частицам цемента. Переход фораминифер в цемент, сходство частиц, составляющих кокколиты и цемент, наводят на мысль, что вся масса цемента представляет собою разрушенные фораминиферы и кокколиты.

Для более основательного обоснования этого вопроса, несомненно, требуется более обширное специальное исследование.

VI. Химико-технологические свойства мела

Для химико-технологического исследования был взят мел из обнаж. № 1, 2 и 3. Пробы подверглись химическому анализу методом соляно-кислых вытяжек. Анализ производился в лаборатории Геологического института СГУ.

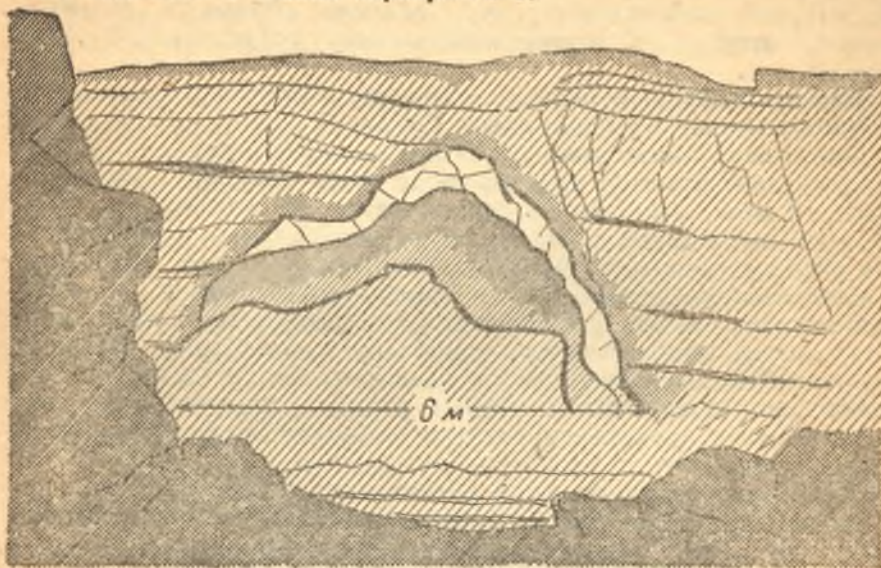
Данные анализа лаборатории Института геологии СГУ

Таблица 4

Компоненты	Номера образцов и содержание компонентов в процентах					
	3	5	8	11	17	20
Гигроскопическая влага	0,21	0,20	0,29	0,26	0,28	0,64
Потеря при прокаливании	43,65	42,71	43,40	42,72	42,48	40,09
Нерастворимый остаток	0,8	1,26	0,8	1,64	0,62	6,0
SiO ₂	0,68	0,9	1,10	1,38	1,56	1,40
R ₂ O ₃	0,6	1,2	1,6	1,2	1,3	1,7
Fe ₂ O ₃	0,65	0,86	1,03	1,09	1,37	0,96
CaO	53,5	53,6	52,8	53,0	53,0	42,7
MgO	0,62	0,62	0,54	0,76	0,43	0,65
CaCO ₃	95,49	95,67	93,72	94,67	94,60	88,71

Из шести образцов, подвергнутых анализу, только один образец № 20 отличается от всех остальных как по содержанию

нерастворимого остатка, так и по содержанию CaCO_3 . Образец № 20 по внешнему виду ни чем не отличается от остальных образцов мела. Он был взят из куполообразного поднятия, ясно видимого в стенке карьера № 1.



Куполообразное поднятие в стенке карьера № 1.

Приведу для сравнения данные химического и технологического анализа мела, полученные в лаборатории РУжд.

Таблица 5

Компоненты	Карьер № 1	Карьер № 2	Карьер № 3
	печь 1	печь 2	печь 3
Гигроскопическая влага	1,08	4,35	11,15
Потеря при прокаливании	41,14	42,92	42,98
Нерастворимый остаток	5,65	2,30	2,46
R_2O_3	1,02	0,73	0,56
CaO	51,95	53,75	53,75
MgO	0,95	0,35	0,35
SO_3	Следы	Следы	Следы
CaCO_3	92,76	98,87	95,80

По содержанию CaCO_3 несколько отличается мел из карьера № 1. Все три пробы относятся лабораторией Ружд к CaCO_3 , которые при обжиге дают тощую воздушно-сухую известь. Выход теста из 5 кг равняется 11,25 извести в литрах. По качеству подходит к техническим условиям ост. 2643.

VII. Запасы мела и условия его разработки

Запасы мела обследованного района значительны. В настоящее время идет эксплуатация этого месторождения известковым заводом, который вырабатывает 210,000 м³ в год.*

Разработка ведется тремя открытыми карьерами: первый глубины 7,45 м, второй—9,95 м, третий—6,95 м. Проектная глубина разработки принята заводом 12 м.

Около карьеров расположены три печи для обжига мела. Готовая известь выгружается прямо к полотну железной дороги, что создает исключительно благоприятные условия для вывоза извести к строительным объектам.

Из-за отсутствия буровых скважин и других соответствующих разведок запасы мела устанавливались нами по естественным обнажениям, шурфам и закопушкам.

При подсчете запасов мела нами принята проектная глубина в 12 м и площадь выхода мела на дневную поверхность в 22 кв. км. На этой площади до глубины 12 м разработку мела можно вести путем открытых карьеров. Таким образом запасы по всем категориям могут определяться приблизительно в 250 млн. м³.

VIII. Заключение

1. Площадь выходов мела в районе Озинского известкового завода равна 22 кв. км.

2. Меловая толща, вскрытая карьерами, имеет пластовое строение и по геологическому возрасту относится к сенону.

3. В карьерах вскрыто 5—6 пластов мела, разделенных тонкими мергелистыми прослоечками. Пласты имеют мощность от 0,65 до 3,45 м, с качественной стороны более или менее одинаковы.

4. Пласты падают от центра купола к его периферии под углом от 5 до 18°.

5. Общие запасы мела по категории „С“ могут оцениваться в 250 000 000 м³.

6. Мел отвечает основным требованиям, предъявляемым к сырью, для получения тощей воздушно-сухой извести. Последняя по своему качеству соответствует техническим условиям ост. 2643.

7. Наличие вблизи известкового завода довольно мощных скоплений песка создает весьма выгодное сочетание для развития здесь производства силикатного кирпича.

8. Известковый мергель из шурфа № 2 обр. № 28 и из шурфа № 6, обр. № 33 дает основной модуль от 0,9 до 3,4 и заслуживает внимания, как сырье для портланд-цемента.

* Цифра относится к 1936 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ

МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
ОБРАЗЦОВ МЕЛА И ДРУГИХ ПОРОД ИЗ ОБНАЖЕНИЙ, ШУРФОВ
И ПРОКОПОВ В РАЙОНЕ ОЗИНСКОГО ИЗВЕСТКОВОГО ЗАВОДА

ОБНАЖЕНИЕ № 1

Стенка карьера № 3.

Слой 1, глубина от 0,00 до 1,25 м, мощность—1,25 м. Мел грязновато-белого цвета с редкими пятнами окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 1.

Слой 2, глубина от 1,25 до 2,80 м, мощность—1,55 м. Мел грязновато-белого цвета, с вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 2.

Слой 3, глубина от 2,80 до 4,10 м, мощность—1,30 м. Мел грязновато-белого цвета, со слабым буроватым оттенком, с вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 3.

Слой 4, глубина от 4,10 до 5,65 м, мощность—1,55 м. Мел буровато-белого цвета, с вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 4.

Слой 5, глубина от 5,65 до 6,25 м, мощность—0,65 м. Мел грязновато-белого цвета, с буроватым оттенком, с редкими разводами и вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 5.

Слой 6, глубина от 6,25 до 7,20 м, видимая мощность—0,95 м. Мел грязновато-белого цвета, с железистыми разводами, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 6.

ОБНАЖЕНИЕ № 2

Стенка карьера № 2 известкового завода.

Слой 1, глубина от 0,00 до 1,50 м, мощность—1,50 м. Мел грязновато-белого цвета, с желто-буроватым оттенком, с разводами окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 7.

Слой 2, глубина от 1,50 до 2,70 м, мощность—1,20 м. Мел грязновато-белого цвета, со слабым желтоватым оттенком, с вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 8.

Слой 3, глубина от 2,70 до 4,15 м, мощность—1,45 м. Мел грязновато-белого цвета, с желтоватым оттенком, с мелкими пятнами окиси железа, с фауной морских ежей. Образец № 9.

Слой 4, глубина от 4,15 до 5,40 м, мощность—1,25 м, мел грязновато-белого цвета, с желтоватым оттенком, с включениями окиси железа, с корочками ожелезненного кальцита, с фауной *Bellerophites*. Образец № 10.

Слой 5, глубина от 5,40 до 6,50 м, мощность—1,10 м. Мел грязновато-белый, с железистым оттенком, с включениями окиси железа и с разводами. Порода дает черту, с HCl бурно вскипает, содержит фауну. Образец № 11.

Слой 6, глубина от 6,50 до 9,95 м, мощность—3,45 м. Мел грязновато-белого цвета, с редкими вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает, содержит остатки морских ежей. Образец № 12.

ОБНАЖЕНИЕ № 3

Стенка карьера № 1 известкового завода.

Слой 2, глубина от 0,50 до 2,00 м, мощность—1,50 м. Мел белого цвета, местами с пятнами окиси железа, дает черту, с HCl вскипает. Образец № 14.

Слой 3, глубина от 2,00 до 3,20 м, мощность—1,20 м. Мел грязновато-белого цвета, без включений, дает черту, с HCl вскипает. Образец № 15.

Слой 4, глубина от 3,20 до 4,65 м, мощность—1,45 м. Мел грязновато-белого цвета, с железистыми пятнами и разводами, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 16.

Слой 5, глубина от 4,65 до 5,90 м, мощность—1,25 м. Мел грязновато-белого цвета, с редкими вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 17.

Слой 6, глубина от 5,90 до 6,45 м, мощность—0,55 м. Мел грязновато-белого цвета, с бурным оттенком, с железистыми конкрециями, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 18.

Брекчия трения по тектоническим трещинам, разбивающим мел в карьере по различным направлениям; местами заметны зеркала скольжения. Образец № 19.

Куполообразное поднятие в левой стенке карьера (рис. на стр. 72). Мел серовато-белого цвета, с вкраплениями окиси железа, дает черту с HCl вскипает. Образец № 20.

Стенка шурфа в центральной части ж.-д. петли и канавы, проходящей по направлению на запад.

Слой 1, глубина от 0,0 до 1,60 м, мощность—1,60 м. Глина синевато-темносерая, комковатая, местами ожелезненная с прослоями и включениями кристаллического кальцита. Образец № 21.

Слой 2, глубина от 1,60 до 2,25 м, мощность—0,65 м. Мергель буровато-серого цвета, плотный, с желтовато-бурным оттенком, с глинистыми прослоями светлосерого цвета, с HCl вскипает. Образец № 22.

Слой 3, глубина от 2,25 до 2,75 м, мощность—0,50 м. Грязновато-белый мергель с прослоями бурой глины, железистыми конкрециями и желваками, с тонкими прослоями и включениями кристаллического кальцита. Образец № 23.

Слой 4, глубина от 2,75 до 9,85 м, видимая мощность—7,10 м. Горючие сланцы темносерые тонкосланцеватые, с ржавыми пятнами окиси железа и желтыми пятнами и включениями серы, с растительными остатками и многочисленными отпечатками аммонитов и мелких двусторчаток и пиритизированными железистыми конкрециями. Образец № 24.

Шурф № 1, расположенный в 500 м к северо-востоку от карьера № 1 известкового завода.

Слой 1, глубина от 0,00 до 2,10 м, мощность—2,10 м. Глина зеленовато-серая, плотная, слабо мергелистая, с блестками слюды, с HCl вскипает слабо. Образец № 26.

Слой 2, глубина от 2,10 до 4,60 м, мощность—2,50 м. Мелоподобный мергель, грязновато-белого цвета, с зеленовато-серым оттенком, с блестками слюды, дает черту, с HCl бурно вскипает. Образец № 27.

Шурф № 2, находящийся в поселке известкового завода, около котторы Глина темносерого цвета, комковатого сложения, с зеленоватым оттенком, мергелистая (с HCl вскипает), с вкраплениями окиси железа. Видимая мощность до 0,75 м. Образец № 28.

Уступ, протягивающийся от 2-го карьера по направлению к поселку известкового завода. Мергель буровато-белого цвета, рыхлый, пористый, HCl бурно вскипает. Образец № 29.

Шурф № 4,—расположен в 60 м к северу от ж.-д. петли 3-го карьера известкового завода.

1) Почвенный слой, глубина от 0,00 до 1,3 м.

2) Глина мергелистая, светлосерая, с буроватым оттенком, плотная, комковатая, с обломками фауны, глубина залегания от 1,3 до 2,10 м. Образец № 30.

3) Мелоподобный мергель серовато-белого цвета, местами белого цвета, с пятнами и примазками окиси железа, с HCl вскипает. Глубина залегания от 2,10 до 2,70 м. Образец № 31.

ОБНАЖЕНИЕ. Близ ж.-д. будки у ж.-д. петли. Мел грязновато-белого цвета, с редкими разводами и пятнами окиси железа, дает черту, с HCl бурно реагирует. Встречаются белемнителли. Мощность 2,5 м (видимая). Образец № 32.

Шурф № 5 в 500 м от шурфа № 4 по направлению к западу. Порода шурфа № 5 аналогична породам шурфа № 4.

Шурф № 6 в 400 м на северо-восток от буровой вышки треста «Востоко-нефть». Глина зеленовато-серая, слабомергелистая, с HCl слабо вскипает, комковатая, с редкими включениями какого-то синего минерала. Образец № 33.

Шурф № 7 в 500 м на северо-восток от буровой вышки треста „Востоко-нефть“.

1) Глина буровато-серая, пористая, с растительными остатками и гнездами уплотненного гипса розового цвета. Мощность 0,50 м. Образец № 34.

2) Мергель грязновато-белого цвета с пятнами и вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl вскипает. Глубина залегания от 0,50 до 1,20 м. Образец № 35.

Шурф № 8 в 700 м на запад от карьера № 3, в горле ж.-д. петли. Мел грязновато-белого цвета, с вкраплениями окиси железа, дает черту, с HCl бурно реагирует. Глубина залегания от 0,00 до 1,42 м. Образец № 36.

Шурф № 9 в 1 км на юг от трех холмов, расположенных в сев. части участка. Мел грязновато-белого цвета, с пятнами окиси железа, дает черту, с HCl бурно реагирует. Глубина залегания от 0,00 до 1,20 м. Образец № 37.

Шурф № 10, в 700 м к югу от шурфа № 9. Опоковидный мергель грязновато-белого цвета, с пятнами окремнения, голубоватого оттенка, черты местами не дает совсем, с HCl реагирует слабо; встречаются белемнителли. Образец № 38.

Шурф № 11, расположенный в 35 км на запад—юго-запад от известкового завода.

1) Сыровые глины желто-бурого цвета—плотные, известковистые, с глинистой галькой в нижних слоях. Глубина залегания от 0,00 до 1,00 м.

2) Глина темносерая, плотная, плитчатая, с блестками слюды, с HCl не реагирует. Глубина залегания от 1,00 до 1,5 м. Образец № 39.

3) Глина темносерая, почти черная, с буроватым оттенком, плитчатая, гипсоносная, с HCl не реагирует. Видимая мощность от 1,5 до 2,00 м. Образец № 40.

Шурф № 12, находящийся в с.-в. части участка у ж.-д. будки, за сыровыми глинами. Мел желтовато-белый, с редкими пятнами и разводами окремнения, дает черту, с HCl бурно реагирует. Глубина от 0,00 до 0,90 м. Образец № 41.

Шурф № 13, в 1 км на юго-запад от шурфа № 12. Мелоподобный мергель, аналогичный мергелю шурфа № 12.

Шурф № 14, находящийся в ю.-з. части участка. Мел грязновато-белого цвета, с желтым оттенком, дает черту, с HCl вскипает. Образец № 42.

Шурф № 15 в 500 м на северо-запад от буровой вышки треста „Востоко-нефть“. Мел грязно-белый, с включениями голубовато-синего минерала, дает черту, с HCl бурно реагирует. Глубина до 1, 20 м.

Шурф № 16, в с.-з. части поймы. Глина буровато-светлосерая, мелко-комковатая, гипсоносная, с HCl реагирует. Глубина от 0,00 до 2,30 м. Образец № 44.

Шурф № 17, в с.-з. части поймы, в 200 м к югу от шурфа № 16. Глина черная, плитчатая, местами ожелезненная, с HCl не реагирует, с большим количеством гипса, с септариями сидерита. Глубина от 0,10 до 2 м. Образец № 45.

Шурф № 18 в южной части ж.-д. петли. Глина светлосерая, известковистая, плотная с блестками слюды, с HCl вскипает. Глубина от 0,00 до 1,25 м. Образец № 46.

Шурф № 19, в 500 м от ж.-д. будки, по направлению на юг, к с. Озинки.

1) Глина темносерая, комковатая, с включениями гипса, с HCl не реагирует. Образец № 47.

2) Известняк желтовато-белого цвета с розовым оттенком. Местами с разводами окиси железа, очень плотный, с HCl вскипает. Взят по сбросовой трещине, обнаженной в шурфе № 19 между слоями 1-м и 3-м. Образец № 47.

3) Мелоподобный мергель беловато-желтого цвета, плотный, местами с разводами окиси железа, с включениями и гнездами кристаллического кальцита, с HCl реагирует (предполож. отнесен к юре). Образец № 48.

Шурф № 20. В 100 м на запад от ж.-д. петли. Глина буровато-светлосерая, плотная, известковистая, местами ожелезненная, с включениями кристаллического кальцита с отпечатками фауны. Образец № 49.

Шурф № 21. Пески кварцевые, мелкозернистые, зеленовато-серого цвета, глинистые, известковистые, с вкраплениями окиси железа, местами сцементированы

в виде плит с гнездами ожелезненного бурого песчаника и включением кремния желтовато-серого и розоватого цвета. Образец № 50.

ОБНАЖЕНИЕ. В с.-з. части участка близ ж.-д. будки. Опоковый мергель светлосерый, с голубоватым оттенком, плитчатый, с бурными пятнами окремнения, с HCl вскипает не везде (не вскипает в местах сильного окремнения) с фауной белемнителли. Образец № 51.

Расчистки № 6 в 1,5 км к северо-западу от ст. Озинки.

1) Песок кварцевый, желтовато-белый, мелкозернистый, с отдельными крупными зернами кварца с разводами окиси железа. Образец № 52.

2) Песок кварцевый, желтого цвета, мелкозернистый, с отдельными крупными зернами кварца, с разводами окиси железа. Образец № 53.

3) Песок кварцевый, мелкозернистый, ярко-кирпичного цвета с отдельными крупными зернами кварца, с включениями белого и желтого песка. Образец № 54.

4) Конгломерат из кварцевого мелкозернистого песка яркокирпичного цвета, местами сильно ожелезненного и сцементированного с гравием и галькой кварца до 1,5 см в диаметре. Образец № 55.

5) Песчаник глинистый, сливной, темного зеленовато-бурого цвета, с раковистым изломом, с HCl не вскипает. Залегает в виде плит под описанными выше песками. Образец № 56.

6) Песчаник светло-серый, мелкозернистый, известковистый, с HCl слабо реагирует. Залегает ниже песков. Образец № 57.

В 200 м к западу от расчисток № 6.

1) Глина светлосерая, комковатая, местами с бурными пятнами, ожелезненная, с HCl не реагирует. Залегает в виде гнезд в песках, аналогичных выше описанным. Образец № 58.

2) Глина кирпичного цвета, комковатая, с включением светлосерой глины, с HCl не реагирует. Залегает в виде гнезд в песках. Образец № 59.

3) Песчаник кварцевый, сливной, серовато-белый, с желтоватым оттенком, с малоочисленными отпечатками и ядрами фауны. Залегает ниже песков. Образец № 60.

Западный склон холма, сложенного песками и песчаниками. Образец № 61.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акад. Архангельский. Верхнемеловые отложения Востока Европейской России. Матер. для геол. России т. XXV, 1912.

2. Труды Научно-исследовательского геологического института Сар. гос. ун-та. Выпуск первый, 1936.

3. Кром, И. И. Некоторые данные о нижне- и средне- меловых отложениях в районе Общего Сырта. Вестник Геол. ком. т. III, № 3, 1928.

4. Каменский, Г. И. Гидрогеологические исследования в южной части Общего Сырта, 1936.

5. Каменский, Г. И. О выходе юрских отложений в южной части Общего Сырта. ИГК, отд. оттиск, 1929.

6. Чирвинский, П. Микроскопическое и химическое исследование меловых и третичных осадочных пород г. Вольска, Саратов. губ. Изв. Донск. политехн. инст., IV, 1915.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. И. Савенков

В резолюции XVIII съезда ВКП(б) по докладу тов. Молотова о третьем пятилетнем плане развития народного хозяйства СССР выдвинута основная экономическая задача: „Догнать и перегнать также в экономическом отношении наиболее развитые капиталистические страны Европы и Соединенные Штаты Америки, окончательно решить эту задачу в течение ближайшего периода времени“.

Выполнение этой задачи требует дальнейшего роста технического вооружения всех отраслей народного хозяйства, всемерного развития машиностроения, улучшения организации и технологии производства, широкого внедрения новейших достижений науки и изобретений, роста кадров, хорошо освоивших технику производства, борьбы за высокую производительность труда, укрепления трудовой дисциплины, всемерного развертывания социалистического соревнования и стахановского движения во всех отраслях народного хозяйства.

Одним из важнейших условий, обеспечивающих решение указанных задач, является выполнение плана капитального строительства третьей пятилетки, объем которого определен в 192 млрд. руб. против 114,7 млрд. руб., вложенных в народное хозяйство во второй пятилетке.

Осуществление этой программы строительства требует, наряду с другими затратами, огромнейшего количества высококачественных минеральных строительных материалов, в первую очередь цемента, кирпича, извести, алебастра и т. д. Как известно, еще во второй пятилетке производство стройматериалов отставало от темпов капитального строительства. Результатом этого были случаи невыполнения планов капитальных работ.

„Как известно, большим отрицательным явлением в строительстве является нехватка стройматериалов. План предусматривает значительное улучшение дела в этом отношении. Новый Наркомат—Наркомат Строительных Материалов—должен будет развернуть большую работу, особенно по развитию производства стандартных стройдеталей и конструкций*“.

* В. М. Молотов. Третий пятилетний план развития народного хозяйства СССР. Доклад на XVIII партсъезде.

Прежде всего, встает поэтому задача ликвидации отставания производства цемента, как главного вяжущего строительного материала, от объема капитального строительства.

Цементная промышленность Союза, в том числе вольские цементные заводы, значительно отстала от уровня производства других отраслей промышленности. Так, за годы двух пятилеток выплавка чугуна возросла в 4,4 раза и стали в 4,1 раза; производство же цемента по Союзу за это время выросло с 1 850 тыс. т до 5 437 тыс. т, т. е. менее чем в 3 раза. Если взять за этот период цифры, характеризующие выработку цемента вольской группой заводов, здесь рост еще меньше. В 1928 г. вырабатывалось 291,5 тыс. т, а в 1937 г.—485 тыс. т, т. е. немного больше чем в полтора раза, иначе говоря, вольские цементные заводы по своему уровню развития отстают от союзной цементной промышленности почти в 2 раза.

Цементная промышленность СССР в сравнении с довоенным уровнем выросла в несколько раз, в то время как цементная промышленность ряда капиталистических стран продолжает находиться на довоенном уровне. В смысле же размеров производства цемента на душу населения мы еще отстаем от некоторых капиталистических стран, почему перед цементной промышленностью в третьей пятилетке, как перед всем народным хозяйством СССР, стоит та же основная экономическая задача догнать и перегнать в этом отношении наиболее развитые капиталистические страны.

Если мы сопоставим размер производства цемента, приходящегося на душу населения в СССР, с США и наиболее развитыми странами Европы, то будем иметь следующие показатели.

Страны	Пронзв. цем., приходящ. на душу населения, в кг*
СССР	32
САШ	156
Германия	173
Англия	154
Франция	86
Япония	60

Из этой таблицы видно, что „мы все еще отстаем в экономическом отношении, т. е. в отношении размеров нашего производства на душу населения***“. Эти слова товарища Сталина целиком относятся также и к цементной промышленности Союза.

* Цифры взяты из доклада тов. Молотова на XVIII съезде ВКП(б).

** И. В. Сталин. Доклад на XVIII съезде ВКП(б).

Определяя задачи промышленности строительных материалов в третьей пятилетке, тов. Молотов в своем докладе указывает на необходимость быстрее развития этой отрасли с таким расчетом, чтобы главные минеральные строительные материалы, как-то: цемент, кирпич, известь, алебастр, производились в основных экономических районах Союза в размерах, обеспечивающих полностью потребность этих районов.

Наряду с развитием промышленности строительных материалов союзного значения, предусматривается широкое развитие местной промышленности и промкооперации, перед которыми ставится задача увеличения добычи местных видов топлива и производства строительных материалов в достаточном количестве для полного удовлетворения потребности каждой республики, края и области.

При решении задачи по развертыванию производства строительных материалов, сооружению новых заводов, расширению и реконструкции существующих предприятий прежде всего встанет проблема правильного географического размещения промышленности строительных материалов по территории страны.

Пути разрешения этой проблемы в третьей пятилетке указаны в резолюции по докладу тов. Молотова на XVIII партсъезде: «... в размещении нового строительства в третьей пятилетке по районам СССР необходимо исходить из приближения промышленности к источникам сырья и районам потребления в целях ликвидации нерациональных и чрезмерно дальних перевозок, а также — дальнейшего подъема в прошлом экономически отсталых районов СССР. В соответствии с этим в третьем пятилетнем плане необходимо:

а) В основных экономических районах Союза обеспечить комплексное развитие хозяйства и организовать добычу топлива и производство таких видов продуктов, как цемент, алебастр, химические удобрения, стекло, массовые изделия легкой и пищевой промышленности в размерах, обеспечивающих потребность этих районов».

Это положение резолюции съезда полностью вытекает из ленинско-сталинского учения по вопросу географического размещения новых производств по территории СССР.

В. И. Ленин в «Наброске плана научно-технических работ» еще в 1918 г. выдвигал необходимость «рационального размещения промышленности в России с точки зрения близости сырья и возможности наименьшей потери труда при переходе от обработки сырья ко всем последовательным стадиям обработки полуфабрикатов вплоть до получения готового продукта». Эта же ленинская мысль развивалась и дополнялась И. В. Сталиным в его докладе на XVI партсъезде, где он, намечая очередные задачи строительства социализма, указывал

* В. И. Ленин. Сочинения, том XXII, стр. 434, изд. 2-е.

на необходимость разрешения проблемы правильного размещения промышленности по территории СССР*.

Следовательно, наша задача заключается в том, чтобы и размещение производства минеральных строительных материалов в третьей пятилетке как в Союзе в целом, так, в частности, и в Саратовской области производить в точном соответствии с ленинско-сталинскими решениями XVIII съезда ВКП(б).

Выполнение этих решений даст возможность в ближайшее время создать достаточное количество заводов, вырабатывающих высококачественные строительные материалы, приведет к ликвидации нерациональных чрезмерно дальних перевозок сырья, топлива и готовых продуктов, приблизит их производство к основным районам потребления, обеспечит быстрее создание новых очагов промышленности. Все это, вместе взятое, значительно повысит производительность труда и снизит себестоимость строительных материалов.

В соответствии с решениями XVIII съезда ВКП(б) о широком развертывании промышленности строительных материалов на базе местного сырья и топлива в Саратовской области в третьей пятилетке их производство должно возрасти на существующих заводах, в результате технической реконструкции и повышения производительности труда, в несколько раз. Вместе с этим необходимо начать строительство новых заводов силикатного и красного кирпича, известковых заводов, заводов, использующих сланцы и их золу для производства строительных материалов, несколько заводов гончарной черепицы и керамических труб, заводов облицовочных плит и ряда других предприятий.

Производство строительных материалов необходимо довести до размеров, полностью удовлетворяющих потребность Саратовской области и смежных с нею районов.

Саратовская область за годы двух сталинских пятилеток, как и весь Советский Союз в целом, коренным образом преобразилась. На место раздробленного сельского хозяйства с его отсталой техникой выросли мощные колхозы и совхозы, оснащенные передовой социалистической сельскохозяйственной техникой.

Промышленность области также стала неузнаваемой; вместо немногочисленных старых заводов и фабрик полукустарного типа за годы революции выросли такие гиганты социалистической индустрии, как завод комбайнов, тракторных деталей, крекинг-завод, восьмирамный лесокombинат, построены крупные электростанции и др. Наряду с новым строительством за эти годы была широко проведена техническая реконструкция заводов, существовавших в дореволюционное время. Так, вместо полукустарных ремонтных ж.-д. мастерских, металлзаводов: Гантке,

* И. В. Сталин. Доклад на XVI съезде ВКП(б).

Беринга, выросли мощные социалистические предприятия — вагоноремонтный завод, металлообрабатывающий завод им. Ленина, машиностроительный завод им. М. М. Кагановича, завод строймеханизации и др.

В несколько раз увеличилась валовая продукция легкой промышленности.

Неузнаваемыми стали заводы, перерабатывающие минеральные сырьевые ресурсы в различные строительные материалы. Зародившись еще в дореволюционное время, производство строительных материалов в преобладающей части, однако, не поднялось выше полукустарной ступени развития. И только за годы Советской власти эта отрасль промышленности превратилась в мощную социалистическую индустрию, оснащенную современной передовой техникой производства.

За годы двух сталинских пятилеток промышленность минеральных строительных материалов, по сравнению с дореволюционным производством в нашей области, выросла в несколько раз.

Так, если в 1913 г. цементные заводы давали около 328,3 тыс. *т* цемента, то в 1938 г. они дали свыше 560 тыс. *т* цемента, по отдельным заводам этот рост еще больше, например: завод „Большевик“ в 1913 г. всего выпускал цемента 101 тыс. *т*, а в 1938 г. он дал стране 240,0 тыс. *т*, т. е. увеличил свое производство более чем вдвое; Саратовский завод „Роман-цемент“ до революции вырабатывал 2 тыс. *т*, а в 1937 г. он выпустил 9,1 тыс. *т*.

Большой рост продукции наблюдается и в кирпичной промышленности. В качестве иллюстрации достаточно указать, что если до революции в Саратове было 8 кустарных кирпичных заводов, которые вырабатывали все вместе 20 млн. штук кирпича в год, то в 1938 г. один только Саратовский завод силикатного кирпича, построенный в годы Советской власти, выпустил 22,2 млн. штук силикатного кирпича, а общая выработка по всем заводам области в 1937 г. составила 64,3 млн. штук кирпича. В этом же году было выработано около 50 тыс. *т* известня, 4 143 *т* молотого мела, 14 млн. штук кровельного шифера, 103 тыс. *куб. м* бутового камня и др. строительных материалов.

Наряду с количественным ростом валовой продукции в промышленности строительных материалов, была проделана большая работа по новому строительству и реконструкции существующих предприятий. Выстроены новые заводы по выработке кирпича, известня, черепицы, расширены в несколько раз и реконструированы старые заводы, введено производство новых строительных материалов и т. д.

На заводах области уже в годы второй пятилетки внедрена новая социалистическая техника, выросли новые кадры стахановцев промышленности строительных материалов, дающие высо-

кие образцы борьбы за повышение производительности труда, улучшение качества и снижение себестоимости продукции.

Наряду с ростом промышленности строительных материалов союзного, республиканского, областного и районного (местного) значения созданы кирпичные и черепичные заводы, которые вырабатывают минеральные строительные материалы для удовлетворения потребности широкого колхозного строительства. В 1938 г. эти заводы дали свыше 2,5 млн. штук красного кирпича.

Несмотря на этот рост производства строительных материалов за годы двух сталинских пятилеток по сравнению с производством 1913 г., существующие масштабы ни в какой мере не могут удовлетворить возросшие потребности области.

В Саратовской области намечен план капитальных работ в третьей пятилетке в сумме около 2 млрд. рублей. Основным объектом этого плана является развертывание различных отраслей производства в Саратове и во вновь создаваемых промышленных узлах — в Аткарске, Ртищеве, Вольске, Балашове, Пугачеве, Озинках, Савельевке и др. городах и районах области. В Саратове должно быть завершено строительство Саратовского завода шариковых подшипников, завода зуборезных станков, четвертой очереди крекингзавода им. С. М. Кирова. Кроме этих объектов намечается строительство Саратовского завода авторемонтного оборудования, завода электронагревательных приборов, станкостроительного завода в Балашове, заводов по ремонту с.х. машин и инвентаря, завода землеройных и дорожных машин в Пугачеве, строительство завода эмалированной посуды в Аткарске, завода мельничного элеваторного оборудования, железной тары, метизного оборудования, завода ветродвигателей для нужд сельского хозяйства. По районной местной промышленности намечены в третьей пятилетке постройки 38 небольших металлообрабатывающих предприятий, сооружение заводов по выработке продукции широкого потребления и т. д.

Наряду с этим значительно реконструируются существующие машиностроительные и металлообрабатывающие заводы: „Трактородеталь“, завод им. В. И. Ленина и машиностроительный завод им. М. М. Кагановича, будет начато строительство новых и широкая реконструкция существующих электростанций и их перевод на горючие сланцы Заволжья.

В целях полного удовлетворения населения предметами широкого потребления в легкой и пищевой промышленности также намечаются крупное новое строительство и реконструкция существующих предприятий на базе использования местных видов сырья. Так, намечено выстроить фабрику камвольных тканей и валяльно-войлочного завода в Пугачеве, трикотажную фабрику в Аткарске, швейные фабрики в Аткарске и Балашове, кожевенный завод в Вольске и ряд других предприятий.

В пищевой промышленности намечено построить несколько хлебных, молочных, пивоваренных заводов, кондитерских и мака-

ронных фабрик, холодильников. Всего в нашей области в третьей пятилетке намечается построить, на базе местного сырья и топлива, свыше 150 небольших средних предприятий различных отраслей промышленности.

В итоге выполнения всех перечисленных выше мероприятий промышленная продукция области в конце третьей пятилетки должна вырасти в два с лишним раза против конца второй пятилетки.

Дальнейший рост материального и культурного уровня трудящихся требует строительства в Саратовской области новых школ, кино, театров, клубов и т. д.

Большие капитальные работы за годы третьей пятилетки намечено провести и в транспорте нашей области: строительство ж.-д. линии Безенчук — Пугачев, возобновление строительства линии Саратов — Миллерово, будет также проведена широкая реконструкция существующих путей и создание новых мостов и шоссейных дорог.

Социалистическая реконструкция сельского хозяйства, проведенная за годы двух сталинских пятилеток, выдвигает в третьей пятилетке задачу дальнейшего развития капитального строительства в земледелии: строительство МТС, складов, элеваторов, оросительных и других мелиоративных сооружений.

Помимо этого, большой спрос на минеральные строительные материалы предвещает гигантски развернувшееся строительство в Поволжье в целом, в частности сооружения «Большой Волги», а также создание заводов-дублеров в Поволжье.

«В районе Куйбышева строится величайшее в мире сооружение—две гидростанции общей мощностью в 3,4 миллиона киловатт. Эти гидростанции решат проблему орошения засушливых земель Заволжья и обеспечения устойчивых высоких урожаев на этих землях, а также поднимут дело судоходства по Волге и Каме».

«Третий пятилетний план значительно поднимает экономическую роль Поволжья. Создание нефтяной базы, подобной «Второму Баку», строительство мощнейших гидроэлектростанций, вместе с перспективами широкого орошения Заволжья и значительного поднятия транспортной роли Волжско-Камского речного бассейна, превращает этот район в мощный экономический очаг, где развернется большое новое промышленное строительство и будет обеспечен большой подъем всего сельского хозяйства».*

Осуществление столь грандиозного плана капитального строительства в самой Саратовской области и в смежных с нею районах Поволжья требует большого количества всевозможных строительных материалов и, в первую очередь, кирпича, извести, цемента, алебастра.

* В. Молотов. Третий пятилетний план развития народного хозяйства СССР. Доклад на XVIII съезде ВКП(б), стр. 32—33, Партиздат 1939 г.

Саратовская область, имеющая огромнейшие возможности для широкого развертывания производства минеральных строительных материалов, в настоящее время не удовлетворяет растущих потребностей гигантски развернувшегося капитального строительства.

Особенно ярким доказательством этого обстоятельства служат материалы IV областной партийной конференции 1939 г., где целый ряд товарищей в своих выступлениях указывали на чрезмерное отставание промышленности строительных материалов области и требовали в самое ближайшее время всемерного развития производства цемента, кирпича, извести и кровельных материалов, ибо их отсутствие лимитирует выполнение планов капитальных работ.

Поэтому в третьей пятилетке одной из первоочередных задач области является всемерное развертывание и правильное географическое размещение промышленности минеральных строительных материалов, использующей местные виды сырья и топлива и производящей в достаточном количестве высококачественные строительные материалы не только для удовлетворения нужд Саратовской области, но и для осуществления грандиознейших сооружений в Поволжье. Сооружение моста через Волгу у Саратова, проведение ж.-д. линии на Уральск и дальше — Уральск — Илецк, связывающей Саратовскую область с Западным Казахстаном и Южным Уралом, строительство в третьей пятилетке линии Саратов—Миллерово, Пугачев—Безенчук еще больше приближают промышленность стройматериалов Саратовской области к районам потребления.

Условиями, обеспечивающими широкое развитие производства строительных материалов в нашей области, является, наряду с колоссальным спросом на стройматериалы, наличие близлежащих к районам потребления богатейших нерудных сырьевых ресурсов с их исключительно благоприятным транспортно-географическим положением, образуемым мощной водной Волжской магистралью, с севера на юг перерезающей область в самом ее центре и обеспечивающей дешевые перевозки топлива и стройматериалов в остро дефицитные близлежащие районы потребления.

Источники сырья

Изучение нерудных ископаемых на территории нашей области было начато еще до революции. Более полное геологическое изучение их развернуто было в годы советской власти, и к настоящему времени по этому вопросу мы имеем работы геологов Архангельского, Можаровского, Семихатова, Доброва, Синцова, Милановского и др.

Проведенные ими геологические исследования показывают, что Саратовская область чрезвычайно богата разнообразными минеральными сырьевыми ресурсами. Основные из них: мел,

мергель, кварцевые материалы (опока, трепел, кварцевые пески, песчаники), известняк, глины (огнеупорные, кирпичные, гончарные). Краски—мумия, охра—находятся в Саратовской области в виде больших залежей, имеющих практическое применение как сырье для производства минеральных строительных материалов. Краткие сведения о их географическом распространении сводятся к следующему.

На правом берегу Волги, в Хвалынском и Вольском районах, имеются огромнейшие залежи белого мела, относящегося к сенону. По качеству мел этого района относится к высшим сортам и представляет собой почти чистый углекислый кальций 96% содержания.

В Вольском районе основными месторождениями белого мела являются: меловые залежи в районе 4-х цементных заводов, месторождения гор „Соколихи“, „Красный маяк“, у села Рыбного и у ст. Привольская РУжд. В Хвалынском районе крупные месторождения имеются у сел Яблонки и Алексеевки. Кроме этих основных месторождений на Правобережье, имеются залежи мела у с. Донгуз и ст. Барнуковка, Балтайского района, в Больших Копенах, Лысогорского района.

В Заволжье мел находится в двух месторождениях: у Озенок и ст. Чалыклы.

Имеются в Саратовской области и мергеля (породы, состоящие из 60—70% мела и 40—30% глины), из которых изготавливается так наз. романский цемент.

Основные месторождения мергелей находятся на склоне Лысой Горы у Саратова и разрабатываются заводом „Роман-Цемент“. Кроме того, мергеля залегают в Куриловском, Н. Бураском, Жерновском и Б.-Карабулакском районах, в Заволжье в районе ст. Озинки.

Глины и пески—самые распространенные породы в Саратовской области. По своему промышленному назначению глины нашей области можно разделить на: цементные, кирпичные, гончарные и огнеупорные. Залегают они в достаточных размерах как на правом берегу, так и в Заволжье и поэтому могут быть широко использованы как местный строительный материал.

Пески так же, как и глины, в нашей области имеют широкое распространение, здесь находятся: строительные, стекольные и даже „нормальные“ пески (нормальные—стандартные пески залегают около г. Вольска и идут на снабжение всех заводов и лабораторий СССР для составления цементных растворов при испытании качества цементов).

Почти по всей площади Саратовской области встречаются нижнетретичные опок и (кремнистые глины) Сызранского яруса.

Опока применяется в цементном производстве при помоле клинкера в цементный порошок, в качестве гидравлической добавки, вследствие чего получается высокосортный пуццолановый цемент. Месторождения опок Вольского района разрабаты-

ваются цементными заводами. В других местах области залежи опок почти не используются.

Известняки в нашей области имеются в относительно небольших количествах; так, в правобережье всего два значительных месторождения известняков, это у с. Тепловки и оврага „Соленого“ Новобурасовского района. В Заволжье известняки залегают большими массивами в бассейне р. Б. Иргиза.

Богата Саратовская область песчаниками и прочими строительными камнями. Песчаники встречаются в породах различного возраста: юрских, ниже-меловых, верхне-меловых и третичных. Самыми многочисленными из них являются песчаники третичного возраста, их около 40, при этом большая часть из них размещается в правобережье (Вольский, Балтайский, Саратовский, Аткарский и другие районы). Гравий на территории области находится почти исключительно в аллювиальных отложениях: на островах, отмелях и косах.

Имеются в нашей области и минеральные краски: охра и мумия.

Из этого видно, что Саратовская область обладает огромными высококачественными ресурсами строительных материалов. Это дает возможность промышленности нашей области широко развернуть производство минеральных строительных материалов в третьей сталинской пятилетке.

Ниже мы переходим к географическому размещению промышленности минеральных строительных материалов по территории Саратовской области.

Размещение производства минеральных строительных материалов

Географическое размещение нерудных ископаемых в Саратовской области обусловило характерное, особенно для этой отрасли, сосредоточение производства строительных материалов в местах нахождения этих ископаемых.

Цементная промышленность в Саратовской области представлена четырьмя крупными заводами в районе г. Вольска и одним заводом роман-цемента в Саратове.

Эти заводы имеют общесоюзное значение, их выработка в конце второй пятилетки составила 8,9% общесоюзного производства цемента.

Возникновение цементной промышленности в Саратовской области относится к концу XIX века. К этому времени, после „отмены“ крепостного права, запоздалое развитие промышленного капитализма России пошло довольно быстро.

Развивающийся капитализм в России в это время предъявлял усиленные требования на металл, топливо и строительные материалы, в частности, на цемент.

„Одним из необходимых условий роста крупной машинной индустрии (и чрезвычайно характерным спутником ее роста)

является развитие промышленности, дающей топливо и материалы для построек и строительной промышленности*.

В связи с этим в цементной промышленности, как и в других отраслях производства, быстро стали возникать новые предприятия. Такие заводы были в конце XIX и начале XX века открыты в Польше (Гродвице), Новороссийске, Донбассе и в Поволжье, в районе г. Вольска.

Отсюда следует, что корни возникновения цементной промышленности в районе г. Вольска следует искать не только в географической среде (наличие мела, глины и р. Волги), как это делали исследователи этого вопроса,** а и в развитии капиталистического производства в России, предъявившего спрос на строительные материалы, ибо „географическая среда не может служить главной причиной, определяющей причиной, общественного развития, ибо то, что остается почти неизменным в продолжении десятков тысяч лет, не может служить главной причиной развития того, что переживает коренные изменения в продолжение сотен лет“***.

Возникновение первого Вольского цементного завода, раньше принадлежавшего Петроградскому глухоозерскому акционерному обществу (теперь завод „Большевик“), относится к 1896 г.; этот завод расположен в 3 км от г. Вольска вверх по Волге.

Вторым (в 1898 г.) был основан завод „Красный Октябрь“ (до революции завод принадлежал акционерному обществу „Железо-Цемент“). Расположен он вниз по течению Волги, в 4 км от г. Вольска.

Перед войной были основаны еще два завода: в 1912 г. акционерного об-ва „Ассерин“, завод этот, ныне „Комсомолец“, расположен в 5 км вниз по Волге от г. Вольска. В 1913 г. в 7 км от Вольска, вверх по течению Волги, основан завод Саратовского акционерного общества, ныне завод „Коммунар“.

Наконец, возле Саратова в 1906 г. капиталистами Галактионовыми был открыт завод романского цемента, использующий в качестве сырья мергеля Лысой горы. Раньше этот завод выпускал силикатный кирпич в количестве 4—5 млн. штук и роман-цемент—2 тыс. т в год. За годы революции завод этот, как и все другие, реконструирован и в настоящее время вырабатывает роман-цемент, а также имеет краскотерочный цех.

Заводы „Большевик“ и „Коммунар“ расположились у подножья меловых Девичьих гор и Маяков, которые тянутся от с. Алексеевки, Хвалынского района, до г. Вольска. Заводы „Красный Октябрь“ и „Комсомолец“ разместились у подошвы меловых Змиевых гор, тянувшихся вниз по правому берегу р. Волги.

* В. И. Ленин. Сочинения т. III, стр. 410, изд. 3-е.

** Е. Г. Варнин. Портланд-цементная промышленность Саратовской губернии, изд. 1922 г. и др.

*** Краткий курс Истории ВКП(б), изд. 1938 г., стр. 113.

В соответствии с требованиями развивающегося капитализма, вольские цементные заводы, с самого начала возникшие как крупные капиталистические предприятия, в дальнейшем понемногу реконструировались, приспособившись к возрастающим требованиям рынка. Это дало возможность вольским цементным заводам уже с самого своего основания иметь в среднем производительность в полтора раза выше, чем на других цементных заводах дореволюционной России.

Несмотря на то, что вольская группа цементных заводов среди других заводов России занимала одно из первых мест, следует отметить, что до революции они имели низкопроизводительное оборудование, механизация трудоемких процессов почти совершенно отсутствовала, здесь хищнически использовались высококачественные сырьевые ресурсы. Только после социалистической революции, за годы двух сталинских пятилеток, эти заводы коренным образом были реконструированы и увеличили выработку цемента в несколько раз. За две сталинских пятилетки вольские заводы дали стране свыше 4,5 млн. т высококачественного цемента, в то время как за 15 лет до войны здесь произведено всего 1,5 млн. т.

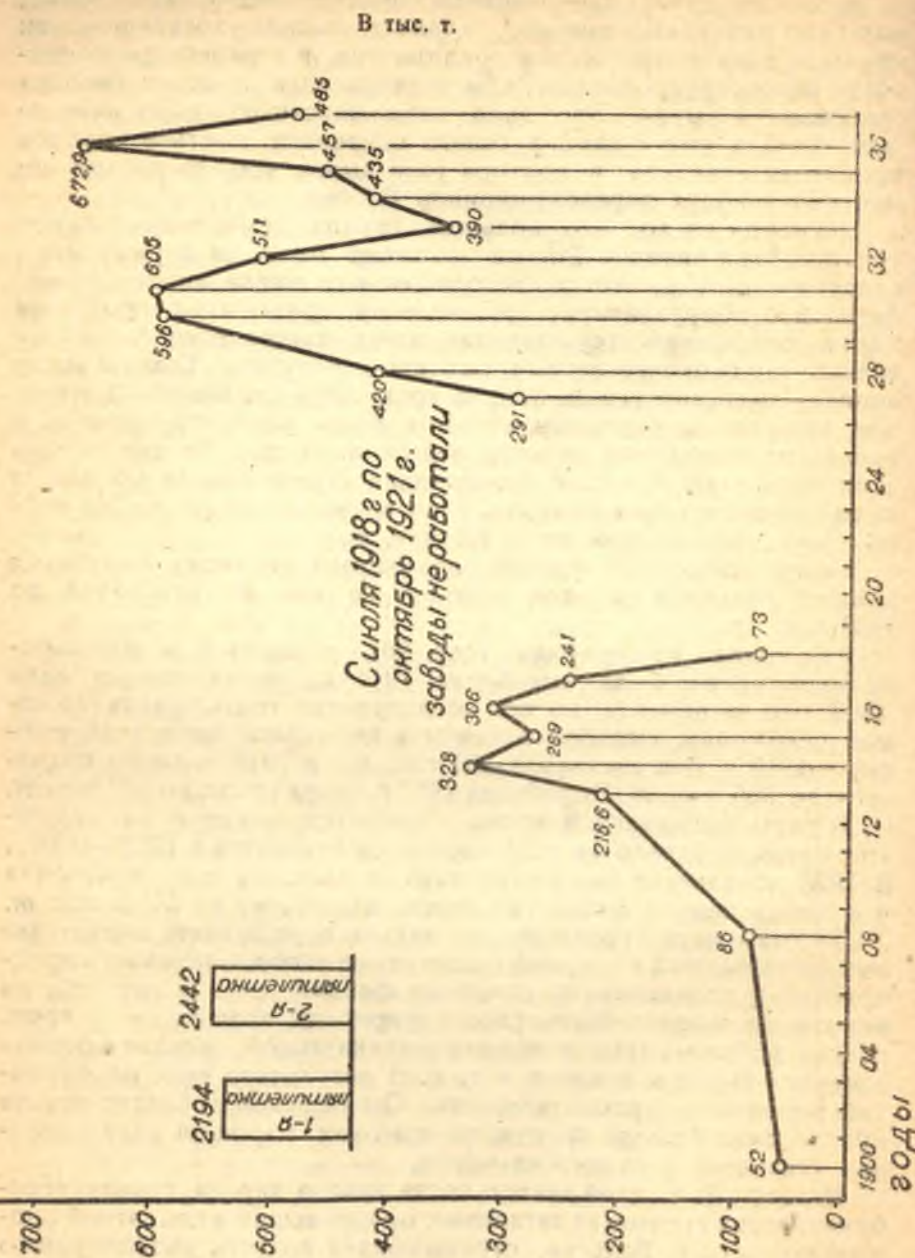
Нижеприведенный график показывает динамику выработки цемента вольской группой заводов со дня их основания до 1938 г.

Как видно из графика (стр. 90), рекордной в дореволюционное время была выработка 1914 г., когда заводы дали 328,3 тыс. т цемента; во все последующие годы, вплоть до самой революции, выработка цемента держалась ниже этой цифры; в 1915 г. она составила 269 тыс. т., в 1916 г. снова поднялась до 305 тыс. т. Выработка 1917 г. снова упала до 242 тыс. т.

В годы гражданской войны выработка цемента сильно сократилась, и начало ее восстановления относится к 1922—1923 г. В 1928 г. вольские цементные заводы дали 292 тыс. т цемента и к концу первой пятилетки довели выработку до 511,5 тыс. т.

За годы двух сталинских пятилеток в результате значительных капитальных вложений в цементные заводы, мощность предприятий и стоимость их основных фондов сильно выросла; на некоторых заводах были реконструированы вращающиеся печи, ручная добыча сырья заменена механической, механизирована доставка сырья к заводам и т. д. В результате всех мероприятий цементная промышленность Саратовской области стала производить больше продукции высоких марок за счет снижения удельного веса низких марок.

Вследствие подлой деятельности врагов народа, троцкистско-бухаринских агентов капитализма, орудовавших в цементной промышленности г. Вольска, стремившихся создать диспропорцию между развитием производства цемента и ростом народного хозяйства страны в целом, выработка цемента снизилась в 1937 г. до 485 тыс. т. После того, как вредители были разоблачены и



уничтожены, выработка цемента на вольских заводах вновь поднялась в 1938 г. до 560,6 тыс. т. Некоторое влияние на снижение валового выпуска цемента в 1937 г. оказал переход на производство цемента более высоких марок при одновременном снижении удельного веса низких марок.

По предварительным данным Облплана на третью пятилетку предполагается по всем цементным заводам вольской группы в 1942 г. выработать не менее 800 тыс. т цемента повышенного качества.

Одновременно с расширением и реконструкцией цементных заводов Вольска за годы двух сталинских пятилеток в разных районах СССР был построен ряд новых цементных заводов, вследствие чего, несмотря на увеличение выпуска, удельный вес вольских цементных заводов в общей валовой продукции цемента Союза в целом падает.

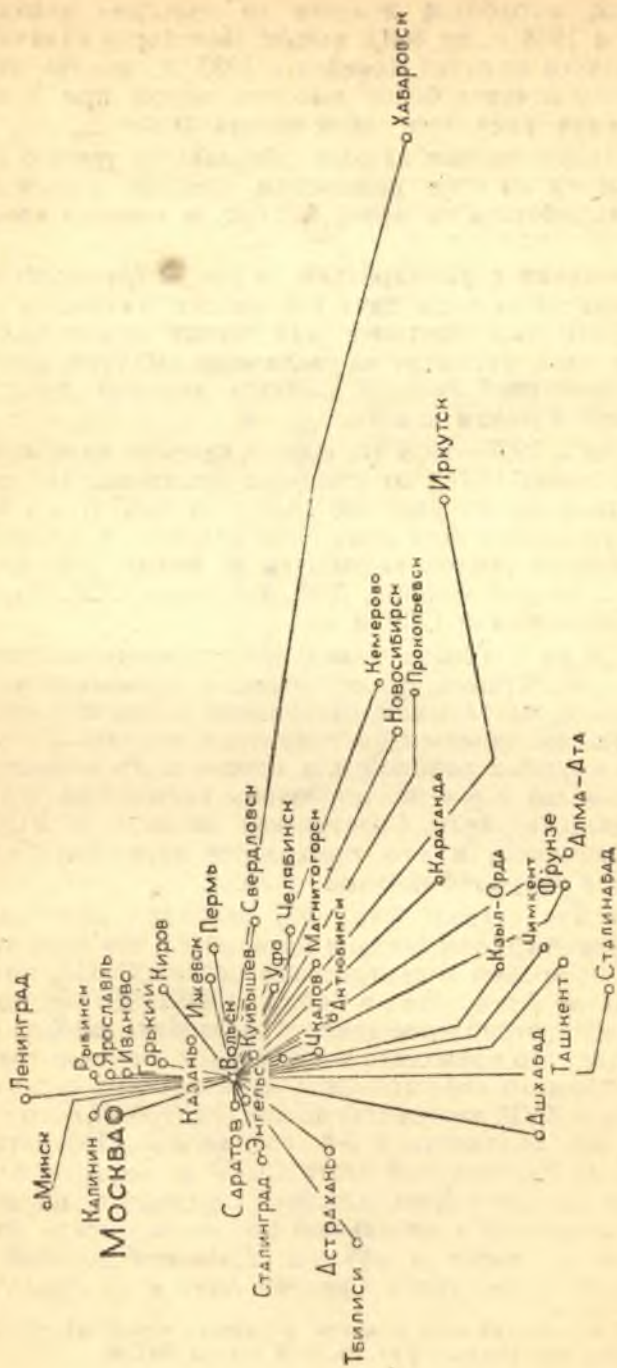
Так, если в 1927—1928 гг. выпуск цемента вольской группой заводов составил 15,7% от союзного производства, то в конце первой пятилетки он упал до 14,8, а в 1937 г. до 8,9%. Это снижение удельного веса вольского цемента в общей продукции объясняется ростом выработки в новых районах; как то: на Урале, Западной Сибири, ДВК, Узбекской ССР, Воронежской области, Белорусской ССР и др.

Несмотря на создание цементной промышленности в новых районах и расширение существующего производства, следует указать, что существующее размещение цементной промышленности не вполне отвечает потребностям страны. В настоящее время ряд крупных районов или совсем не производит цемента, либо производит его в недостаточном количестве. В то же время Краснодарский край, Саратовская область и УССР имеют цемент с избытком, и его приходится перевозить на далекое расстояние в остродефицитные районы.

Прилагаемая схема (стр. 92) районов потребления цемента вольской группы заводов показывает, что вольский цемент вывозится не только в центральные районы СССР, но и в Казахстан, Среднюю Азию, даже в Сибирь и ДВК. До последнего времени местное потребление цемента составляло меньше половины производства, что приводило к чрезмерной загрузке транспорта и сильно удорожало себестоимость капитального строительства.

Резолюция XVIII партсъезда по докладу тов. Молотова указывает на необходимость в 3-й пятилетке: „Прекратить завоз цемента из Европейской части СССР в восточные районы и республики Средней Азии, для чего построить новые цементные заводы средней и небольшой мощности, всего на 4,8 миллиона т, в том числе в районах Дальнего Востока, Сибири, Казахской ССР, республик Средней Азии и на Урале“*.

* Третий пятилетний план развития народного хозяйства СССР. Резолюция по докладу тов. Молотова на XVIII съезде ВКП(б).



Выполнение решений XVIII съезда обеспечит создание новых заводов в районах потребления и приведет к тому, что цемент, вырабатываемый на вольских заводах, не нужно будет перевозить в эти далекие районы.

Но и освободившись от снабжения далеких районов, вольская группа заводов должна будет увеличить производство для снабжения высококачественным цементом строительства Куйбышевского гидроузла, на сооружения которого необходимо в течение 1940—1945 гг. свыше 3 миллионов *т* цемента; кроме того, большое количество цемента потребует развешивающееся промышленное, жилищное, коммунальное, школьное и др. виды строительства.

В проекте третьего пятилетнего плана Саратовской области намечается целый ряд мероприятий, способствующих развитию цементной промышленности.

Прежде всего предполагается увеличить валовый выпуск цемента за счет дополнительной реконструкции вольских заводов, а также за счет нового строительства заводов, использующих сланцы и их золу в качестве основного сырья для производства цемента.

Намечено произвести значительные затраты на механизацию трудоемких процессов, на жилищное и социально-бытовое строительство.

Так, на заводе „Большевик“ уже проводится реконструкция ковшевого и путевого хозяйства, в целях ликвидации диспропорции между сырьевыми и другими цехами, начата реконструкция печного корпуса, механизация насыпки (установка лент), реконструкция клинкерного цеха и ряд других работ.

На заводе „Коммунар“ уже за годы двух сталинских пятилеток по цеху клинкера ручная гонка вагонеток заменена канатной дорогой; поставлены новые котельные установки, новая цементная мельница, ленточный транспортер, улучшена механизация трудоемких работ. В третьей пятилетке на заводе устанавливается вторая упаковочная машина „Вейтес“, ленточные транспортеры и штреки, полностью механизирована отгрузка цемента в склады, строится склад емкостью на 3000 *т* и т. д. По другим заводам также намечаются значительные капитальные работы в третьей пятилетке.

Основной задачей вольских цементных заводов является дальнейшее улучшение качества продукции, т. е. повышение удельного веса высших сортов цемента, необходимых для гидротехнических сооружений на Волге.

Условием выполнения этой задачи является освоение техники производства высоких марок цемента, которое зависит от людей, овладевших техникой, т. е. стахановцев цементной промышленности.

За годы двух пятилеток в вольской цементной промышленности уже создались значительные кадры стахановцев, показыва-

вающих высокие образцы производительности труда и высокое мастерство в деле выработки лучших сортов цемента. Например, в газете „Коммунист“ (от 21/1 и 15/II 1939 г.) сообщалось о достижениях таких стахановцев, как знатный обжигало завода „Коммунар“ коммунистка А. А. Мыльцева, которая систематически перевыполняла нормы и давала рекордную выработку высококачественного клинкера на вращающихся печах. Мастер 1-го класса коммунист т. Воронов выполнял норму не ниже 300—350% и умело передавал свой опыт другим товарищам; его ученики тт. Желтов и Казанцева также перевыполняли нормы в несколько раз. Тт. Кузьмин, Самыкин и много других передовиков-стахановцев не только показывают высокие образцы работы, но и передают свой опыт другим рабочим.

В результате хорошей организации производства и умелого руководства стахановским движением завод „Коммунар“ выполнил досрочно годовую программу 1938 г. и дал стране еще около 2 тыс. т продукции сверх плана.

Стахановцы завода „Комсомолец“ тт. Федоров, Сидоров, Акулин, Шишкин и др. за первую декаду февраля 1939 г. выполнили месячный план на 50—60%, а рабочими мелового карьера полумесячный план выполнен на 5 дней раньше срока. Стахановцы Рыжов, Алехин, Зарубин, Першин также перевыполнили нормы на 200 и больше процентов.

Стахановские образцы работы показывают и рабочие завода „Красный Октябрь“.

Особенно большой производственный подъем на вольских цементных заводах развернулся в честь XVIII съезда Всесоюзной коммунистической партии (большевиков). Эти факты высокой производительности стахановского труда доказывают, что на вольских заводах выросли уже кадры, овладевшие сложной техникой, которые могут полностью использовать имеющиеся резервы и технические возможности.

Однако еще не во всех цехах и бригадах вольских заводов хорошо развито стахановское движение. Так, например, шестой пленум Вольского горкома ВКП(б) отметил, что в результате слабой организации и руководства стахановским движением, медленной ликвидации последствий вредительства крупнейший цементный завод „Большевик“ программу 1938 г. выполнил всего на 79,2%.

Задача цементников вольской группы заводов в третьей пятилетке состоит в том, чтобы быстрее ликвидировать последствия вредительской работы в цементной промышленности и широко развернуть социалистическое соревнование и стахановское движение в борьбе за увеличение выработки и улучшение качества выпускаемой продукции.

Дальше необходимо поставить вопрос об изыскании местных видов топлива и перевода на них цементных заводов, ибо до

самого последнего времени последние сжигают в качестве топлива дорогостоящую бакинскую нефть и донецкий уголь. При разрешении этого вопроса следует иметь в виду использование сызранской нефти и, в особенности, предполагаемой нефти близко расположенного от Вольска Теплового месторождения; следует испытать и использовать в качестве топлива на цементных заводах газы горючих сланцев.

Одновременно с дальнейшим развертыванием вольских заводов одной из очередных задач цементной промышленности области является широкое использование заволжских сланцев и сланцевой золы в качестве сырья для производства цемента.

При строительстве новых предприятий по выработке цемента в соответствии с директивами XVIII съезда ВКП(б) необходимо решительно отказаться от увлечения гигантоманией, а строить средние и небольшие предприятия, обеспечивающие использование местных видов сырья и топлива и быстрое введение их в эксплуатацию.

В Саратовской области вторым пунктом производства цемента является, как уже отмечалось выше, г. Саратов. Находящийся здесь завод „Роман-Цемент“ в самое ближайшее время необходимо вывести из аварийного состояния.

Этот завод в течение 1938 г. дал всего 618,5 т цемента.

Большевистская борьба за выполнение решений XVIII съезда партии обеспечит успех выполнения третьего пятилетнего плана цементных заводов Саратовской области.

Производство кирпича, извести, мела и других минеральных строительных материалов

Кирпичная промышленность в Саратовской области зародилась давно, однако, до самой революции в городах она носила полукустарный характер производства, а заводы в сельских местностях были чисто кустарного типа с ручной примитивной техникой.

Таких небольших заводов на территории б. Саратовской губернии насчитывалось в 1914 г. 804, в том числе в одном только Саратове было 8 заводов, с общей производительностью в 20 млн. штук красного кирпича в год. Особенно большое количество мелких „заводов“ до революции размещалось в Петровском уезде, где их насчитывалось около 250.

Таких видов стройматериалов, как силикатный кирпич (если не считать временного производства на заводе „Роман-Цемент“), сланцевозольный кирпич и бетон, совершенно не производилось.

В связи с укрупнением ряда кирпичных заводов (а также в результате того, что часть территории б. Саратовской губ. вошла в состав Сталинградской области) в настоящее время общее число кирпичных заводов уменьшилось. В Саратовской

области в 1938 г. было всего 55 действующих заводов, которые распределялись по их административной принадлежности следующим образом:

Группы заводов по их адм. подчинению	Количество	Выработка кирпича в тыс. штук.	
		1937 г.	1938 г.
1. Заводы областной местн. промышленности	2	37 399	32 474
2. Заводы районной местной промышленности	17	12 305	15 574
3. Заводы Юго-Восточного треста стройматериалов	3	11 290	нет сведен.
4. Заводы кирпич. в колхозах	21	1 171	2 500
5. " " в совхозах	12	1 224	нет сведен.
Всего	55	63 389	

Географическое размещение первых трех групп заводов изображено на нижеприводимой картограмме (стр. 97), из которой видно, что кирпичная промышленность главным образом сосредоточена в правобережье области: из 22 заводов этих трех групп здесь размещено 18, на долю которых падает подавляющее количество выработки кирпича. Основными пунктами производства кирпича являются Саратов и Балашов. В Саратове имеется два крупных завода, которые дают кирпича больше, чем все остальные предприятия области: завод силикатного кирпича вырабатывает в год 23,8 млн. штук, завод красного кирпича 13,6 млн. штук. Оба эти завода находятся в ведении Облместпрома.

Завод силикатного кирпича является одним из самых крупных предприятий кирпичной промышленности в области; построен он при советской власти и пущен в эксплуатацию в 1929 г. Основным сырьем завода служат богатейшие залежи песка в районе Саратова; на заводе также выжигается известь, идущая на приготовление силикатного кирпича. За 9 лет своего существования завод дал около 200 млн. штук кирпича, из которого целиком построен завод комбайнов, крекингзавод, „Трактородеталь“, много жилых домов, школ и др. сооружений.

В Саратовской области г. Балашов является также видным центром производства красного кирпича. Здесь сосредоточено 3 завода; два из них размещены в самом Балашове и один вблизи от него, в с. Пинеровке. Общая годовая выработка всех трех заводов составляет свыше 7 млн. штук красного кирпича, из которого на долю завода Ю.-В. треста стройматериалов НКПС приходится 4,2 млн. штук. Другим, почти равным по мощности, заводом этого же треста является Аткарский



Схема размещения промышленности минеральных строительных материалов Саратовской области.
(Составил С. И. Савенков.)

кирпичный завод; он вырабатывает ежегодно свыше 3,5 млн. штук красного кирпича.

Кроме перечисленных, в правобережье области размещаются заводы: Вольский, Аркадакский, Баландинский, Петропольский, Базарно-Карабулакский, Алексеевский. Остальные заводы—Ртищевский, Новобурасовский, Елшанский, Барнуковский, Хвалынский—небольшие; общая мощность их в 1938 г. составила несколько выше одного миллиона штук кирпича.

В Заволжье размещены всего 4 завода, из которых Озинский с производительностью в 3,7 млн. штук кирпича принадлежит Ю.-В. тресту стройматериалов НКПС.

Кирпичные заводы главным образом размещаются в крупных населенных пунктах; такое географическое размещение кирпичной промышленности преимущественно в крупных центрах вполне отвечает требованиям этой отрасли, ибо вообще основным условием правильного географического размещения кирпичной промышленности является, помимо наличия местных видов сырья—глины, топлива и воды, близость потребителя.

Саратовская область, как видно из вышеприведенного описания месторождений минерального сырья, обладает богатыми местными ресурсами глины для кирпичной промышленности; это обстоятельство открывает широкие возможности развития этой отрасли в 3-й пятилетке, ибо как число этих заводов, так и их продукция далеко еще недостаточны для полного удовлетворения потребности области в кирпиче. Работники кирпичной промышленности еще плохо борются за выполнение плана, в результате чего даже на крупных заводах: в Саратове, Б.-Карабулаке, Петровске и Алексеевке планы 1938 г. не были выполнены. На кирпичных заводах имеют место: текучесть рабочей силы, низкое качество ремонта оборудования, неудовлетворительное состояние сырьевых карьеров, необеспеченность топливом, низкое качество выпускаемой продукции и т. д. Все это в итоге сделало кирпичную промышленность резко отстающей отраслью местной промышленности. В область ввозилось свыше 150 миллионов кирпичей. Задача кирпичной промышленности в третьей пятилетке состоит в том, чтобы быстрее ликвидировать перечисленные недостатки и организовать выпуск продукции так, как это уже в 1938 г. было поставлено на отдельных передовых заводах—Пинеровском, Вольском, Пугачевском и Новобурасовском, которые выполнили план прошлого года с значительным превышением.

Кроме областной и районной кирпичной промышленности, за годы двух сталинских пятилеток создан новый тип кирпичных производств, существующих при колхозах и совхозах как подсобные предприятия. Таких действующих предприятий в настоящее время при колхозах насчитывается 21, которые в 1937 г. выработали 1,171 тыс. штук кирпича, а в 1938 г.—около 2,5 млн. штук. Развитие этих производств при колхозах должно про-

водиться, конечно, в соответствии с постановлением СНК СССР о промышленных предприятиях колхозов, не связанных с с.-х. производством, т. е. не допуская такого положения, чтобы подсобные хозяйства превращались в основной источник дохода колхоза и колхозников. Правильное развитие колхозного кирпичного производства является одной из очередных задач нашей области; к сожалению, приходится отметить, что некоторые руководители райисполкомов и колхозов недооценивают этого чрезвычайно важного мероприятия, тормозят отпуск средств, лесоматериалов, не выделяют рабочей силы и считают подсобные предприятия в колхозах второстепенным делом. С таким настроением необходимо повести решительную борьбу.

Кроме производства силикатного и красного кирпича, следует еще указать на две новые отрасли, а именно: на изготовление кирпича из сланцевой золы и производство гончарной черепицы.

Первый уже завоевал себе прочное место как строительный материал на Савельевских сланцевых рудниках, где из золы сланцев изготовляют сланцевый бетон и сланцевый кирпич. На руднике и в соседних совхозах и колхозах из этого нового, дешевого и прочного строительного материала выстроено много зданий, служб и других сооружений. Савельевский городок почти целиком выстроен из стройматериалов, изготовленных из отходов сланцев. В третьей пятилетке необходимо это замечательное начинание всемерно развивать.

Производство гончарной черепицы за годы второй пятилетки развилось мало. Оно вырабатывалось иногда в небольшом количестве только на Балаковском, Петровском, Пугачевском и Вольском кирпичных заводах.

В 1936—1937 г. были сделаны некоторые капитальные вложения в эту отрасль, но и до сего времени производство гончарной черепицы у нас не налажено. Между тем гончарная черепица во многих случаях может обеспечить ряд строек кровлей и освободит их от потребности в остро-дефицитном кровельном железе.

В настоящее время проведены уже некоторые мероприятия для развития черепичного производства. Так, по плану капитального строительства с 1938 г. при колхозах области намечено организовать производство черепицы на 38 заводах, из них уже в начале 1939 г. при кирпичном заводе колхоза „Смычка“, Н.-Бурасовского района такое производство организовано. В третьей пятилетке на эту отрасль керамического производства следует обратить серьезное внимание.

Несмотря на то, что наша область имеет богатейшие залежи известняков и мела, годных для выжигания на известь, все же производство извести, этого чрезвычайно ценного строительного материала, у нас организовано слабо.

До революции обжиг мела на известь в пределах Саратовской области производился на двух заводах—в Вольском районе у с. Рыбного и в г. Хвалынске. Выработка извести в обоих случаях носила кустарный характер, с примитивно устроенными ямами для обжига, а поэтому их производительность была очень незначительна.

За годы революции созданы новые известковые заводы и реконструированы прежние. В настоящее время в области имеются следующие предприятия, занимающиеся выработкой извести. Во-первых, вольская группа известковых заводов, которая дала в 1937 г. 29 452 *т* негашеной извести; за годы второй пятилетки эти заводы выработали 94,1 тыс. *т*. Вместе с этим заводы выпустили в 1937 г. 3,5 тыс. *т* молотого мела.

Вторым крупным заводом по производству извести является известково-кирпичный комбинат в Озинках, вырабатывающий в год 8,7 тыс. *т* извести.

Кроме того, известь выжигается на Саратовском заводе силикатного кирпича в количестве 7,4 тыс. *т*, она идет на производство кирпича. Небольшое количество извести (около 100 *т*) вырабатывается Пугачевским заводом.

Общая выработка извести в 1937 г. на всех заводах составила 45,6 тыс. *т*.

Однако здесь следует указать, что в 1938 г. известковая промышленность, вследствие тех же причин, что и в других отраслях производства строительных материалов, недовыполнила своего планового задания. Перед ней в третьей пятилетке также встают задачи дальнейшего развития и увеличения валового выпуска продукции.

Производство молотого мела в Саратовской области организовано на 4 заводах. Два из них размещены в Хвалынском районе: один в колхозе „Красный земледелец“, второй в самом Хвалынске. Затем мел вырабатывается, как уже указывалось, вольской группой известковых заводов, а также Озинским известково-кирпичным комбинатом. Все заводы области в 1937 г. выработали молотого мела 4 143 *т*.

Наконец, следует остановиться на производстве бутового камня и щебня, имеющих большое значение для закладки фундаментов, устройства дорог и т. п. В значительной степени разработкой каменных карьеров занимаются артели промкооперации. Всего у нас в области имеется 4 каменных карьера. Самым крупным из них является Дубровский карьер, Б.-Карабулакского района, который в 1937 г. выработал около 50 тыс. куб. м бутового камня. Остальные карьеры размещаются в Вольске (арт. „Универсал“), в Саратове и в Пугачеве.

В 1937 г. все четыре карьера выработали камня 102,9 тыс. куб. м.

Подводя общий итог развития промышленности минеральных строительных материалов в Саратовской области, следует

сказать, что это производство за годы двух сталинских пятилеток выросло в несколько раз; созданы новые заводы, оснащенные передовой социалистической техникой, возникли новые отрасли и освоено выпуск новых видов стройматериалов (сланцевый кирпич, сланцевый бут и т. д.). Самым важным итогом является создание высококвалифицированных кадров стахановцев производств строительных материалов. Однако, вместе с достижениями не следует забывать и того положения, что производство строительных материалов в настоящее время является отстающей отраслью областного хозяйства, а поэтому в третьей пятилетке работники этой отрасли должны с честью бороться за выполнение задач, намеченных в решениях XVIII партсъезда.

Промышленность минеральных строительных материалов в третьей пятилетке

План развития промышленности строительных материалов Саратовской области в третьей пятилетке окончательно еще не разработан и не утвержден, однако, имеется достаточно материала для того, чтобы высказать некоторые соображения по вопросу географического размещения нового промышленного строительства этой отрасли.

Намечая объем капитальных работ в третьей пятилетке в размере 192 млрд. руб., XVIII съезд партии требует решительной борьбы с гигантоманией в строительстве, широкого перехода к постройке средних и небольших предприятий, внедрения производства стандартных строительных деталей, скоростных методов строительства, ликвидации отставания строительной индустрии и производства строительных материалов с тем, чтобы в самое ближайшее время дать стране высокого качества цемент, кирпич, известь, алебастр и т. д. в размерах, целиком удовлетворяющих потребность капитального строительства.

Задача работников промышленности строительных материалов нашей области заключается в том, чтобы перестроить всю свою работу в соответствии с этими решениями и наметить конкретный план по реализации этого исторического постановления.

Имеющиеся в настоящее время в областных планирующих и хозяйственных организациях предварительные наброски по развитию и географическому размещению промышленности строительных материалов сводятся к следующему.

Цементная промышленность. К тому, что сказано раньше о задачах цементной промышленности, здесь необходимо добавить, что по всему СССР намечается увеличить производство цемента в 1942 г. до 11 млн. *т*, что составит по отношению к 1937 г. 202%. По вольской группе заводов область намечает поднять выпуск цемента к концу пятилетия до 800 тыс. *т*.

По отдельным заводам ориентировочно предполагается следующий план роста валовой продукции в третьей пятилетке (в тыс. т цемента):*

Заводы	Выработано за вторую пятилетку (с 1932 по 1937 гг.)	Выработано за 1937 г.	План на 1942 г.	1942 г. в % к 1937 г.
1. „Коммунар“	395,5	93,5	165,4	177,0
2. „Комсомолец“	417,7	94,6	160,0	170,0
3. „Большевик“	1 123,3	204,2	331,1	163,0
4. „Кр. Октябрь“	506,2	92,8	120,0	129,0
Всего	2 442,7	485,1	779	160

Для осуществления настоящей программы намечено за пятилетку по заводу „Коммунар“ произвести капитальные вложения в сумме 7 946 тыс. руб. и по заводу „Комсомолец“ 26 777 тыс. руб. Последний завод за всю третью пятилетку должен дать стране свыше 684,5 тыс. т высококачественного цемента. Вместе с этим исключительное внимание обращается на повышение качества продукции, т. е. значительное увеличение удельного веса высших марок цемента, идущего на ответственные гидротехнические сооружения СССР. Одновременно предусматривается широкая реконструкция Саратовского завода „Роман-Цемент“ и значительное увеличение его продукции.

Новым исключительно интересным мероприятием по группе вяжущих стройматериалов в третьей пятилетке является намечаемое строительство заводов изоль-цемента и портланд-цемента на базе сланцевой золы. В связи с широким использованием заволжских сланцев энергетическими и промышленными предприятиями (Саратовская ТЭЦ, ГРЭС, завод силикатного кирпича и др.) в третьем пятилетии в качестве отхода будет скапливаться огромное количество сланцевой золы, на базе которой в Саратове запроектирована постройка завода с выпуском 35 тыс. т изоль-цемента в год.

В Заволжье проектируется сооружение цементного завода на базе Озидских горючих сланцев производительностью в 30 тыс. т цемента в год.

По отрасли производства кирпича намечается провести широкую реконструкцию существующих заводов, перевод большинства из них на круглогодичную работу, а также сооружение ряда новых предприятий.

* Таблица составлена по данным вольского горплана.

Потребность кирпича на крупное строительство в Саратовской области по ориентировочным подсчетам на конец третьей пятилетки должна составить около 500 млн. штук кирпича в год. Валовая выработка существующих заводов определяется несколько больше 60 млн. штук кирпича в год. Дефицит в количестве 440 млн. штук кирпича предполагается покрыть в результате проведения следующих мероприятий. Прежде всего предусматривается завершение реконструкции Саратовского завода силикатного кирпича и доведение его мощности до 62 млн. штук в год существующего завода красного кирпича, где будут закончены строительство цеха сухого прессования и перевод завода на круглогодичную работу, что поднимет выпуск кирпича на этом заводе до 31 млн. штук в год. Кроме того, в Саратове начнется строительство нового завода красного кирпича с годовой производительностью в 50 млн. штук, завода сланцевольного кирпича на 42 млн. штук, а также заводов стеновых блоков, облицовочных плит и мелких блоков. Проведение этих мероприятий даст в конце пятилетки свыше 200 млн. штук кирпича.

Следующей группой городов, выделяющихся по объему капитального строительства в третьей пятилетке, являются: Вольск, Балашов и Пугачев. Здесь намечается сооружение трех заводов красного кирпича с сухим способом прессования и круглогодичной работой, вырабатывающих по 20 млн. штук кирпича в год. Кроме того, в Вольске будет строиться завод силикатного кирпича на 20 млн. штук в год.

Существующие заводы красного кирпича в этой группе городов также будут реконструированы.

В других районах области, как-то: в Алтайском, Бакурском, Дергачевском, Ершовском, Дурасовском, Жерновском, Ивантеевском, Казачкинском, Клиновском, Краснопартизанском, Макаровском и других, намечено строительство 19 кирпичных заводов, производительностью от 400 тыс. до 5 млн. штук каждый, с общей мощностью в 15,6 млн. штук кирпича в год. Для удовлетворения исключительно местных нужд в ряде районов намечается строительство 20 небольших заводов мощностью в 300—500 тыс. штук кирпича в год. Наконец, планом Облзо предусматривается доведение общего числа мелких кирпичных заводов в колхозах области до 97 единиц, с общей проектной мощностью в 30,3 млн. штук кирпича в год. Из этих заводов в настоящее время 21 уже введен в строй; их общий выпуск составляет 2,5 млн. штук кирпича. Остальные заводы находятся в стадии строительства, из них 6 заводов уже имеют 50—80% готовности. Наряду с этими мероприятиями, предполагается получить дополнительное количество кирпича за счет развертывания стахановского движения и максимального использования резервов.

Все вышеупомянутые мероприятия полностью обеспечат потребности области в строительном кирпиче. Наряду с количе-

ственным ростом, исключительно большое внимание обращается в третьей пятилетке на улучшение качества вырабатываемого кирпича.

В целях покрытия дефицита в кровельных материалах при кирпичных заводах проектируется в третьей пятилетке широко развернуть производство гончарной черепицы. Здесь снова необходимо отметить, что этот чрезвычайно важный строительный материал у нас недооценивают, а в ряде случаев просто забывают и стараются на незначительные маловажные стройки обязательно ставить железные крыши, тогда как в ряде случаев можно было бы с успехом использовать черепицу. На Западе во Франции, Германии, Италии, Голландии, Дании, Бельгии и др., а также и у нас в СССР в некоторых районах черепица имеет широкое применение. Ее положительные качества состоят в том, что она может быть произведена на небольших, несложных предприятиях. Ее сырьем являются довольно распространенные глины. Стоимость черепицы по сравнению с железом гораздо ниже, крыша покрытая ею, не требует покраски и при хорошем качестве черепицы выдерживает срок службы без ремонта гораздо больший, чем железная кровля, причем ремонт ее чрезвычайно прост. Эти и целый ряд других преимуществ дают право широко рекомендовать черепицу в качестве кровельного строительного материала колхозам, совхозам, райисполкомам и даже для городских сооружений.

К третьей пятилетке в нашей области намечается организовать производство черепицы на 12 специальных заводах в Вольске, с. Алексеевке в районах: Хвалынском, Краснопартизанском, Красовском, Баландинском, Балашовском, Дурасовском и др. с общей стоимостью строительства на 1942 г. в 680 тыс. руб.

Кроме того, предполагается развернуть производство черепицы в виде отдельных цехов при кирпичных заводах в районах Аркадакском, Дергачевском, Казачинском, Клинцовском и Новорепинском.

Производство черепицы по всем заводам и цехам предполагается поднять с 100 тыс. штук в 1939 г. до 12 млн. штук к концу третьей пятилетки в год. В с. Мещеряковке намечено выстроить завод керамических и канализационных труб.

Наряду с расширением и реконструкцией существующих производств таких строительных материалов, как известь, мел, молотый, бутовый камень, в третьей пятилетке намечается новое строительство: в Балтайском районе—известкового завода; в Хвалынском, Вольском и Ершовском районах—производства мела. Одновременно необходимо поставить вопрос о переводе заводов области на местное топливо—торф, сланцы и дрова.

Также расширяются камнеразработки, производство бутового камня и других видов минеральных стройматериалов.

Перечисленные мероприятия являются предварительными плановыми наметками, которые должны будут еще уточняться

и изменяться. Однако из всего сказанного ясно, что только такой объем нового строительства и реконструкции промышленности строительных материалов может удовлетворить сильно выросшую потребность хозяйства области в цементе, кирпиче, извести, черепице, меле и бутовом камне.

Поэтому наша задача состоит в том, чтобы в точном соответствии с историческими решениями XVIII партийного съезда организовать и широко развернуть на базе богатейших местных сырьевых ресурсов Саратовской области, производство высококачественных минеральных строительных материалов, в размерах, полностью обеспечивающих потребность нашей области и смежных с нею районов, и тем самым в ближайшее время ликвидировать отставание этой отрасли и обеспечить выполнение планов капитальных работ третьей сталинской пятилетки.

Делом чести стахановцев, инженерно-технических и руководящих работников промышленности, а также научных работников вузов и исследовательских институтов Саратовской области будет являться быстрейшее выполнение задач, поставленных решениями XVIII съезда ВКП(б) перед промышленностью строительных материалов.

1940

МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ РАЙОНА ЧАПАЕВСКОГО КУРОРТА

В. С. Васильев

Минеральные источники и лечебные грязи Б. Кушума известны в литературе уже со середины прошлого столетия. Первые анализы источников приводятся гидрологом профессором К. Шмидт в 1885 г., который на основании обстоятельного химического обследования вод и грязей дал о них весьма благоприятный отзыв в курортологическом отношении. Анализы вод из соленых озер Кушума выполнены П. Буличем в 1886 г. Несколькими печатными работами с указаниями бальнеологического значения источников и грязей Б. Кушума издано К. Ивенсеном в 1870—1896 гг.

Более новое исследование этой территории проведено Д. Соколовым в 1911 г. и А. Стопневичем в 1915 г., которые собрали и издали сводку имевшихся к этому времени химических и геологических материалов по курорту.

Авторы выделяют следующие три типа лечебных продуктов: 1) серно-соляные источники, вытекающие на протяжении около 150 м по левому берегу Кушума, в основании невысокой речной террасы, на высоте не более 0,75—1 м над меженным уровнем реки; 2) железо-соляные источники по правому берегу р. Б. Кушума, близ села Каменной Сармы, в 2½ км выше курорта; 3) рассольная вода и грязи из озер, расположенных по правую сторону реки, в старом русле Кушума, в 3 км ниже курорта.

Наличие разнообразного ассортимента лечебных средств—минеральные воды, грязи, кумыс—и в том числе климатические условия курорта—степной чистый воздух и т. д.—в значительной мере благоприятствуют его перспективам, тем более, что врачебная статистика указывает на весьма положительные результаты. Так, по данным врача Броневского, в 1917 г. лечебное действие курорта выразилось в таких цифрах: выздоровело 27%, выбыло со значительным улучшением 46%, выбыло с заметным улучшением 23%. По данным, опубликованным в 1938 г. в областной печати*, из 850 больных, прибывших в сезон 1917 г., у 122 установлено почти полное излечение, у 702 больных значительное улучшение состояния здоровья.

Повышающаяся посещаемость курорта в связи с общим ростом благосостояния страны поставила перед областью вопрос

об улучшении всего хозяйства курорта, и в частности, каптажа источников и выявлении новых запасов грязи.

В связи с рядом геологических научно-исследовательских работ, проведенных по заданию курорта с хозяйственными и бальнеологическими целями, Научно-исследовательский институт геологии при Саратовском государственном университете провел и настоящую гидрохимическую съемку в пределах всего водосбора Б. Кушума с целью получения более общего представления о характере минерализации источников и распределения их на обследованной территории. Общее гидрохимическое исследование источников имеет не только курортологическое, но и общегеологическое значение, так как расширение наших представлений о Заволжских структурах имеет тесную связь с поисками нефти, газов и т. д.

Полевая часть работы выполнялась осенью 1937 г., согласно моим указаниям, студентами Саратовского госуниверситета П. М. Фроловым, П. А. Синельниковым, Л. А. Шайкиным и Г. К. Карабутовым, которыми был достаточно тщательно собран общегеологический и гидрохимический материал, за что я и выражаю им благодарность от имени Института геологии.

Несколько своеобразной частью в оформлении этой работы может быть уклонение от принятой Пальмеровской методики пересчета анализов в эквивалентно-процентную форму. Значения солености и щелочности Пальмера, помимо эквивалентно-процентной формы, пересчитаны также на миллиграмм/эквиваленты; это сделано из тех соображений, что эквивалентно-процентная форма, весьма наглядная в графических изображениях, мало годна для статических подсчетов.

Если учесть склонность некоторых ионов, как HCO_3 , Mg и Ca , в определенных группах вод сохранить значения концентраций независимо от содержания других ионов, как Cl , SO_4 и др.,^{1,2} то должно стать понятным отсутствие универсальности эквивалентно-процентной формы, так как последняя нарушает представление о реальном режиме ионов в естественных водах. Абсолютно эквивалентная форма пересчетов, сохраняя все преимущества Пальмеровского принципа классификации вод, является более общей и в ряде случаев более удобной формой выражения их состава.

I. Климатические условия

О климатических условиях Чапаевского курорта можно судить по данным наблюдений Пугачевской и Ершовской метеорологических станций (табл. 1—3).

Наиболее жарким месяцем является июль с среднемесячными температурами 22,7°—22,6°, наиболее холодным—февраль—13,0°—12,5°. Наиболее высокая дневная температура летом достигает иногда 40°—41°, наиболее холодная зимняя—11°—35°, что указывает на резко выраженный континентальный характер района.

* Газета „Коммунист“ от 29/VII 1938 г.

Таблица 1

Среднемесячные температуры воздуха по наблюдениям за годы с 1891 по 1932 г.

Наименов. ставц.	М е с я ц ы												Сред. годовая
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ершовская.	-12,6	-13,0	-6,6	+ 5,0	15,0	20,7	22,7	20,5	13,8	5,5	-2,5	- 9,9	+ 4,8
Пугачевская.	-12,5	-12,5	-6,2	+ 5,1	15,2	20,1	22,6	20,4	13,2	5,2	-2,6	-10,0	+ 4,8

Атмосферные осадки, по данным тех же станций, в среднем равномерно распределяются на все времена года.

Таблица 2

Месячные осадки за время с 1891 по 1932 г.

Количество осадков	Среднемесячные осадки, в мм												Средняя годовая
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Максимальное	64	34	45	75	122	73	108	67	56	96	70	66	536
Минимальное	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	8	1	198
Среднее . . .	23	16	16	19	34	34	27	24	28	32	33	28	303

Особенностью района является его засушливость, при неравномерном количестве осадков, приходящихся на месяцы каждого отдельно взятого года. Дожди выпадают нередко в форме ливней, что способствует их быстрому стоку по балочной системе в р. Б. Иргиз и Волгу. Снеговой покров, образующийся большей частью в конце ноября, держится до начала апреля. Высота снежного покрова в среднем достигает 25 см, при максимуме 70 см и минимуме 10 см. Весенние воды в значительной своей части уносятся поверхностным стоком.

Таблица 3

Средняя месячная испаряемость за период с 1891 по 1932 г., в мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Испаряемость за год
2	4	9	49	128	163	213	195	83	32	5	2	838

Относительная влажность воздуха за год в среднем равняется 72%, повышаясь зимой до 85% и снижаясь летом до 54%. Это приводит к большой потере влаги через испарение в летние месяцы.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА

геологического
строения бассейна рек
Б.и М. Кушум

Составил: П. М Фралов

Масштаб 1:250000

25 км 0 25 50 75 100 км



Направление зимних ветров преобладает северное с повторяемостью 56%, летом же—западное с повторяемостью 50%. Ветры с силой 2—5 м в секунду составляют более 50%, 6—7 м в секунду—21%, ветры с большей скоростью редки, их бывает зимой до 2%, летом же 0,7%.

II. Рельеф и гидрография

Наиболее высокие водораздельные точки между рр. Б. Кушум и Б. Сахма имеют абсолютную отметку 122 м, водораздел р.р. Б. Иргица и Узеней 115,3—116,9 м. Склоны водораздельных сыртов слабо затронуты современной эрозией и в верхней своей части имеют почти ровную, слабо волнистую поверхность, в нижней же части прорезаются узкими долинами балок с крутыми береговыми склонами.

В речных долинах этого района выделяются две террасы, верхняя, относимая А. П. Герасимовым⁴ к миндельскому оледенению, с отметкой 40—50 м, и нижняя, с отметкой 37—40 м, относимая им к рисскому оледенению. Морфологически хорошо выражена только первая, вюрмская, терраса, нижняя же, повидимому, замаскирована позднейшими осадками хвалынской трансгрессии.

Характерной особенностью речных долин Б. Кушума, его притоков Миуса и Полуденки, р. М. Кушума, а также и р. Б. Иргица в этом участке является слабое развитие их пойм. В верховьях рек пойма имеет 80—100 м ширины и отделена от русла небольшим уступом. В нижнем течении, наоборот, ширина поймы суживается до 10—15 м, а уступ увеличивается до 2—3 м. Слабое развитие поймы может объясняться маловодностью рек и быстрым их стоком.

В летнее время течение рек в одних случаях полностью, а в других частично прекращается, они принимают плессовый характер, а в верхней половине почти полностью пересыхают.

Долина реки Б. Кушум в верхнем и среднем течении узкая и задернованная, в своих низовьях, именно при вступлении в область хвалынских осадков, расширяется. Ниже с. Чапаевки появляется верхняя надпойменная вюрмская терраса, изобилующая петлеобразными старицами, часть из которых потеряла связь с рекой и не затопляется даже весенними водами. Некоторые из стариц являются источниками лечебных грязей для курорта.

III. Геология района

Наиболее древние породы в обследованном участке представлены известняками верхнего карбона, приподнятыми здесь в связи с прохождением линии дислокаций, именуемых „пермской осью Заволжья“.

Выходы известняков можно наблюдать в двух участках по течению р. Б. Кушума (см. карту). Первый выход у с. Чапаевки,

в нескольких метрах ниже речной плотины, где по бичевнику реки и в небольших обнажениях правого берега видны белые известняки, кверху переходящие в доломитовую муку и брекчию пористого известняка.

Второй выход ниже по реке, в 7 км на ю.-в. от с. Бельковки, где известняки приподнимаются до абсолютной отметки 50 м и разрабатываются карьером. Под слоем сильно охристой песчаной глины, мощностью 0,7 м, здесь залегает известняк, сверху серый трещиноватый, пористый с прослойками рыхлого желтоватого известняка, внизу известняк очень плотный, звенящий, при ударе раскалывающийся на плитки.

Обнаруженные впервые в 1853 г. А. Нешелем, а в 1888 г. О. Никитиным и П. Ососковым известняки сопоставлялись с таковыми Самарской Луки и относились к нижнему цехштейну.

Собранная позже К. Н. Журавлевым, а также Н. И. Никитиным в 1929 г., по р. Б. Иргизу, между с. Березовкой и Пугачевым богатая фауна брахиопод верхнего карбона заставляет приписывать известнякам Б. Кушума этот же возраст.

Дисциплинированный палеозой перекрыт непосредственно акчагыльскими осадками, которые, судя по редким обнажениям р. Б. Кушума, представлены слюдястыми, иногда железистыми песками. Б. А. Можаровский отмечает, что, по мере приближения к палеозойскому валу, породы акчагыла опесчаниваются и носят прибрежный характер и что в районе Б. Кушума они представлены именно мелководными свитами. Кровля песков акчагыла носит на себе следы размыва и на ней располагаются сыртовые отложения континентального происхождения, располагающиеся главным образом на водораздельных плато.

В понижениях между сыртами акчагыл перемят и здесь за счет его отложились ательские суглинки, в большинстве случаев пористые, легкие, лессовидные, бурого цвета, со следами корней растений и костей крупных млекопитающих.

Ательские суглинки заканчиваются отложениями глин хвалынской трансгрессии, достигавшей отметки 30—50 м абсолютной высоты и заходившей далеко на север по долинам рек, обходя сыртовые возвышенности.

Б. А. Можаровский выделяет два типа осадков хвалынского времени: 1) осадки абразионной зоны Хвалынского бассейна (прибрежная зона), захватывающие полосу между 34—50 м абс. высоты, и 2) типично морские осадки, встречающиеся ниже отметки 34 м.

Первые, мало отличаясь от сыртовых и ательских осадков, несут следы косой слоистости, вторые отличаются развитием весьма характерных тонкослоистых и даже ленточных шоколадных глил малой мощности, представляющих собою продукты отмучивания в мелких солоноватых водоемах лощинного типа.

Источники прибрежной полосы реки Б. Кушума от поселка Каменной Сармы и ниже
(Аналитик А. К. Васильева)

Таблица 4

№ № родников	Место взятия пробы	В миллиграммах на 1 л							Миллиграмм-эквиваленты на 1 л							Миллиграмм-эквиваленты на 1 л				Эквиваленто-проценты				Время взятия пробы	Температура воды	Литры
		NH ₃	N ₂ O ₃	H ₂ S	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	A ₁	A ₂	S ₁	S ₂	A ₁	A ₂	S ₁	S ₂			
1	Левый берег Б. Кушума против ю.-з. края села Каменной Сармы	сл.	0	0	453	926	789	300	60	7,46	36,12	16,4	14,97	4,93	40,1	0,7,46	40,1	12,4	0	12,42	66,94	20,65	9/IX	13°		
2	То же в 250 м, ниже церкви с. Каменная Сарма	0	есть	0	384	1820	1362	400	266	6,30	51,3	23,3	19,97	21,9	39,0	0,6,43	39,2	25,4	0	7,95	48,42	43,61	10/IX	16°		
3	То же в 150 м, ниже предыдущего	0	есть	0	384	1044	727	292	146	6,30	30,43	15,2	14,57	12,0	25,3	0,6,30	25,3	20,3	0	12,17	48,72	39,12	.	16°		
4	То же в 3,5 км ниже села Каменная Сарма. Родник каптажирован и течет по трубам	0	0	0	169	44	38	62	23	2,77	1,27	0,79	3,50	1,89	0,59	0,2,77	0	2,62	0	51,5	0	48,6	.	14,8°		
5	Левый берег Б. Кушума в 3,8 км ниже с. Каменная Сарма—железистый	0	0	0	377	510	608	186	69	6,18	14,38	12,66	9,28	5,67	18,27	0,6,18	18,3	8,77	0	18,6	55,05	26,35	.	8°		
6	Серный источник Чапаевского курорта (питьевой—лечебный)	есть	0	есть	250	10880	1299	1673	445	4,10	307,5	27,1	83,55	36,6	218,5	0,4,10	218,4	116,5	0	1,22	64,43	34,35	26/IX	10°		
7	Серный источник Чапаевского курорта (ванный)	есть	0	есть	253	11080	1282	1170	749	4,15	317	26,7	58,4	36,82	265,6	0,4,15	278,6	91,07	0	1,11	74,50	24,39	.	10°		
8	Левый берег Б. Кушума 1,8 км выше села Чапаевки (железистый)	0	0	0	515	712	41	166	209	8,44	20,08	0,85	8,29	17,19	3,89	0,8,44	3,91	17,04	0	28,72	13,3	58,0	10/IX	15,8°		
9	Правый берег Б. Кушума в 1 км ниже Чапаевки (сернистый родник)	есть	0	есть	311	9350	970	987	397	5,10	264,0	20,2	49,26	32,6	207,4	0,5,10	210,7	73,4	0	1,74	72,65	25,63	11/IX	19,8°		
10	То же в 2-х км от устья реки Миуса	сл.	0	0	284	6120	1290	844	349	4,66	172,6	26,9	42,13	28,7	133,3	0,4,66	133,3	66,2	0	2,29	65,33	32,38	.	11,0		
11	То же против села Белковки (заболочен, зарос солянкой)	сл.	0	0	348	7000	1069	872	450	5,70	197,4	22,3	43,52	37,01	144,8	0,5,70	154,87	64,8	0	2,53	68,67	28,87	25/IX	—		
12	Левый берег Б. Кушума против быв. с/х. артели «Врата Эдема» (сернистый)	0	0	есть	162	3620	436	329	187	2,66	102,1	9,08	16,4	15,4	80,0	0,2,66	82,0	29,1	0	2,34	72,28	25,40	13/IX	—		
13	Правый берег Б. Кушума 400 м ниже Мишанина дола	0	0	0	314	1146	274	172	49	5,15	32,2	5,14	8,59	3,78	30,12	0,5,15	30,12	7,92	0	11,96	69,68	18,36	23/IX	11°		
14	То же 500 м ниже Мишанина дола	сл.	0	0	293	3840	355	400	174	4,80	108,3	7,39	19,97	14,3	86,2	0,4,80	86,2	29,5	0	3,88	71,67	24,55	.	8°		
15	То же в 2,5 км выше села Б. Кушума (для водопоя)	сл.	0	0	363	1136	296	172	70	5,95	32,06	6,16	8,59	5,76	29,7	0,5,95	31,8	6,40	0	13,48	72,04	14,48	.	8,8°		
16	То же в 2-х км выше села Б. Кушума (железисто-сернистый)	0	0	0	375	1260	477	246	126	6,15	35,5	9,33	12,3	10,4	28,3	0,6,15	28,3	16,5	0	12,08	55,56	32,36	13/IX	7°		
17	Левый берег Б. Кушума в 1,5 км выше села Б. Кушума	0	0	0	367	1448	534	343	81	6,02	40,6	11,1	17,12	6,66	33,9	0,6,02	34,0	17,8	0	10,40	58,75	30,85	13/IX	7°		
18	Правый берег Б. Кушума 1,5 км выше села Б. Кушума	0	0	0	417	1576	495	257	117	6,84	44,3	10,3	12,8	9,6	39,0	0,6,84	39,03	15,6	0	11,10	63,50	25,40	23/IX	9°		
19	Правый берег Б. Кушума у старого моста в 1,5 км выше села Б. Кушума (группа родничков)	есть	0	есть	248	28120	1283	2176	1009	4,07	793,5	26,1	108,6	89,6	625,5	0,4,07	678,8	170,8	0	0,49	78,76	20,75	22/IX	14,8		
20	То же против села Б. Кушума	есть	0	есть	301	30940	1200	2131	833	4,93	873,13	25,0	106,3	68,5	728,2	0,4,93	728,2	169,9	0	0,54	80,68	18,78	.	10,5		
21	Родничок, вытекающий из-под уровня речной воды в 1,5 км ниже села Б. Кушума (сернистый)	0	0	есть	153	5660	477	543	263	2,51	159,6	9,73	27,1	21,6	123,1	0,2,51	123,1	46,2	0	1,46	71,67	26,87	14/IX	18,5°		
22	Правый берег Б. Кушума в 1,4 км ниже села Б. Кушума	есть	есть	есть	299	16040	822	1982	785	4,74	463	17,11	98,9	64,5	311,4	0,4,74	231,4	158,7	0	0,98	66,40	32,62	22/IX	13°		
23	То же в 1,4 км ниже села Б. Кушума	есть	есть	есть	222	22820	4504	1973	839	3,61	643,5	94,5	98,4	69,0	574,2	0,3,64	574,1	763,8	0	0,49	77,46	22,05	.	10,5°		
24	То же в 1,5 км ниже с. Б. Кушума	есть	0	есть	296	22080	1101	722	848	4,85	643,2	23,1	38,5	69,6	562,8	0,4,85	562,8	103,2	0	0,72	83,90	15,38	.	10,5°		
25	Правый берег Б. Иргиза в 0,5 км выше села Кормежка	0	сл.	0	539	108	133	140	48	8,84	2,84	2,74	6,99	3,94	3,52	0,8,84	3,62	2,09	0	61,16	24,37	14,47	17/IX	10,5°		
26	Левый берег Б. Иргиза у моста села Кормежки	есть	0	0	355	46	84	86	26	5,82	1,30	1,75	4,29	2,14	2,44	0,5,82	2,44	0,66	0	65,20	27,40	7,40	16/IX	10,5°		
27	Правый берег Б. Иргиза против табачн. плантации колхоза «Партизан»	есть	0	0	475	266	сл.	69	50	7,79	0,76	0	3,44	4,11	1,00	0,7,55	0,76	0	2,81	88,30	8,89	0	.	10°		
28	Правый берег Б. Иргиза в овражке, в 1,5 км от ст. Журавлихи	сл.	0	0	296	160	115	143	39	4,85	4,51	2,39	7,14	3,20	1,41	0,4,85	1,46	5,49	0	41,13	12,40	46,47	17/IX	13°		
29	Пойма р. М. Кушум у с. Пылковки	сл.	сл.	0	1276	1930	779	615	196	20,8	54,4	16,22	30,7	16,12	44,6	0,20,8	44,6	26,0	0	22,76	48,87	28,37	18/IX	16°	сл.	
30	То же в 1 км ниже с. Пылковки	0	0	0	341	158	76	186	29	5,59	4,46	1,58	9,28	2,38	0	0,5,59	0	6,02	0	48,00	0	52,00	.	10°	3.	

Наличие растительных остатков и весьма правильное ритмичное переслаивание песчаных и лессовидных прослоек и жирных шоколадных глин, обогащенных хлористым натром, позволяют отнести их к отложениям неглубокого высыхающего бассейна.

IV. Минеральные источники

Долина р. Б. Кушума имеет относительно большое количество источников, выходящих в нижней части берегового склона и по его руслу. Лишь небольшое число источников имеет пресную воду, большинство же из них соленоватые и соленые.

Наиболее высокоминерализованные источники локализируются в двух участках: 1) в интервале от с. Камениая Сарма до устья речки Миус, где сосредоточена и группа источников Чапаевского курорта, и 2) на участке р. Б. Кушума, прилегающем к селу того же названия (рис. 1). В первом участке выходы источников связаны с известняками палеозоя, во втором же случае они выходят из речного аллювия или хвалыньских осадков. Однако, генетическая аналогия и связь их с источниками Чапаевской группы не вызывает сомнения, так как характер минерализации и в том и в другом случае строго выдерживается.

Ниже приводится сводная таблица химических анализов вод источников р. Б. Кушума, расположенных в порядке их нахождения по течению реки от верховьев до устья (табл. 4).

Лечебный источник Чапаевского курорта подвергался и более ранним химическим исследованиям. Сводка прежних анализов приводится в работе Д. В. Соколова и А. Д. Стопниевича⁶ от 1917 г., где данные пересчитаны на соли. Для сопоставления ниже приводятся эти же анализы, перечисленные на миллиграмм-ионы и миллиграмм-ион-эквиваленты.

Таблица 5

Компоненты	В миллиграммах на 1 л			Миллиграмм-эквиваленты		
	Шмидт 1865 г.	Бактер. ин-т в Москве 1901 г.	Щедро- вицкий в Срато- ве 1915 г.	Шмидт 1865 г.	Бактер. ин-т в Москве 1901 г.	Щедро- вицкий в Срато- ве 1915 г.
Cl	10 200	9 980	10 360	286,3	281,39	292,1
Br	21	20	есть	0,27	0,26	есть
SO ₄	1 345	1 382	1 465	27,84	28,63	30,48
HCO ₃	105,6	211,8	73,2	2,55	3,53	1,20
H ₂ S	27	47	19	1,60	2,79	1,1
CO ₂	—	—	0,004	0,124	0,60	0,16
Na	5 145	5 250	5 108	224,0	228,0	222,1
K	39	—	63	1,00	—	1,61
Li	0,012	0,11	есть	0,002	0,018	есть
Rb	29	—	—	0,34	—	—
NH ₄	—	7,4	28,8	0,412	1,595	есть
Ca	1 050	996	1 095	54,0	48,3	54,7
Mg	460	4,0	454	37,62	38,40	37,45
Fe	—	0,034	1,2	—	0,001	0,043
CO ₂	22	19,8	—	1,00	0,90	—

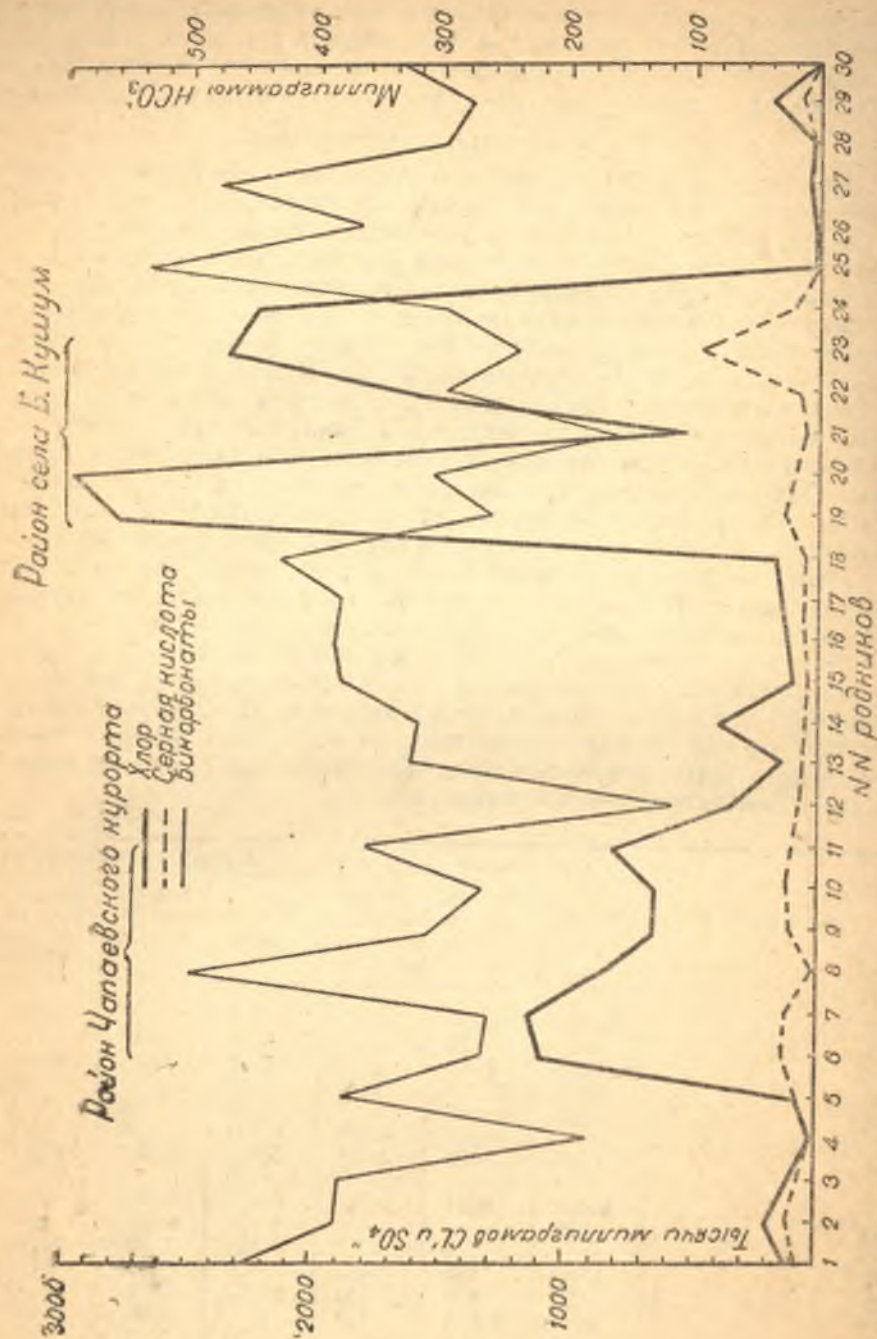


Рис. 1. Кривая изменения степени минерализации родников по протяжению р. Б. Кушум (см. табл. анализов № 4).

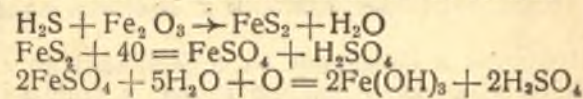
Для главных компонентов— Cl , SO_4 , Ca , Mg —данные старых анализов мало отклоняются от наших данных (табл. 4, анализ № 6). Колеблющиеся цифры дает ион HCO_3 , для которого К. Шмидт дает 105,6 мг, Шедровицкий—73,2 мг, в то время как бактериологическая лаборатория в Москве дает карбонаты 211,8 мг на литр, что вероятнее всего надо рассматривать как бикарбонаты. Наши данные показывают цифру 250 мг на литр (4,10 мг-эка.).

В табл. 6 выделены средние значения минерализации источников, разбитых на три группы. В первом анализе дано среднее для 7 высокоминерализованных источников, группирующихся около Чапаевского курорта, во втором—тоже для 6 источников окрестностей села Б. Кушума, в третьем сведены данные 18 анализов слабо минерализованных источников по всему течению Б. Кушума, содержащих хлора менее 3000 мг на литр.

Сопоставляя данные табл. 4, а также рассматривая табл. 6, можно видеть, что:

- 1) воды, обогащенные хлоридами, обогащаются также и сульфатами;
- 2) сероводород присутствует лишь в высокоминерализованных источниках;
- 3) количество бикарбонатов находится в обратной зависимости от степени минерализации источника.

Разделение источников р. Б. Кушума С. Н. Никитиным⁶ на 2 типа серных и железистых едва ли целесообразно, так как резкого химического различия между ними нет. Все различие заключается лишь в поверхностном режиме источников на контакте с атмосферным воздухом. Так, при значительном дебите источника сероводород выносится на данную поверхность и улетучивается или окисляется до серы лишь вдали от его устья. При слабом дебите источника и невысокой концентрации H_2S последний не поднимается до земной поверхности, а окисляясь приводит к поверхностной циркуляции железа по схеме:



Гидрат окиси железа, образующийся в результате окисления сульфида и последующего гидролиза, отлагается в форме охряно-желтого студенистого осадка непосредственно около устья источника, создавая тем самым лишь внешнюю обстановку, отличающую его от нормального серного источника.

Температура минеральных источников, замеренная в сентябре 1937 г., колебалась от 7° до 20° С. Пять источников (18,5%)—имели температуру в интервале 7°—9° С; одиннадцать (40,5%) в интервале 9°—12° С; пять (18,5%)—от 12° до 15° С и шесть—в интервале 15°—20°. Наиболее часто встречающаяся температура 10°—11° отмечена и для лечебного источника Чапаевского

курорта. Принимая среднюю годовую температуру местности $4,8^\circ$, следует эти источники отнести к слабо термальному типу (акратотермы) и приписать им глубинное происхождение. Тектонические нарушения, приподнявшие палеозойские свиты на поверхность, или, возможно, сами палеозойские свиты, повидимому, являются теми путями, по которым поднимаются минеральные источники.

Любопытно, что восходящие источники, связанные с соляной структурой озера Индер, обладая близкими характером и степенью минерализации, также относятся к теплым источникам. Согласно замерам температур, производимым геологом А. Н. Волковым, температуры источников Индера на $3^\circ-4^\circ$ превышают среднюю годовую местность.

Своеобразный характер минерализации восходящих источников выступает при сопоставлении их с колодезными водами, питающимися из горизонтов сыртовых глин и ательских суглинков (табл. 7). Помимо общей опресненности, воды колодезей лишены сероводорода и имеют относительно повышенные концентрации HCO_3 .

Ниже приводится серия химических анализов плессовых вод, отобранных по Б. Кушуму, его притоку Миусу, по р. М. Кушуму и р. Б. Иргизу в интервале между устьями Б. и М. Кушумов (табл. 8, 9, 10, 11).

Реки Б. Кушум с притоком Миус и р. М. Кушум в момент осмотра (сентябрь) не имели сплошного потока; воды отбирались по отдельным плессам и озерам, сохранившимся в реке. Лишь ниже с. Чапаевки река Б. Кушум имела, хотя и слабо выраженный, но постоянный поток. Минерализация плессовых вод Б. Кушума подвержена резким колебаниям в различных его участках (рис. 2). Можно разбить все протяжение русла на такие интервалы:

- 1) Верховье реки—пробы 1—3—с пресной водою. Исключением является плесс у Бобринки, расположенный против оврага, в котором отмечены колодцы с соленой водою (табл. 7, проба № 2);
- 2) плессы в интервале от с. Бобринки до с. Каменной Сармы со слабо минерализованною водою и пробы №№ 5—8;
- 3) примерно от с. Каменной Сармы и ниже идут плессы с резко соленой водою, что связывается с выходом сильно минерализованных источников, плессы 9—16;
- 4) в устьевой части реки соленость вод снижается и становится близкой к таковой р. Б. Иргиза (табл. 11).

Концентрация различных ионов в плессовых водах в общем следует за концентрацией хлоридов, но со значительным отставанием. Исключением является ион HCO_3 , который в одних случаях дает повышенные концентрации (проба № 10—511 мг на 1 л), в других—резко сниженные цифры, как в пробе № 13 (107 мг). Несомненно, что, помимо аэрации¹, снижающей

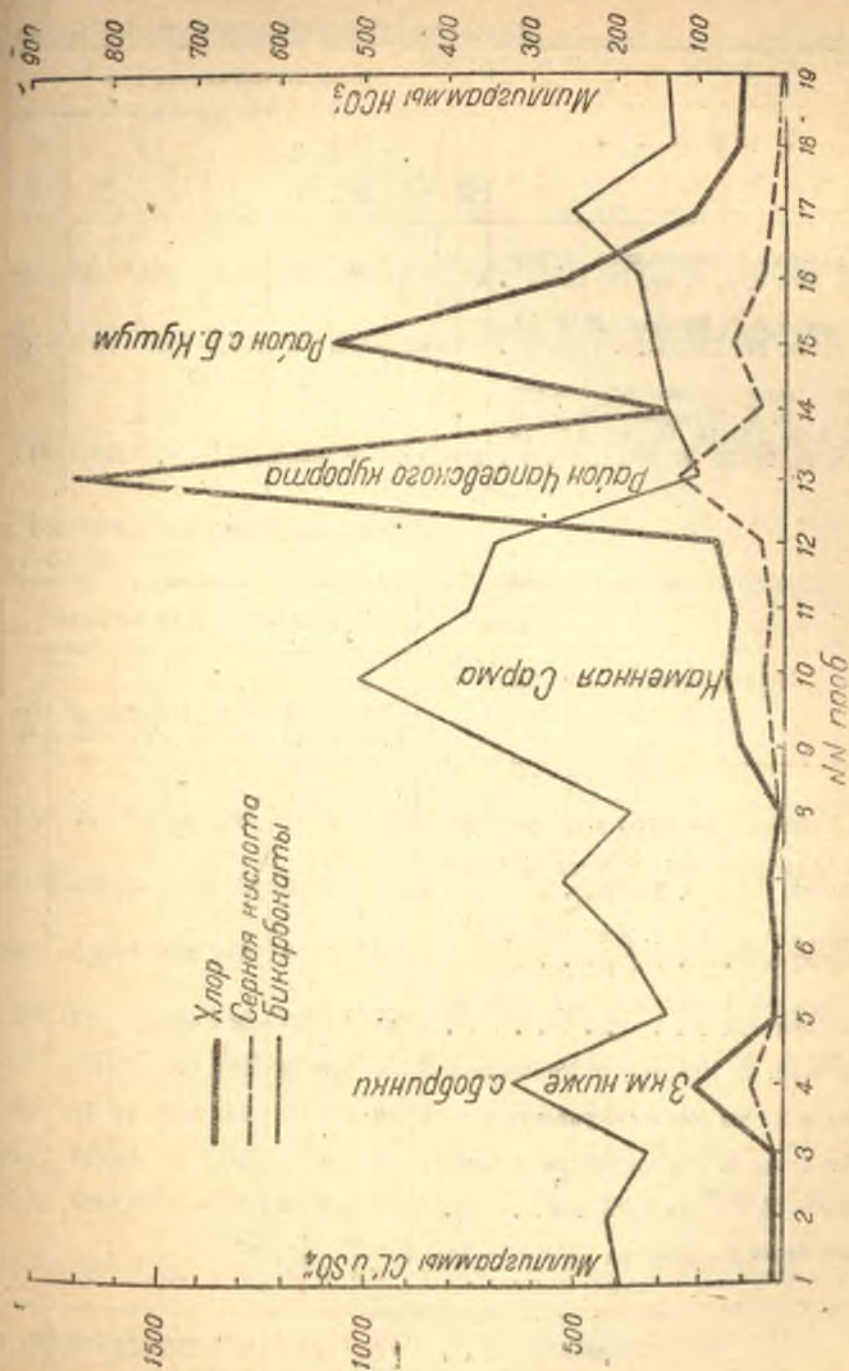


Рис. 2. Степень минерализации плессов р. Б. Кушума.

Характеристика источников р. Б. Кушума

Г р у п п ы	В миллиграммах на 1 л							
	NH ₃	N ₂ O ₅	H ₂ S	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
1. Источники Чапаевского курорта №№ 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14 .	есть	0	есть	272	7410	960	627	350
2. Район села Б. Кушума №№ 19, 20, 21, 22, 23, 24	есть	есть	есть	251	20943	1559	1588	763
3. Слабо минерализованные источники р. Б. Кушума №№ 2, 3, 4, 5, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30	есть	сл.	0	435,3	840,5	401,7	225,7	94,6

Анализы вод колодцев и копаней в
(Аналитик

Местонахождение колодца	В миллиграммах на 1 л							
	NH ₃	N ₂ O ₅	H ₂ S	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
Дом Солянка 2 км выше с. Бобринки . .	сл.	0	0	394	34	51	106	23
Р. Б. Кушум в 200 м выше села Бобринки	есть	0	0	451	1334	625	309	168
С. Нов. Кушум в 4-х м от берега р. Б. Кушума	0	0	0	308	306	90	186	44
Лев. берег Б. Иргиза в 0,5 км ниже села Ивантеевки	сл.	0	0	384	432	207	200	32
Прав. берег Б. Иргиза у с. Криволучье .	сл.	есть	0	573	310	452	292	102
То же в 1,5 км выше с. Криволучье . .	0	0	0	236	508	72	71	38
Левый берег Б. Иргиза против с. Суры .	0	0	0	341	84	54	143	26
То же в 1,5 км ниже с. Суры	0	0	0	391	52	42	129	16
Левый берег М. Кушума 0,5 км от села Пылковки	0	0	0	358	100	41	164,4	16
Среднее	0	0	0	344	351	181,5	178,7	51,6

по группам (средние значения)

Таблица 6

Миллиграмм-эквиваленты на 1 л						Миллиграмм-эквиваленты на 1 л				Эквивалент-проценты			
HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	A ₁	A ₂	S ₁	S ₂	A ₁	A ₂	S ₁	S ₂
4,45	210,8	19,92	44,7	28,7	159,3	0	4,45	166,0	67,3	0	2,20	62,82	28,7
4,12	595,95	32,54	79,6	63,8	48,75	0	4,12	384,9	135,4	0	0,78	76,48	22,74
7,13	23,91	7,99	11,28	7,14	20,07	0	7,13	20,01	11,89	0	18,25	51,25	30,50

водосборе Б. Кушума и Б. Иргиза
А. К. Васильева)

Таблица 7

Миллигр.-эквиваленты на 1 л						Миллигр.-эквив. на 1 л				Эквиваленто-проценты			
HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	A ₁	A ₂	S ₁	S ₂	A ₁	A ₂	S ₁	S ₂
6,46	0,96	1,06	5,02	1,89	1,57	0	6,46	1,57	0,45	0	76,25	18,45	5,30
7,40	37,65	13,01	15,42	13,82	28,82	0	7,40	28,82	21,84	0	12,72	49,62	37,66
5,05	8,63	1,87	9,29	3,62	2,64	0	5,05	2,64	7,86	0	32,40	17,00	50,60
6,29	12,2	4,30	9,80	2,64	10,35	0	6,29	10,35	6,15	0	27,60	45,40	27,00
9,39	8,74	9,41	14,57	8,39	4,73	0	9,39	4,58	13,54	0	34,08	16,68	49,24
3,86	14,32	1,5	3,50	3,14	13,04	0	3,86	13,04	2,78	0	19,61	66,27	14,12
5,59	2,37	1,12	7,10	2,14	0,00	0	5,59	0	3,65	0	60,50	0	39,50
6,41	1,47	0,87	5,99	1,32	1,38	0	6,41	1,38	0,90	0	73,80	15,85	10,35
5,87	2,82	0,85	8,22	1,32	0	0	5,87	0	3,67	0	61,50	0	38,50
6,26	9,90	3,72	8,81	4,23	7,78	0	6,26	6,93	6,76	0	31,40	34,71	33,89

Химические анализы плессовых и проточных
(Аналитик)

№№ проб	Место взятия пробы	В миллиграммах на 1 л							
		NH ₃	N ₂ O ₅	H ₂ S	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
1	Пруд в пойме р. Б. Кушум у с. Светлое озеро	сл.	0	0	198	27,6	68	88	13
2	Плесс р. Б. Кушум в 0,5 км ниже села Светлое озеро	сл.	0	0	209	30	18	57	9
3	Пруд у больницы в пойме Б. Кушума, у южной части с. Бобринки	сл.	0	0	167	24	43	43	8
4	Р. Б. Кушум 3 км ниже с. Бобринки	0	0	0	322	2008	386	252	209
5	Р. Б. Кушум против с. Мал. Перелаз	сл.	сл.	0	147	188	33	121	27
6	Р. Б. Кушум в 300 м выше дороги на с. Лапки	0	0	0	191	111,6	43	100	28
7	Пруд в пойме п. Полуденки у с. Лапки	есть	0	0	267	188	29	74	9
8	Плесс р. Б. Кушума у с. Лапки I	0	0	0	191	108	48	85	26
9	Плесс р. Б. Кушума 1 км выше с. Каменной Сармы	0	0	0	348	994	164	143	48
10	Плесс р. Б. Кушума у с. Каменной Сармы	сл.	0	0	511	1580	312	286	187
11	Речное озеро на Б. Кушуме, 3,5 км ниже Каменной Сармы	есть	есть	0	398	1250	340	300	146
12	Река Б. Кушум, 7 км ниже Чапаевки	сл.	0	0	341	1430	623	386	200
13	Старица ниже с. Чапаевки и 200 м от прав. берега	сл.	сл.	0	107	16780	2499	1950	1033
14	Б. Кушум у с. Новоуспенки	есть	0	0	141	2580	394	329	183
15	Б. Кушум у с. Б. Кушум, у моста	сл.	0	0	176	4610	419	472	230
16	Б. Кушум у пос. Нов. Кушум	сл.	0	0	143	1080	148	143	65
17	Устье р. Б. Кушум	0	0	0	145	1000	107	129	39
18	Овраг Деревянный 3-4 км выше с. Б. Кушум	сл.	0	0	165	11480	1547	958	647
19	Мишанин дол 8 км от с. Б. Кушум	0	0	0	272	1650	340	186	104

Анализы вод по р. Миус

Место взятия пробы	В миллиграммах на 1 л							
	NH ₃	N ₂ O ₅	H ₂ S	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
Речка Миус ниже с. Ковалевки	есть	0	0	231	156	64	57	22
Речка Миус у с. Коптевки	есть	0	0	456	348	29	157	48
Речка Миус у с. Ней Цюрих	есть	0	0	320	714	148	151	67
Речка Миус 0,5 км выше устья	есть	0	есть	833	7540	427	786	374
Речка Миус там же	0	0	0	217	3984	702	443	279
Овраг Солянка, впадающий в Миус	сл.	0	0	439	1240	153	183	188
Среднее	есть	0	0	416	2330	254	296	163

вод р. Б. Кушума в сентябре 1937 г.
А. К. Васильева

Таблица 8

Миллиграмм-эквиваленты на 1 л							Миллиграмм-эквиваленты на 1 л			Эквивалент-проценты			Время взятия пробы	Температура
HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	A ₂	S ₁	S ₂	A ₂	S ₁	S ₂			
3,25	0,78	1,42	4,39	1,07	0	3,25	0	2,21	52,5	0	10,5	6/IX	18°	
3,42	0,85	0,37	2,84	0,74	0,11	3,42	1,16	0,16	73,8	22,8	3,90		17°	
2,73	0,68	0,89	2,12	0,66	1,52	2,73	1,52	0,05	63,40	35,34	1,26		16,5°	
5,27	56,6	8,02	12,4	17,30	230,3	5,27	40,29	24,33	7,60	57,50	34,80	7/IX	14,5°	
2,42	5,30	0,68	5,96	2,22	0,65	2,42	5,90	5,76	17,10	42,20	40,70		16,2°	
3,13	3,19	0,89	4,91	2,30	0	3,13	0	4,08	43,40	0	56,60	8/IX	14,2°	
4,37	5,30	0,60	3,63	0,74	5,90	4,37	5,90	0	42,50	57,50	0		15,8°	
3,13	3,05	0,99	4,24	2,14	0,79	3,13	0,79	3,25	43,60	11,00	45,40	9/IX	17,5°	
5,70	28,0	3,42	7,05	3,96	26,11	5,70	26,11	5,31	15,30	70,40	14,30		16°	
8,38	44,6	6,50	14,27	15,38	29,83	8,38	29,83	21,27	14,10	50,10	55,80		17°	
6,52	35,3	7,08	14,97	12,01	21,92	6,52	21,92	20,46	13,40	44,80	41,80		16,2°	
5,59	40,30	12,97	19,27	16,45	23,14	5,59	23,74	30,13	9,40	39,95	50,65	10/IX	16,3°	
1,75	473,28	51,98	97,3	84,95	344,64	1,75	344,76	180,5	0,33	65,35	34,32	11/IX	16°	
2,31	72,8	8,20	16,42	15,30	51,84	2,31	81,0	29,41	2,05	71,78	26,17		17°	
2,87	129,7	8,72	23,56	18,9	98,8	2,87	98,83	39,59	0,05	69,95	28,00	14/IX	17°	
2,32	30,5	3,08	7,14	5,34	21,39	2,34	23,41	10,14	6,50	65,35	28,15	14/IX	19°	
2,38	28,2	2,20	6,47	3,21	23,03	2,38	23,10	7,30	7,26	70,50	22,24	15/IX	15°	
2,70	324,86	32,25	47,82	53,50	27,60	2,71	257,64	98,61	0,75	71,75	27,50		—	
4,46	46,5	7,10	9,28	8,26	40,5	4,46	40,50	13,08	7,70	69,80	22,50		—	

(Аналитик А. К. Васильева)

Таблица 9

Миллиграмм-эквиваленты на 1 л							Миллиграмм-эквиваленты на 1 л			Эквивалент-проценты			Время взятия пробы	Температура
HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	A ₂	S ₁	S ₂	A ₂	S ₁	S ₂			
3,79	4,40	1,33	2,85	1,81	4,86	3,79	4,86	0,87	39,80	51,05	9,15	24/IX	—	
7,49	9,82	0,60	7,84	3,94	6,13	7,49	6,13	4,29	41,80	34,25	23,95		—	
5,25	20,1	3,08	7,54	5,51	15,38	5,25	15,38	7,80	18,42	54,18	27,40		—	
13,65	212,0	8,89	39,30	30,76	164,48	13,65	164,48	56,41	5,82	70,10	24,08	25/IX	—	
3,56	112,3	14,60	22,15	22,94	85,37	3,56	85,37	41,53	2,72	65,40	31,88		—	
7,20	35,0	3,18	9,75	15,46	20,77	7,20	20,77	17,41	15,88	45,70	38,42	26/IX	17°	
6,82	65,70	5,28	14,80	13,46	49,60	6,82	49,60	21,38	8,75	63,86	27,39		—	

**Химические анализы вод из реки
(Аналитик)**

Место взятия пробы	В миллиграммах на 1 л							
	NH ₃	N ₂ O ₅	H ₂ S	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
Устье реки М. Кушум	0	0	0	165	452	90	114	32
Река М. Кушум у с. Пылковки (плесс) .	0	0	0	215	688	146	143	82
Плесс р. М. Кушум 0,5 км от Пылковки	сл.	есть	0	160	1420	148	226	113
" " " у с. Нов. Юлдань выше моста	0	0	0	403	589	126	129	52
Среднее	0	0	0	238	878	127	153	69,7

Химические анализы вод реки Б.

Место взятия проб	В миллиграммах на 1 л							
	NH ₃	N ₂ O ₅	H ₂ S	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
Река Б. Иргиз выше с. Криволучье . . .	сл.	сл.	0	155	690	107	183	44
" " с. Суры у моста	сл.	0	0	136	1290	148	166	78
" " у с. Кормежки	сл.	0	0	131	1290	148	192	78
" " у с. Наумовки	сл.	0	0	172	442	113	183	35
" " 1 км выше устья р. М. Кушума	0	0	0	167	340	90	109	35
Среднее	сл.	0	0	152	810	121	146,6	54

**Малый Кушум, взятых в сентябре 1937 г.
А. К. Васильева)**

Таблица 10

Миллиграмм-эквиваленты на 1 л						Миллиграмм-эквивал. на 1 л			Эквивалент-проценты			Время взятия пробы	Температура
HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	A ₂	S ₁	S ₂	A ₂	S ₁	S ₂		
2,71	12,75	1,57	5,69	2,63	9,08	2,71	9,08	5,54	15,62	52,38	32,00	15/IX	19,6°
3,52	19,40	3,04	7,14	6,74	12,08	3,52	12,08	10,36	13,57	46,53	39,90	16/IX	17°
2,62	40,0	3,08	11,28	9,29	95,13	2,62	25,13	17,95	5,70	55,00	39,30	"	19°
6,60	16,60	2,62	6,45	4,28	15,09	6,60	15,09	4,13	25,60	58,40	76,00	17/IX	18,5°
3,85	22,26	2,04	7,65	5,73	15,37	3,85	15,37	9,53	13,31	53,69	33,00	18/IX	16,5°

Иргиза, взятых в сентябре 1937 г.

Таблица 11

Миллиграмм-эквиваленты на 1 л						Миллигр.-эквиваленты на 1 л			Эквивалент-проценты		
HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	K+Na	A ₂	S ₁	S ₂	A ₂	S ₁	S ₂
2,54	19,46	2,23	9,13	3,62	11,48	2,54	11,48	10,21	10,48	47,34	42,20
2,23	36,46	3,08	8,32	6,41	27,04	2,23	27,04	12,50	5,34	64,70	29,96
2,14	36,46	3,08	9,62	6,41	25,65	2,14	25,65	13,89	5,15	61,70	33,15
2,82	12,47	2,35	4,14	2,88	10,62	2,82	10,62	4,20	16,00	60,85	23,75
2,74	9,57	1,87	5,46	2,88	5,84	2,74	5,84	5,60	19,30	41,10	39,60
2,49	22,08	2,52	7,32	4,44	16,46	2,49	16,46	8,11	9,20	60,85	29,95

концентрацию HCO_3 в водах, и бактериальных процессов, действующих в обратном направлении, в данном случае (в пробе № 13) сказывается первичный состав минеральных источников, за счет которых данный плесс питается.

В ы в о д ы

Анализируя цифровой материал таблиц химического состава минеральных источников, можно отметить следующие закономерности:

1) Колодезные воды верхне-третичных горизонтов по Чапаевскому району сходны с колодезными водами соответствующих горизонтов прилегающего водосбора р. Б. Сакмы (табл. 12) и не имеют никаких данных для выделения их из общей группы грунтовых вод по Заволжью.

Таблица 12¹

Колодезные воды	Число проб	Миллиграммы на 1 л				
		Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ '	Ca''	Mg''
А. Водосбор Б. Сакмы						
Ательский горизонт	19	561	134	384	180	67,8
Хвалынский горизонт	17	294	299	374	165,7	61,6
Сыртовые глины	40	572	372	403	204,1	108,1
Б. Водосбор Б. Кушума						
Ательские и хвалынские воды	9	351	181	374	178,4	56,1

2) Минерализованные источники р. Б. Кушума представляют собою особую для этого района группу источников, выделяющуюся как по своему составу, так и узкой локализации выходов. Повышенная температура заставляет рассматривать эти источники как восходящие.

Высокая соленость источников, преобладание хлоридов и сероводорода заставляют усматривать наличие некоторой аналогии с водами нефтяных месторождений. Присутствие сульфатов в количестве до 4504 мг на 1 л несколько выделяет их из группы наиболее распространенных нефтяных вод², но тем не менее не исключает возможной связи с нефтеносностью, поскольку ряд областей, реально нефтеносных, несут в известной степени и сульфатные воды или сопровождаются такими в соседних районах.

Наибольшее сходство источников р. Б. Кушума выявляется при сопоставлении их с водами соляных структур Урало-Эмбенского района и Заволжья, именно: вод источников и буровых скважин (табл. 13).

Таблица 13²

Местонахождение	Миллиграммы на 1 л						
	HCO ₃	Cl'	SO ₄ "	Br'	Ca''	Mg''	K'
А. Источники соляного купола Карагунгул							
Родник на западной стороне сора нефтяного источника Сероводородный нефтяной источник в ю.-з. углу сора	80	52 500	270	130	3 300	900	200
Источник на восточном краю сора	220	46 300	280	0	90	760	340
Тоже в ю.-в. углу сора	180	9 700	560	—	310	90	—
	160	14 100	470	—	656	190	—
В. Новобогатинск							
Воды из нефтяной скважины № 2	50	135 560	0	100	150	2 800	950
С. Оз. Баскунчак							
Речка Горькая	100	30 800	2 400	40	2 300	1 400	120

Помимо перечисленных в таблице 13 компонентов, источники Карагунгула, Баскунчака, как и многих других соляных структур, обогащены сероводородом.

Просматривая буровые воды Эмбенских месторождений нефти, как Доссор, Макат, Искине, Байчунас, Новобогатинск, мы также видим в них или полное отсутствие SO_4 или количества, не превышающие 1000 мг на 1 л, при очень низких концентрациях HCO_3 .

Все это, не предвещая глубокой геологической связи источников Чапаевского курорта и соляных структур, позволяет усмотреть здесь сходство тех и других в отношении химического состава и температурного режима и заставляет обратить серьезное внимание на поиски нефти по Заволжью и в частности в районе Чапаевского курорта.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. С. Васильев. Минерализация вод в водосборе р. Сакмы, Пугачевского района, Саратовского края. Ученые записки СГУ, т. X, вып. 3, 1934.
2. В. С. Васильев. Равновесие $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в естественных водах. Ученые записки СГУ, том XIII, вып. 1, 1935.
3. В. С. Васильев. Копрок соляных куполов Эмбы, Урала и Заволжья. «За недра Волго-Прикаспия», вып. 2, 1937. Сар. геол. контора в Саратове.
4. А. П. Герасимов. Минеральные воды. Ест. произв. силы России, т. IV, вып. 40, 1918.
5. С. Н. Никитин. Рапорт Горному департаменту об определении округа охраны Столыпинских минеральных вод. 27/VIII 1892. Горн. журнал.
6. Д. В. Соколов, А. Д. Стопниченко. Столыпинские минеральные воды. Геол. ком. Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 19, 1917.
7. В. А. Султанов. Воды нефтяных месторождений СССР. ОНТИ НКП, 1935.
8. Н. И. Толстихин. Провинции минеральных вод СССР. Проблемы сов. геологии № 3, 1938, стр. 240.

1940

К ПОИСКАМ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В БАШКИРИИ

(Южный Урал)

Г. В. Вахрушев

К группе редких элементов, понимая это в широком смысле, можно отнести следующие: 1) бериллий, ванадий, висмут, вольфрам, литий, молибден, тантал, торий, уран, церий, золото, серебро, платину и металлы платиновой группы; 2) кадмий, селен, стронций, тафний, теллур, рений, рубидий, цезий и редкие земли; 3) активий, радий и редкие газы (аргон, криптон, ксенон, гелий, неон); 4) галлий, германий, иллиний, индий и мазурий.

Элементы первой подгруппы встречаются в природе в рассеянном и концентрированном виде. Они довольно широко используются в современной промышленности в виде самостоятельных и вспомогательных объектов. Элементы второй подгруппы известны в природе главным образом в рассеянном виде. Они добываются обычно попутно с более распространенными полезными ископаемыми и употребляются для специальных вспомогательных технических целей. Элементы, входящие в третью подгруппу, являются еще более редкими в природе и используются пока только для некоторых специальных целей. Элементы четвертой подгруппы относятся к очень редким, а поэтому применение их в современной технике пока весьма ограничено и затруднено.

Однако наша промышленность и техника быстро развиваются и гигантскими шагами двигаются вперед, а вместе с этим растет потребность в редких элементах и совершенствуются методы поисков, добычи и использования их. Наша современная химия, металлургия, машиностроение, радиотехника и авиация уже не могут обходиться без применения многих редких элементов. За последнее десятилетие редкие элементы не только широко внедрились в технику, но стали одним из важнейших и влиятельнейших факторов ее дальнейшего развития и совершенствования. Если дореволюционную эпоху можно было именовать эпохой пара, железа и стали, то наше время следует называть веком новых металлов и сплавов, новой химии катализа, новой физики высоких предельных температур и давлений.

Отсюда понятно, почему наше правительство и партия, развернувшие широко социалистическое строительство и индустриализацию Страны Советов, стали уделять много внимания и редким элементам. Потребность нашей промышленности по ряду редких элементов пока обеспечена далеко не полностью, но наши недра, несомненно, таят в себе почти все необходимые для

индустриализации страны редкие и ценные элементы. Систематические, плановые поиски и разведки на редкие элементы у нас начались только в 1930 г., но и за этот короткий промежуток времени, несмотря на всю трудность изучения этих ископаемых, сделано уже довольно много.

Башкирия, наряду с другими областями и республиками СССР, также заслуживает внимания с точки зрения редких элементов. Здесь в первую очередь необходимо обратить внимание на поиски и изучение месторождений ванадия, урана, германия, рения, висмута, вольфрама, молибдена, селена, стронция, теллура, тория, цезия, платины и металлов платиновой группы, актиния, радия и редких газов. Золото и серебро в Башкирии известны давно и имеют уже промышленное значение, а поэтому считаем излишним останавливаться на них в этой статье.

Ванадий

В пределах Башкирской АССР с точки зрения ванадия заслуживают внимания асфальтиты, асфальты, естественные гудроны, горючие сланцы, пермские и мезозойские угли, медистые песчаники, титаномагнетиты, бокситы и свинцово-цинковые месторождения.

Асфальтиты известны в целом ряде пунктов в полосе западных передовых хребтов. Они образуют вкрапленники, прожилки, жилы, гнездообразные и реже пластообразные скопления, приуроченные к верхне-девонским и нижне-каменноугольным отложениям. Описываемые асфальтиты генетически тесно связаны с битуминозными сапропелитового типа сланцами и мерелями доманиковой фации верхнего девона и являются затвердевшими углеобразными остатками жидких битумов.

Признаки и более или менее значительные скопления асфальтитов зарегистрированы в 10 пунктах: 1) Митин ключ (приток р. Аши); 2) Лемезинское месторождение горючих сланцев; 3) правый берег р. Инзер против б. Лемезинского завода; 4) правый берег р. Бассы, немного ниже устья р. Каран-елги; 5) правый берег р. Зилим, близ хут. Усь-айры; 6) правый берег р. Зилим, гора Бурхан-тау; 7) правый берег р. Сикашты (правый приток Мендыма), против поляны Таш-калкан; 8) р. Куш-елга (правый приток Сикашты); 9) р. Тереклы (правый приток Мендыма); 10) р. Ревзьяк, выше горы Ласын-таш.

В отношении ванадия и других редких элементов местные асфальтиты почти не изучались, но неоднократно обследовались с точки зрения горючего. По данным лабораторных исследований, зольность местных асфальтитов выражается следующими цифрами (в процентах):

Митин ключ (1 анализ)	Инзер (1 анализ)	Куш-елга (2 анализа)	Сикашта (2 анализа)	Терекла (1 анализ)
2,9	13,0	15,0—20,0	7,62—12,95	16,07

Калорийность куш-елгинского асфальтита—от 4 668 до 4 911, сикаштинского—7 524 кал.

По данным одного анализа, произведенного в 1931 г. в хим. лаборатории БЦСНХ (№ 1319), зола тереклинского асфальтита содержит 0,5768% V_2O_5 и 0,0622% урана. Процент содержания ванадия и урана довольно высокий. Это дает основание более серьезно заняться изучением местных асфальтитов с точки зрения редких элементов.

Из указанных пунктов в первую очередь заслуживают внимания Куш-елгинский и Тереклинский. На р. Куш-елге асфальтит, повидимому, образует пластообразную жилу до 0,8 м мощности среди темносерых кремне-глинистых сланцев доманика. В 1929 г. партией Белорецкого рудоуправления при консультации автора статьи эта жила была прослежена по простиранию на 100 м и на глубину до 12 м. На р. Терекле асфальтит наблюдается среди тех же сланцев доманика в виде вкрапленников, гнезд и линзообразных скоплений. В 1931—1932 гг. партиями Башгеолтреста одно из таких линзообразных скоплений было разведано. Мощность его оказалась до 0,7 м, ширина около 12 м и длина до 50 м.

Надо полагать, месторождения асфальтитов в зоне западных передовых хребтов указанными пунктами далеко не исчерпываются. Битуминозные породы доманика здесь прослеживаются в виде меридионально вытянутой, местами изгибающейся и повторяющейся полосы, на расстоянии около 300 км, от верхнего течения р. Аши до южного колена р. Белой. Более или менее детальному обследованию эта полоса была подвергнута только на некоторых участках: бассейн р. Лемезы, берега р. Инзера, Бассы, Зилима, Куш-елги, Сикашты, Тереклы и Ревзяка. Остальная же огромная часть доманиковой полосы детальным изучением пока еще не затронута.

Асфальты и естественные гудроны встречаются среди верхне-девонских, нижне- и верхне-каменноугольных, артинских, кунгурских и уфимских пород. Они связаны с первичными и вторичными месторождениями нефти.

Среди верхне-девонских и нижне-каменноугольных пород асфальты и гудроны наблюдаются в виде вкрапленников, прожилок, небольших жил и гнезд (рр. Лемеза, Зилим, Мендым и др.). Они, повидимому, так же, как и описанные выше асфальтиты, генетически тесно связаны с битуминозными породами, которые послужили исходным материалом для образования этих битумов.

Среди известняков, мергелей и песчано-глинистых сланцев верхнего карбона и артинского яруса пока известен только асфальт, который местами пронизывает породу или образует в ней вкрапленники, прожилки и небольшие гнезда. Первоисточники их пока еще не вполне установлены. Таковыми могут быть битуминозные породы доманика или сапропелитовые сланцы верхнего карбоната, типа юрезанских. Признаки и небольшие

скопления асфальта среди верхне-каменноугольных и артинских пород известны в целом ряде пунктов: на р. Юрезани близ сс. Куселяровой и Осиновки, на р. Зилиме у д. Таишевой, в Усольском хребтике близ Красноусольского завода, на горе Тра-тау, близ г. Стерлитамака, на р. Сим в горе Белекей-тау около д. Ср. Казаяк и др.

Естественные гудроны известны среди отложений кунгурского яруса и красноцветных пород уфимской толщи. В кунгурских гипсах небольшие включения гудрона были обнаружены на правом берегу р. Усолки близ Красноусольского завода. Более значительные скопления гудрона известны среди конгломератов, песчаников и мергелей уфимской толщи и в покрывающих их рыхлых песчано-глинистых породах мезо-кайнозойского возраста.

Из таких месторождений наиболее значительным и изученным является Ишимбаевское, находящееся на правом берегу р. Белой, в районе нефтеразведок. В 1931 и 1932 гг. партией Башгеолтреста здесь обнаружено четыре пункта с залежами гудрона: овраг Ярмыс-куль и хутор Веселый (гудронные песчаники и конгломераты уфимской толщи), хутор Веселый и Песчаный остров (глины и пески четвертичного возраста, пропитанные гудроном). По этим четырем пунктам разведанные запасы гудронных пород с содержанием битума от 5,5% до 30% по всем категориям определяются в 395 тыс. т, или около 68 тыс. т чистого битума.

По данным академика Лепехина*, выход гудрона имеется на р. Инзере, близ д. Султангул-Сотниковой (Узунларовой).

Кроме того, в 1937 г. техником-геологом Ямаловым был найден интересный выход гудрона среди верхне-пермских доломитов на правом берегу р. Уязы, у д. Ядыган, Киргиз-Миякинского района. Данная находка может служить новым отправным пунктом для поисков в этом районе не только месторождений асфальта и гудрона, но и новых месторождений нефти.

Описанные асфальты и естественные гудроны Башкирии с точки зрения содержания в них ванадия и урана пока еще не изучались. Штуфовые пробы асфальта с Куселяровского и Лемезинского месторождений и гудрона с Ишимбаевского при качественной реакции определенно показали присутствие ванадия. Эти данные и намечающаяся генетическая связь некоторых из этих битумов с сапропелитовыми сланцами доманика и верхнего карбона, содержащими ванадий, дает основание более серьезно заняться изучением их. Весьма возможно, что местные асфальты и гудроны окажутся пригодным сырьем для получения ванадия и, может быть, даже урана и некоторых других редких элементов.

* Дневные записки путешествия 1802 г.

Горючие сланцы в пределах Башкирии известны среди верхне-девонских, верхне-каменноугольных, артинских и третичных отложений.

Верхне-девонские сланцы имеются на восточном и западном склонах Ю. Урала. На восточном склоне они приурочены к туфогенным песчаникам и сланцам, выступающим по правобережью р. Урала и по р. Зирян-агач, в районе д. д. Аккужной и Юлбарсовой. Горючие сланцы образуют небольшие прослои и линзы среди указанных пород. Данных по химическому анализу этих сланцев пока не имеется, но по своему внешнему виду последние сильно напоминают доманиковые сланцы западного склона. Практическое значение описываемых сланцев, как горючего, довольно сомнительно, но они, подобно сланцам доманика западного склона, могут содержать то или иное количество ванадия и урана и с этой точки зрения заслуживают специального изучения.

На западном склоне верхне-девонские горючие сланцы приурочены к битуминозным породам доманиковой фации, которые в виде узкой, изгибающейся и местами повторяющейся полосы прослеживаются в зоне передовых хребтов на расстоянии около 300 км от хребта Кара-тау до южного колена р. Белой. Доманиковая фация представлена в основном битуминозными сланцами и мергелями с подчиненными им горючими сланцами сапропелитового типа. Мощность этих пород непостоянна и колеблется в среднем от 10 до 30 м.

Почти все битуминозные породы доманика при качественном определении показывают присутствие ванадия. Наибольшего же внимания с точки зрения ванадия заслуживают собственно горючие сланцы доманика. По данным многочисленных лабораторных исследований, зольность и калорийность их характеризуется следующими цифрами.

Месторождения	Калорийность	Зольность в проц.	Содержание V_2O_5 в золе в %%
Митин ключ (бассейн р. Аши) . . .	около 1 800	—	присутствует
Точильный овраг (бас. р. Аши) . . .	около 1 800	—	"
Лемеза (высококалорийные сланцы)	1 700—3 200	57,7—73,0	"
Лемеза (низкокалорийные сланцы)	1 080—1 680	74,0—78,8	"
Усь-айры (р. Зилим) — глинистая разность	922	70,97	0,100
Усь-айры (р. Зилим) более чистая разность	1 587	63,31	0,282
Ревзяк (басс. Селеука) — средняя проба	—	68,40	0,286
Ревзяк (басс. Селеука) — средняя проба	—	78,00	0,152

В настоящее время в полосе доманика выявлено три более или менее значительных месторождения горючих сланцев: Лемезинское, Ашинское и Зилимское. На Лемезинском месторождении разведанные запасы сланцев с калорийностью выше 1700 кал. исчисляются по категориям „А“ + „Б“ в 5 335 тыс. т и по категории „С“—9,2 млн. т. Кроме того, здесь же имеются сланцы с калорийностью ниже 1700 кал., запасы которых по категории „В“ определяются в 16 млн. т и по „С“—не менее 15 млн. т¹⁹.

В бассейне р. Аши имеются два пункта с выходами горючих сланцев: Митин ключ и Точильный овраг. По данным А. И. Олли¹⁹, здесь можно предполагать свыше 30 млн. т сланцев со средней калорийностью около 1800 кал. Зилимское месторождение горючих сланцев находится на правом берегу р. Зилима, близ хутора Усь-айры. Здесь в береговом уступе сланцы прослеживаются на расстоянии до 400 м при средней мощности около 0,5 м, не считая целого ряда мелких прослоев. Калорийность сланцев по выветрелым образцам колеблется от 922 до 1587 кал.

На р. Ревзяк битуминозные известняки и сланцы имеют мощность около 14 м, из которых на долю горючих сланцев падает до 2 м. Судя по большой зольности, ревзякские горючие сланцы должны быть отнесены к низкокалорийным, но наличие в этих сланцах довольно значительного количества ванадия заставляет обратить на них внимание.

При дальнейшем систематическом изучении полосы доманика могут обнаружиться и другие, новые месторождения горючих сланцев. В случае же установления достаточного (для промышленных целей) процента ванадия в описываемых сланцах, целесообразно будет поставить вопрос и о комплексном использовании их.

Среди верхне-каменноугольных отложений горючие сланцы сапропелитового типа известны в области Уфимского плато: на рр. Юрезани, Уфе и Яман-елге. На Юрезани, близ д. Абдулиной, сланцы выступают в четырех пунктах, суммарная мощность их около 0,45 м, зольность от 31,7% до 60,5%, калорийность от 1541 до 3258 кал. По данным инж. В. О. Курбатова, на р. Уфе близ дер. Чемаевой „каменный уголь“ (повидимому, те же горючие сланцы или может быть даже асфальтиты) образует пласт до 2 аршин мощности. Калорийность их до 4000—5000 кал., зольность около 15,2%. К сожалению, этот интересный выход в 1932 г. партия Башгеолтреста не смогла разыскать. Точно также не удалось надлежащим образом проверить выходы сланцев на р. Яман-елге и на р. Уфе, близ Красноключевской фабрики.

Сильно битуминозные горючие сланцы из Абдулинского пруда в бензине и эфире дают вытяжку, а при качественном анализе обнаруживают присутствие ванадия. Таким образом, верхне-каменноугольные горючие сланцы также заслуживают изучения с точки зрения ванадия.

сидерит из суракайской углистой глины—0,09%, даuletгиреевские углистые глины—0,11%.

Из приведенных выше таблиц видно, что в отношении ванадия особенного внимания заслуживают мезозойские угли Аюлинского, Ишмухаметовского, Самарского и Бурибаевского месторождений (в Хайбуллинском районе) и миоценовые (?) угли Карагановского месторождения (в Мелеузовском районе). Кроме того, обращает на себя внимание и Самородовское месторождение миоценовых (?) углей, где, несмотря на высокую зольность последних (21,88%), содержание ванадия в золе достигает 0,33%. В случае нахождения здесь менее зольных углей, содержание ванадия в них может значительно повыситься.

Уголь Суракайского месторождения также показал повышенное содержание ванадия (0,44% в золе). При этом надо иметь в виду, что единственный анализ случайного образца угля не может служить сколько-нибудь достаточной характеристикой для данного месторождения. Указанный образец взят из самого верхнего слоя, тогда как нижние наиболее мощные слои и прослои остаются непробытыми в отношении редких элементов. По данным предварительных разведок 1937 г. ⁴, на Суракайском месторождении угли распространены на площади свыше 2 кв. км и образуют несколько слоев и прослоев.

То же самое можно сказать и в отношении Ермолаевского месторождения. Здесь на ванадий был опробован только верхний угольный горизонт, имеющий суммарную мощность угля 0,70—4,65 м, а средний и нижний угленосные горизонты остались непробытыми на редкие элементы (ванадий, хром, никель, кобальт и германий). Мощность среднего угленосного горизонта 0,8—17,4 м, при суммарной мощности угля 0,8—15,4 м, а нижнего—0,8—3,9 м, при суммарной мощности угля 0,7—3,9 м.

Приведенные данные говорят за то, что местные мезозойские и третичные (?) угли мы должны рассматривать не только как горючее, но и как ценную руду на редкие элементы—ванадий, германий, кобальт, никель и хром. Это придает мезо-кайнозойским углям Башкирии особую ценность и открывает для них широкие перспективы комплексного использования: органическое вещество—как топливо, зола—как руда на редкие элементы.

Учитывая указанные данные, мы должны совершенно по-новому подходить к поискам и разведкам местных мезозойских углей. При этом необходимо учитывать и детально изучать все, даже незначительные по запасам, месторождения местных мезо-кайнозойских углей. С точки зрения редких элементов месторождения в несколько тысяч или десятков тысяч тонн угля могут уже иметь серьезное практическое значение.

В Башкирии зарегистрировано свыше 25 месторождений мезозойских и третичных углей, из них предварительно разведано, можно сказать, только 6 (Яковлевское, Байгузинское, Явгельдинское, Самородовское, Карагановское и Ермолаевское),

предварительно опробовано в отношении редких элементов—8 (см. табл., стр. 131).

На восточном склоне (Баймакский и Хайбуллинский районы), кроме уже опробованных Аюлинского, Бурибаевского, Даuletгиреевского (Кульберды), Ишмухаметовского и Самарского, следует изучить с точки зрения редких элементов Каин-Кобаковское, Макаевское, Ново-Киевское, Переволочинское, Петропавловское, Сидоровское, Харьковское, Хусаиновское и Яковлевское.

На Аюлинском месторождении разведочными дудками уголь был встречен на глубине 4—7 м, мощность его 0,5—0,7 м. Дудки углублялись только до 8—9 м. Залегающие ниже горизонты юрских отложений данного участка остались непробытыми горными выработками.

На Ишмухаметовском месторождении, по данным рекогносцировочных разведок 1932 г., уголь залегает на глубине 18—27 м. Мощность пройденного угольного пласта (или линзы)—0,9—1,8 м. Юрские угленосные отложения данного участка были вскрыты на глубину всего лишь на 38,5 м. Нижележащие горизонты юры здесь также остались неосвещенными горными выработками.

По данным В. А. Зильбермина и П. Л. Безрукова ¹⁰, зола аюлинских углей содержит V_2O_5 2,34%, хрома 1,5%, никеля 0,13% и кобальта 0,12%, ишмухаметовских— V_2O_5 0,97—4,19%, хрома 0,74—3,22%, никеля 0,67%, кобальта 0,21%.

На Яковлевском месторождении угленосные породы юры достигают 212 м мощности. Буровыми скважинами (1932 г.) здесь пройдено 6 слоев рыхлого угля с общей мощностью до 11 м, при толщине некоторых слоев в 3,5 м. Уголь залегает на глубине от 44 до 60 м. Площадь распространения его свыше 1 кв. км. Ориентировочные запасы угля определяются примерно в 400 тыс. Зольность угля от 6,19 до 33,34%, калорийность 3850 кал. Яковлевские угли в отношении редких элементов не были опробованы.

На западном склоне Башкирского Урала известно свыше 10 месторождений мезозойских и третичных углей: Ермолаевское, Карагановское, Самородовское, Суракайское, Сандинское, Покровское, Введенское, Барсуковское, Тукмакское, Ямансаровское, Байгузинское, Яр-бишкадакское, Явгельдинское и др.

На Ермолаевском месторождении разведочными работами Башгеолтреста установлено 3 горизонта угля, залегающие на глубине в среднем 30—40 м. Суммарная мощность 1-го горизонта—0,70—4,65 м, 2-го—0,8—15,4 м и 3-го—0,7—3,9 м. Распространение угля предполагается на площади около 15 кв. км. На разведанном участке в 2,5 кв. км запасы определяются в 10,3 млн. т, из которых по категории A_2+B —4,4 млн. т. Зольность угля 17,9—39,0%, калорийность 2950—3379 кал.

На ванадий и германий был опробован только верхний слой (в золе V_2O_5 —0,06—0,2%, германия около 0,1%).

На Самородовском месторождении в естественном обнажении уголь имеет мощность около 0,6 м. В 1934 г. Башгеолтрестом здесь было пройдено 12 скв. глубиной до 25—53 м. Вся толща третичных отложений не вскрыта. Три скважины на глубине от 12 до 53 м встретили два горизонта рыхлого угля. Мощность верхнего горизонта—3,7 м, нижнего—0,86 м.

Зольность верхнего горизонта—21,88 %, содержание ванадия—0,33 %¹⁰.

Зольность среднего горизонта—20,83 %, нижнего—13,77—36,2 %. Средний и нижний горизонты на редкие элементы не опробованы.

На Введеновском месторождении Башгеолтрестом в 1934 г. было пройдено 5 скважин глубиной до 16—47 м. При этом вся мощность угленосных отложений не вскрыта. Две скважины прошли два горизонта угля.

Верхний горизонт залегает на глуб. 22,8 м, мощн. угля 3,4 м, зольность 38—49 %

Нижний " " " " 30,8 м, мощн. угля 2,2 м, зольн. 25,7—52,5 %.

Введеновские угли на редкие элементы не были опробованы.

На Суракайском месторождении, по данным предварительных разведок 1927 г., площадь угленосных отложений достигает свыше 2 кв. км. Из 40 скважин, глубиной от 5 до 30 м, 15 скважин встретили прослой и скопления бурого, в большинстве случаев рыхлого угля. Мощность отдельных прослоев и скоплений—от нескольких сантиметров до 0,5 м и больше. Ни одна из скважин не прошла всей толщи угленосных отложений.

Зольность древесины 6,98, содержание в золе V_2O_5 0,44%¹⁰.

Зольность рыхлого угля 17,00—43,08 %. Нижние слои на ванадий и другие редкие элементы не опробованы.

На Байгузинском месторождении бурый уголь залегает на глубине от 2,5 до 70 м. Мощность отдельных линз угля, по данным буровых скважин Башгеолтреста и Башнефти, от 3,4 до 8 м. Зольность угля 20,21 %. На редкие элементы байгузинские угли не опробованы.

Близ д. Явгельдиной рыхлый землистый уголь обнажается по овражку на расстоянии 160 м. Мощность угля 1—2 м. Разведки здесь производились в 1938 г. Уголь на редкие элементы не опробован.

Остальные месторождения мезозойских и третичных углей в Башкирии надлежащим образом не обследованы вообще и не опробованы на редкие элементы.

В верхне-пермских медистых песчаниках западного Приуралья уже давно указывалось повышенное содержание ванадия. Позднее нами и другими исследователями было установлено, что в Башкирии медное оруденение в разных местах приурочено к различным стратиграфическим горизонтам (от уфимского до татарского яруса включительно) и к различным в петрографиче-

ском отношении породам (конгломератам, песчаникам, аргилитам, мергелям и известнякам). Кроме того, наши наблюдения показывают, что наибольшая концентрация ванадия (в виде минерала фольбортита и др.) связана с растительными остатками (окремелая древесина и др.), заключенными в верхне-пермских породах.

Местами на поверхности некоторых отдельных кустов верхне-пермских углей и по трещинам в них приходилось наблюдать слабые налеты очень мелких зеленоватых чешуек минерала фольбортита. В золе случайно взятого образца угля с Ташлинского месторождения качественный анализ показал присутствие ванадия.

Исходя из этого, автор настоящей статьи считает необходимым обратить внимание и на изучение местных верхне-пермских углей с точки зрения редких элементов, главным образом ванадия, германия и рения.

В пределах Башкирии верхне-пермские угли приурочены к глинисто-мергельной толще, залегающей в основании конхиферового подъяруса казанского яруса пермской системы. Признаки и небольшие выходы этих углей наблюдаются на площади в 12—13 тыс. кв. км, покрывающей почти всю юго-западную часть Башкирии. По данным Н. Д. Сухарева, который специально занимался изучением угленосности местных верхне-пермских отложений, промышленные скопления углей среди них сосредоточены главным образом в Альшеевском и Давлекановском районах, на площади примерно в 50 кв. км. Здесь возможные запасы углей он ориентировочно определяет в 50 млн. т, из которых разведано по категории А₂—5 180 и Б—1 090 тыс. т.

На детально разведанном Ташлинском месторождении мощность угленосной свиты 1,2 м, из которых на уголь падает 0,7 м и на прослой породы—0,5 м. Общая зольность угля—38 %, средняя калорийность—3 700 кал.

Уголь представлен следующими ингредиентами:

Кларен	— 40 %	зольность его	— 24—31 %
витрен	— 27	"	— 7—16
фюзен	— 9	"	— 18—19
матовый (дюрен)	— 24 %	"	— 30—48

В отношении редких элементов необходимо опробовать всю угленосную свиту в целом, по отдельным слоям и простоям и по отдельным ингредиентам.

В отношении ванадия желательно опробовать и изучить также углистые сланцы турнейского яруса нижнего карбона и графитовые сланцы зоны хребта Урал-тау.

Турнейские углистые сланцы местами обнажаются по берегам р.р. Лемезы, Инзера, Басы и Зилима, а также по берегам некоторых их притоков. По данным А. И. Олли¹⁹ на р. Кильманташ (бассейн Инзера) темные сажистые глины и сланцы образуют два горизонта, мощностью от 13 до 20 м.

Графитовые сланцы известны в хр. Шатак, на восточном и западном склонах хр. Урал-тау. Местами они достигают 10—15 м мощности.

Медистые песчаники. Присутствие ванадия в так называемых „пермских медистых песчаниках“ известно давно и неоднократно отмечалось в литературе. По некоторым данным, в оруденелых медистых породах содержание V_2O_5 колеблется около 0,06%. Кроме того, во многих местах при вторичных процессах концентрации образуются небольшие скопления ванадий содержащего минерала фольбортита. В таких случаях содержание ванадия в руде повышается до 4%. По данным К. И. Богдановича и К. А. Ненадкевича⁸, значительные скопления фольбортита имеются в районе бывш. Воскресенского завода. Автором настоящей статьи в 1923 г. было обнаружено месторождение фольбортита на правом берегу р. Белой, немного ниже с. Зирган. Кроме того, присутствие фольбортита в небольших количествах приходилось встречать и в целом ряде других пунктов в области распространения верхне-пермских пород.

Почти повсюду фольбортит концентрируется вокруг растительных остатков; иногда окремнелые куски древесины бывают сплошь покрыты зеленоватыми чешуйками фольбортита. В рассеянном виде фольбортит встречается и вдали от крупных обломков древесины в конгломератах, песчаниках, глинах и мергелях, образуя часто налеты по трещинам. Кроме ванадия, в описываемых породах обнаружено присутствие золота и редкого элемента рения. Все это заставляет обратить внимание на верхне-пермские породы с точки зрения редких элементов.

В пределах Башкирии пермские медистые породы пользуются весьма широким распространением (14). Они занимают собою почти всю юго-западную часть Башкирии. На этой площади зарегистрировано свыше 800 старых медных рудников, действовавших в XVIII и частью в XIX столетиях, Разрабатывались тогда только самые богатые руды с содержанием меди не ниже 3—5% и не глубже 40 м от поверхности. Медные руды представлены, главным образом, малахитом и купритом, к которым иногда присоединяются еще медный блекс, самородная медь и др. Медистые соединения пропитывают собою конгломераты, песчаники, сланцы, мергеля и реже известняки уфимской толщи, казанского и татарского ярусов пермской системы. Концентрация меди на разных участках не одинакова и колеблется в среднем от 1 до 12%.

По данным А. К. Кузнецова и Б. Г. Логинова¹², определение ванадия в четырех образцах с Назаровского и Сандзинского рудников дало отрицательные результаты, тогда как образцы медистых пород из района д. Уззбашевой и хут. Верхоторского показали содержание ванадия около 0,04%.

Эти данные до некоторой степени подтверждают высказанный нами взгляд о наибольшей концентрации ванадия вокруг

органических остатков. Связь ванадия с оруденением может быть и необязательной. Если это так, то поиски ванадия следует расширить на всю толщу верхне-пермских отложений (уфимский, казанский и татарский ярусы) и изучить в первую очередь битуминозные породы и породы, содержащие органические остатки вообще — угли, горючие сланцы, окремнелую древесину, кости и раковины животных.

Титаномагнетиты. В последнее время с точки зрения ванадия особенное внимание обращают на себя титаномагнетиты Урала, содержащие в среднем V_2O_5 около 0,56%¹⁷. В пределах Башкирии титаномагнетиты не изучались.

Бокситы. По данным В. Е. Потресова (Уральская Советская энциклопедия, т. I, 1933 г.), повышенное содержание ванадия обнаружено в мезозойских бокситах и бокситовых породах восточного склона Урала. Учитывая это, мы должны изучить в отношении ванадия не только мезозойские бокситы и бокситовые породы Башкирии, но и местные бокситы палеозойского возраста.

В Башкирии мезозойские бокситы имеются в Хайбуллинском районе. Впервые они были открыты и предварительно изучены А. Л. Яншиным и П. Л. Безруковым в 1932 г. (см. Тр. научно-иссл. инст. геол. и минер., вып. 7, 1934 г.). В 1934 г. Переволочанское месторождение бокситов разведывалось А. И. Олли (отчеты по данным работам хранятся в Башгеолтресте). Переволочанское месторождение бокситов прослеживается на расстоянии 5 км. В южной разведанной части месторождения запасы бокситов 1-го, 2-го и 3-го сорта определяются в 152 тыс. т.

Кроме того, по данным А. Л. Яншина и П. Л. Безрукова, бокситовые породы мезозойского возраста известны в следующих пунктах Хайбуллинского района: 1) Бурибаевский рудник, 2) пос. Красный Маяк, 3) пос. Маган, 4) пос. Писаревский, 5) пос. Яковлевский, 6) д. Нарбулатова, 7) Сухая Губерля, 8) овраг Мунча (правый приток р. Уртазым), 9) пос. Савельевский, 10) хут. Малайтинский и др.

Бокситы и бокситовые породы указанных месторождений необходимо опробовать на ванадий и некоторые другие редкие элементы.

При поисках редких элементов в Башкирии, мне кажется, следует обратить внимание также и на опробование на ванадий местных палеозойских бокситов. На Ю. Урале, в пределах Башкирии и в некоторых смежных с ней районах Челябинской области, обнаружено несколько месторождений палеозойских бокситов и бокситовых пород, приуроченных к различным стратиграфическим горизонтам: к основанию среднего девона (р. Икин в Архангельском районе, с. Серпеевка на р. Сим и др.), к контакту среднего и верхнего девона, к границе франского и фаменского ярусов верхнего девона (с. Серпеевка, Усть-Катавский завод, ст. Вязовая, разъезд Кукшик, с. Новая Пристань и др.). В районе

разъезда Кукшик разведанные запасы высококачественных бокситов определяются свыше 6 млн. тонн.

Все эти бокситоносные горизонты необходимо изучить и опробовать на ванадий и, может быть, на некоторые другие редкие элементы.

Свинцово-цинковые руды. В свинцовых и свинцово-цинковых месторождениях Башкирии можно ожидать присутствия некоторых ванадий содержащих минералов. В этом отношении внимания заслуживает Верхне-Аршинское месторождение, где на контакте цинково-свинцовых руд с осадочными породами проходит жила церуссита, прослеженная на горизонте 16 м по простиранию на 40 м. Кроме того, желательным было бы обследовать с точки зрения ванадия и другие башкирские месторождения свинца и цинка: Балтауртовское и Беркутовское в Макаровском районе, Кургашлинское в бассейне р. Лемезы, Карагаевское на р. Зилиме (по нашим наблюдениям), Наратаевское и Тарское в районе Зигады, Семибратское, Авзянское, Ивановское (район хр. Кара-тау) и др.¹¹

Уран

В пределах Башкирии можно ожидать первичные и вторичные месторождения соединений урана. Первичные месторождения, связанные с магматическими породами и с отложениями горячих подземных вод, могут иметь место на восточном склоне и в средней (горной) полосе. Однако прямых указаний на этот счет пока мы не имеем, но в дальнейшем, попутно с другими геологическими и геохимическими работами, здесь следует иметь в виду и возможности обнаружения первичных месторождений урана.

В настоящее время с некоторой большей уверенностью мы можем говорить о вторичных месторождениях соединений урана в Башкирии. Прежде всего в этом отношении заслуживают внимания битуминозные породы и горючие сланцы доманика и связанные с ними генетически асфальтиты (нефтяные угли). Все эти породы обнаруживают присутствие ванадия и урана. По данным Центральной химической лаборатории БЦСНХ, асфальтиты с Тереклинского месторождения показали содержание урана 0,01%, или в пересчете на золу 0,0622% (см. ванадий). Эти предварительные данные уже дают основание более серьезно заняться изучением указанных пород, тем более, что запасы их, особенно битуминозных сланцев, местами довольно значительны (см. раздел о ванадии).

Кроме битуминозных пород доманика и генетически связанных с ними асфальтитов, в отношении урана следует изучить также местные асфальты, верхне-каменноугольные и артинские горючие сланцы, верхнепермские угли и медистые песчаники. Во всех этих породах можно ожидать присутствие урана в тех или иных количествах.

Вольфрам

Вольфрам содержат довольно многие минералы, но из них практическое значение пока имеют главным образом вольфрамит и шеелит. В СССР особенно важное значение имеют Гумбейские месторождения шеелита на Южном Урале. Здесь шеелит приурочен к кварцевым жилам, пересекающим гранит. Содержание шеелита в жилах определяется в 6—10%. По выявленным запасам и намечающимся перспективам Гумбейская группа месторождений шеелита приобретает выдающееся значение для нашего Союза.

Гумбейские месторождения вольфрама находятся всего лишь в 40—50 км от восточной границы Башкирии. Гумбейская полоса гранитов, с которыми связаны месторождения шеелита, заходит в Учалинский район БАССР, что дает основание вести здесь поиски шеелита, хотя бы попутно с изучением золота и др. полезных ископаемых этого района. К тому же в настоящее время стала известной находка минерала шеелита в районе д. Мулдакаевой, близ колхоза Возрождение.

Молибден

В Башкирии присутствие молибдена в виде молибденита (молибденового блеска) обнаружено в полиметаллических рудах Вознесенского месторождения¹². Необходимо изучить с этой точки зрения и другие соседние месторождения меди (Кирибинское, Поляковское и др.) и выяснить возможность комплексного использования их на медь, свинец, цинк, мышьяк и молибден. Кроме того, не исключена возможность нахождения молибденовых соединений в горной полосе и в других частях восточной зоны среди пород кислой магмы, в кварцевых жилах, на контактах магматических пород с осадочными и метаморфическими образованиями.

Висмут

В пределах Башкирии висмут обнаружен в некоторых полиметаллических рудах Баймакского района. Кроме того, присутствие висмута можно ожидать также в медных рудах Вознесенского, Кирибинского и Поляковского месторождений и в золотоносных жилах Учалинского района.

Селен и теллур

Основная добыча селена и теллура производится из полиметаллических колчеданных руд попутно с медью, золотом, серебром и др. Специальные месторождения селена и теллура немногочисленны и обычно имеют второстепенное практическое значение.

В пределах Башкирии с точки зрения селена и теллура большое внимание заслуживают полиметаллические колчеданные

руды восточного склона, запасы которых довольно значительны. Систематическое опробование местных колчеданных руд на селен и теллур пока еще не производилось. По предварительным данным треста „Башзолото“, колчеданы Сибавевского месторождения содержат селена около 0,012% и теллура 0,002%, Бакыр-Узякского — селена 0,012% и теллура 0,002%, Бакыртавского — селена около 0,013% и теллура 0,029% и Юлалинского — первого около 0,006% и второго 0,034%.

Эти данные дают основание проводить более детальное опробование местных колчеданов на селен и теллур и искать способы попутной добычи их с медью, золотом, серебром и др.

Стронций

Из природных соединений стронция практическое значение пока имеют только два минерала: целестин и стронцианит.

В пределах Башкирии целестин в рассеянном виде встречается во многих осадочных породах каменноугольной и пермской систем. Более же сконцентрированные скопления его в виде вкрапленников минерала целестина были обнаружены в известняках Уфимского плато и в некоторых гипсах и доломитах кунгурского яруса. Эти случайные находки пока еще мало дают оснований для проведения специального обследования указанных пород, но заставляют нас попутно с другими геологоразведочными работами, проводимыми здесь, обращать внимание также и на поиски целестина.

Торий и церий

Торий содержится в целом ряде минералов, но промышленное значение пока имеет только монацит. В СССР коренные месторождения монацита известны на Урале (Ильмены) и в Забайкалье. С точки зрения вторичных месторождений монацита особенного внимания заслуживает Ю. Урал. Здесь в бассейне рек Каменки, Санарки, Березовки и др. золотоносные россыпи местами содержат монацитовый песок.

В пределах Башкирии монацит следует искать в золотоносных россыпях восточного склона. Для этого необходимо в первую очередь организовать систематическое изучение шлихов, т. е. тяжелых минералов, остающихся после промывки золота.

Кроме того, присутствие тория можно ожидать в водах нефтяных скважин Ишимбаевских нефтепромыслов, вместе с иодом, бромом и др. Церий известен в верхне-пермских медистых песчаниках западного склона (см. раздел о ванадии).

Платина

У нас в СССР основные промышленные месторождения платины сосредоточены главным образом на Среднем и Северном Урале. В пределах Башкирского Урала промышленного характера месторождения платины пока еще не имеются. Однако

признаки платины и металлов платиновой группы известны здесь на восточном и западном склонах Урала.

На восточном склоне зарегистрировано несколько находок металлов платиновой группы среди диоритов зоны Ирланды, змеевиков и пироксенитов Присакмарской полосы и др. С точки зрения платины здесь внимание заслуживают Синар-Узяковское платиново-никкелевое и Бускунтавское платиново-никкелево-медное месторождения, приуроченные к диоритам (по данным инженера С. Г. Ахтямова). Кроме того, следует также обратить внимание в этом отношении на Гедильшинские, Султанские, Сакмарские и некоторые другие золотоносные россыпи восточной полосы, в которых при промывке золота часто находят металлы платиновой группы.

Приведенные данные и наличие здесь большого количества разнообразных основных и ультраосновных пород уже могут служить предпосылкой для более систематических поисков и углубленного изучения местных коренных и россыпных месторождений платины.

На западном склоне, с точки зрения возможности нахождения коренных и россыпных месторождений платины, заслуживает внимания район гор Крака в Белорецком и Бурзянском районах. Правда, до 1932 г. в отношении платиноносности этого района существовали отрицательные взгляды, но исследования последних лет геолога-комсомольца В. П. Логинова дают новые и весьма интересные данные¹⁵. По его мнению, перидотитовые массивы гор Крака по полноте дифференциации ультраосновной магмы и при наличии сульфидной минерализации здесь ближе подходят к Южно-Африканскому типу, чем к габбро-перидотитовым поясам Северного Урала. В зависимости от этого должны быть применены и другие методы поисков платины в массивах гор Крака. Кроме того, найденная Логиновым сульфидная вкрапленность в плагиоклазовых лерцолитах указывает на возможность поисков там сульфидных платиноносных горизонтов типа „Горизонта Меренского“.

По данным лаборатории ИОНХ Академии наук СССР, лерцолиты, обогащенные сульфидным оруденением, показали достаточно высокое содержание платины. Кроме того, по определению химической лаборатории минералогического кабинета Казанского государственного университета, данные оруденелые породы содержат около 0,156% никеля.

Кроме изучения перидотитовых массивов гор Крака, необходимо заняться здесь поисками вторичных месторождений платины и металлов платиновой группы. При этом большую пользу может принести изучение местных золотоносных россыпей и в особенности шлихов (тяжелых минералов), остающихся после промывки золота.

В 1934 г. партия Башгеолтреста в этом районе обнаружила платину в золотоносных россыпях р. Сухой Кургаши. При

промывке породы выход платины составлял значительный процент к общему выходу золота.

Радий

Радий образуется при радиоактивном распаде урана, а потому и нахождение его в природе тесно связано с месторождениями урановых соединений. В пределах Башкирии радий можно ожидать совместно с ураном в битуминозных породах доманьки и связанных с ними генетически асфальтитах (см. Ванадий и Уран). Следует проверить также возможность нахождения урана и радия в местных асфальтитах, верхне-каменноугольных и артинских горючих сланцах, верхне-пермских углях и медистых песчаниках (см. Ванадий). Кроме того, радий может оказаться в водах и газах разведочных и эксплуатационных скважин Ишимбаевских нефтепромыслов.

В августе и сентябре 1932 г. партией Ленинградского государственного радиевого института под руководством проф. Никитина были исследованы на радиоактивность Красноусольские серно-соляные и гипсовые источники, а также колодцы в селе Табынске¹⁸. По данным полевых анализов, указанные источники и колодцы показали довольно высокую радиоактивность.

Гелий и другие редкие газы

Среди редких газов по своему практическому значению особое место занимает гелий. Последний в промышленных количествах может добываться при обработке монацитовых песков и из природных газов. Наиболее рентабельно добыча гелия налажена в США из природных газов, содержащих большое количество азота и углеводородов. Следовательно, мы должны в первую очередь обратить особенное внимание на поиски в СССР природных газов, содержащих гелий.

С моей точки зрения, в этом отношении большой интерес может представлять Западное Приуралье и в частности его южная часть в пределах Башкирии⁹.

В южном Приуралье мы имеем, как будто бы, все те геологические условия, которые позволяют искать здесь крупные месторождения гелия типа США.

Горная полоса западного склона Южного Урала в основном сложна мощными толщами древних осадочных пород, возраст и условия образования которых до самого последнего времени надлежащим образом не были выяснены. И только в последние годы эти „немые толщи“ были подразделены на 12 свит с общей мощностью свыше 10 км. Верхние 6 свит на основании стратиграфического положения и фаунистических данных отнесены к нижнему силуру и кембрию, а нижние 6—условно к докембрию.

А. И. Олли в своей работе, представленной в качестве диссертации на ученую степень кандидата геолого-минералогических наук²¹, достаточно подробно осветил условия накоп-

ления верхних древних свит. Он пишет: „Обломочный материал верхних свит принесен в Уральскую геосинклинали с запада, что доказывается: 1) отчетливо заметным укрупнением всего обломочного материала по направлению с востока на запад; 2) лучшей окатанностью материала на востоке (при сравнении материала одинаковой крупности); 3) увеличением мощности грубообломочных пород по направлению на запад; 4) отсутствием в более древних образованиях западного склона и в центральной зоне Урала пород такого состава, за счет разрушения которых могли бы образоваться верхние свиты“. По его мнению, обломочный материал последних образовался за счет разрушения очень древних (докембрийских) кислых магматических (главным образом, гранитов) и метаморфических пород, при чем перенос материала происходил на незначительное расстояние.

На основании этих данных А. И. Олли допускает существование в докембрийское время западнее современного Урала горного сооружения, названного им „Палеоуралом“. По его исчислениям, ширина последнего должна быть не менее 150—200 км. Таким образом, под верхнепалеозойскими осадками западного Приуралья мы должны допускать основу, состоящую преимущественно из древних (докембрийских) кислых магматических (гранитов и др.) и метаморфических пород.

Надо полагать, что „Палеоурал“ окончательно покрылся морем в среднедевонское время. Позднее здесь накопление осадков происходило в верхнедевонское, каменноугольное и пермское время до татарского века включительно. Следовательно, в настоящее время кислые магматические породы „Палеоурала“ в предгорной зоне должны залегать на глубине 1200—1300 м и в западной равнинной части — на глубине 1800—2000 м. Такая огромная мощность разнообразных по своему составу осадочных пород, покрывающих докембрийские граниты, и их большая древность (от среднего девона до верхней перми) особенно благоприятны для накопления в них гелия.

Коллекторами для гелия могут быть те же осадочные пористые породы, что и для нефти и нефтяных газов: верхнедевонские, каменноугольные и пермские. Таким образом, скопления гелия могут залегать на самых различных глубинах.

Тектоника и отдельные структурные формы Западного Приуралья достаточно благоприятны не только для концентрации нефти и связанных с ней нефтяных газов, но и для гелия и природных газов вообще. Наличие здесь пологих антиклиналей, брахантиклиналей, куполов и других благоприятных структур дает основание искать внутри их не только нефть и нефтяные газы, содержащие гелий, но и самостоятельные месторождения природных газов, не связанных генетически с первыми. Эти ископаемые могут встречаться совместно и отдельно.

Кроме отмеченных благоприятных геологических предпосылок для поисков гелия в Западном Приуралье, можно указать

еще и непосредственные признаки гелия, обнаруженные в некоторых газах данной полосы. В этом отношении особенно показательны нефтяные газы Ишимбаевских нефтепромыслов. По данным треста „Башнефть“ химический состав их характеризуется следующими цифрами:

Скважины	H ₂ S	CO ₂	O ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂ + редкие газы
702	3,9	0,6	17,2	26,7	34,8	13,4	1,6	1,8	
702	0,3	1,7	0,3	55,1	17,1	14,2	5,4	5,9	
703	0,1	1,1	0,2	70,0	6,6	2,7	2,0	0,7	
703	0,2	0,4	0,3	68,0	6,5	3,1	1,0	0,5	
707	—	0,6	0,2	75,9	5,9	1,4	0,4	Следы	
707	—	—	0,5	77,6	5,2	1,9	6,3	—	

По предварительным данным газового бюро Союзгеолразведки, на долю редких газов падает до 0,122%, из которых около 0,067% тяжелых редких газов (аргон + криптон + ксенон) и около 0,055% легких (гелий + неон).

На площадке, запроектированной для котлотурбинного завода в районе г. Уфы, в 1931 г. ¹⁶ буровая скважина № 22 с глубины 17,2 м дала довольно сильное выделение газа. Последний выходил из гравия и галечника, которые залегают под верхнетретичными зеленовато-серыми глинами, прикрытыми сверху плейстоценовыми желто-бурыми суглинками.

По данным геохимической лаборатории ЦНИГРИ, указанный газ содержит:

CO ₂	0,3%
O ₂	17,3%
CH ₄	5,3%

N₂ + редкие газы — 77,1%, из которых на долю тяжелых редких газов (аргон + криптон + ксенон) падает 0,992% и на долю легких газов (гелий + неон) — 0,002%.

Отсутствуют H₂, H₂S и CO.

Кроме того, выделение газа наблюдалось и в некоторых других скважинах, пройденных в районе г. Уфы с целью инженерно-геологических исследований, но газ из этих скважин, к сожалению, не опробовался и не анализировался. Особенный интерес в этом отношении представляла колонковая скважина у д. Большой Новиковки, которая с глубины около 130 м дала сильное выделение газа.

На р. Юрезани, близ д. Куселяровой, давно известны сероводородные источники, вытекающие из артинских сланцев и рухляков. По данным газовой лаборатории ГИНИ, газ из этих источников содержит (кроме сероводорода):

1 источник	2 источник
CO ₂	1,8%
O ₂	2,3%
N ₂ + редкие газы	95,9%
	97,6%

Среди редких газов присутствует гелий.

Следы гелия были обнаружены также в газообразных продуктах, выделяющихся из артинских пород горы Янгын-тау на р. Юрезани.

Для газов района Уфы и горы Куткан-тау характерным является большое содержание азота. Азотные же газы обычно поднимаются с очень больших глубин и почти всегда содержат повышенное содержание гелия.

Ишимбаевские нефтяные газы, по своему химическому составу, очень близки к гелионосным газам США, хотя по содержанию гелия они несколько и уступают последним. Но и в американских газах из разных мест содержание гелия далеко непостоянно — от следов до 2,0%. В северной Америке (США и Канада) для получения гелия используются газы, содержащие первого не ниже десятых долей процента.

Присутствие гелия в нефтяных газах, в газах минеральных источников и в других газовых струях Башкирии и благоприятные геологические условия для поисков крупных месторождений гелия на Южном Урале дают полное основание вести здесь плановые и систематические поиски гелия путем тщательного изучения местных естественных газов и путем выявления благоприятных геологических структур. В деле изучения природных газов и поисков гелия в Башкирии ведущая роль должна принадлежать тресту „Башнефть“ и газовому бюро Главного геологического управления.

Вместе с выявлением благоприятных геологических структур для скопления нефти и газов в западной части Южного Урала, необходимо вести систематическое опробование и исследование всех встречающихся здесь природных газов. В этом отношении особенного внимания заслуживают следующие объекты:

- 1) газы разведочных и эксплуатационных скважин на нефть;
- 2) газы скважин, шурфов и шахт, проходящихся при разведках и добыче других полезных ископаемых;
- 3) газы минеральных источников, которых в западной части Башкирии насчитывается несколько десятков;
- 4) газы горы Янгын-тау, на р. Юрезань, и газы пещер, колодцев и пр.

Вопрос о поисках редких элементов в Башкирии чрезвычайно важный и большой. Для сколько-нибудь полного освещения его требуется проведение специальных исследований не одним, а целым рядом специалистов.

Настоящая краткая статья имеет своей целью поставить только проблему поисков редких элементов в Башкирии и указать некоторые возможные пути направления этих поисков. Перечисленные здесь редкие элементы и объекты поисков их, конечно, далеко не исчерпывают всех тех возможностей, которые таятся в недрах Башкирии. Автор не касается здесь вопросов

о поисках олова, а также алмазов в Башкирии. Основания для поисков их в данном районе также имеются.

При промывке золотоносных песков на Южном Урале в разное время было найдено 5 небольших алмазов: 3 на восточном склоне и 2 на западном. Основанием для постановки поисков олова в Башкирии могут служить данные: 1) согласно старым данным, в продуктах выплавки меди из пермских медистых песчаников встречалось олово; 2) находки оловосодержащего минерала касситерита в шлихах золотоносных россыпей восточного и западного склонов Башкирского Урала, и 3) находки зерен касситерита в некоторых палеозойских и допалеозойских кластических породах западного склона Южного Урала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, В. К вопросу о геологических условиях гелионосности. Журнал „Проблемы советской геологии“ № 8, 1933.
2. Блудоров, А. П. Отчет Зилимской геолого-разведочной партии Башгеотреста за 1931 г. (рукопись в Башкир. геологич. управл.).
3. Богданович, К. И. Ненадкевич, К. А. Ванадий, Ест. произв. силы России, т. IV, вып. 14, изд. Акад. наук. 1918 г.
4. Вахрушев, Г. В. Горючие ископаемые Башкирии. Изд. Башкир. геолого-разведочн. треста. 1933.
5. Вахрушев, Г. В. Нефть в Башкирии, Башгиз, 1933.
6. Вахрушев, Г. В. Недра Башкирии в свете новых исследований. Сборн. „Пятнадцать лет Советской Башкирии“, 1934.
7. Вахрушев, Г. В. К поискам редких элементов в Башкирии, 1934 (рукопись в Урал. отдел. „Редмета“).
8. Вахрушев, Г. В. Об ископаемых углях Башкирии. Журн. „Соц. хоз. Башкирии“ № 3—4, 1934.
9. Вахрушев, Г. В. К поискам гелия в Башкирии. Изд. Башгосплана. 1936.
10. Зильберманц, В. А. и Безруков, П. Л. О распространении ванадия в мезозойских угленосных отложениях Южного Урала. Изд. Акад. наук СССР. Серия геолог. № 2—3, 1936.
11. Касаткин, Г. С. Проблема свинцово-цинковой промышленности в Башкирии, Журн. „Соц. хоз. Башкирии“ № 5—6, 1933.
12. Крейтер, В. М. Убогие вкрапленные руды. Журн. „Разведка недр“ № 24, 1932.
13. Кузнецов, А. Е. и Логинов, Б. Г. Опыт мокрого серно-кислотного выщелачивания меди из медистых песчаников, 1933 (рукопись в НИИП).
14. Липовский, М. И. Медные руды западного склона Урала „Горн. журнал.“ № 8, 1925.
15. Логинов, В. П. Отчеты по геологической съемке за 1932—1936 гг. (рукописи в Башгеотресте и Казанском госуниверситете).
16. Макеев, З. А. Отчет о результатах инженерно-геологических работ на площадке котлурбинного завода, 1931 (рукопись в Башкир. геологич. управл.).
17. Малышев, И. И., Пантелеев, П. Г. ПЭК. А. В. Титаномагнетитовые месторождения Урала. Изд. Акад. наук СССР, 1934.
18. Проф. Никитин, Предварительный отчет об исследовании минеральных источников Башкирии за 1932 г. (рукопись в Ленин. радиовом ин-те А. Н.).
19. Олли, А. И. Общее геологическое строение района верхне-девонских горючих сланцев, 1934 (рукопись в НИИП).
20. Олли, А. И. Условия образования верхних свит древнего палеозоя на Южном Урале. Тр. Башкир. геолог. треста, вып. 6, 1937.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СЕРАФИМОВИЧЕСКОГО РАЙОНА СТАЛИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

П. М. Толкачева

Введение

Развивающееся социалистическое строительство народного хозяйства СССР в третьей пятилетке потребует огромного количества различного вида сырья для строительства (стройматериалы) и для продуктов переработки.

Сталинградская область занимает видное место в общем плане союзного строительства и нуждается в громадной сырьевой базе. До сих пор область эта не является вполне геологически изученной, особенно с точки зрения природных ресурсов. По поручению Сталинградского бюро по изучению края мною были проведены геологические исследования в Серафимовичском районе.

Результаты этого исследования я и хочу осветить в настоящей статье, полагая, что они принесут некоторую пользу хозяйственным организациям при планировании дальнейших специальных геологических исследований и при размещении объектов строительства.

Район исследования расположен на правом берегу р. Дона, в среднем его течении, при впадении в него слева притоков реки Хопра и р. Медведицы.

Территория района занимает северную часть 76-го листа 10-верстной геологической карты Евр. части СССР, между 49°15' и 49°35' сев. широты и 11°40' и 12°30' восточной долготы (от Пулкова)*.

Район граничит на западе с Ростовской областью, на севере, северо-востоке, востоке и юге соприкасается с районами Сталинградской области, на севере — с Кумылжинским, на северо-востоке и востоке — с Сулимовским районами. Естественной границей между ними служит р. Дон, которая оконтуривает район с севера, северо-востока и отчасти с востока. На юге район граничит с Клетским и Перелазовским районами. Исследованиями охвачена лишь прибрежная часть района до водораздела р. Дона и рек, текущих на юг (рр. Кривая, Цуцкан и Царица).

Ширина обследованной береговой полосы варьирует от 5 до 13 км в зависимости от удаления водораздела.

* Данные взяты с планшетов 3-верстной карты.

В транспортном отношении Серафимовичский район не отличается благоприятными условиями. Ближайшей железнодорожной станцией является Серебряково С.-З. ж. д., которая расположена от г. Серафимович в расстоянии около 80 км. Существующее сообщение с ж.-д. станцией, главным образом, автомобильно-автобусное.

В период осенней и весенней распутицы сообщение с железной дорогой на некоторое время совершенно прерывается.

В орографическом отношении Серафимовичский район в целом представляет относительно высокую, слабо холмистую, степную равнину, с абсолютными отметками в среднем 130—150 м, со слабым, едва заметным уклоном на юг. Наивысшие точки данного района, имеющие до 200 м абсолютной высоты, относятся к главному водоразделу между р. Доном и реками, текущими на юг. Наиболее низкими точками являются пойменные участки р. Дона, имеющие около 50—00 м абсолютной высоты.

Обследованная часть района представляет правый, высокий склон долины р. Дона, густо изрезанный овражно-балочной сетью. Склон долины Дона снижается к реке различно, в зависимости от удаления водораздела и литологии слагающих коренной берег пород.

Там, где водораздел удален от реки на несколько километров, снижение в верхней части склона постепенное: начиная от водораздела образуется довольно широкая, иногда в несколько километров, слабо наклоненная в сторону Дона верхняя денудационная терраса.

По мере приближения к бровке берега, местами наблюдаются одна, две или больше неширокие геоструктурные террасы (шириной от 5 до 50 м), приуроченные к изменению литологии слагающих коренной берег пород, главным образом, к выходу на поверхность прослоев песчаника. И, наконец, склон переходит в круто обрывающийся высокий берег с ясно выраженной бровкой.

Геологическое строение

Серафимовичский район сложен верхне-меловыми, нижнетретичными (палеогеновыми) и четвертичными образованиями.

Доминирующая роль принадлежит нижне-третичным отложениям. Значительно меньшим распространением пользуются меловые и четвертичные осадки.

Наиболее древними из верхне-меловых отложений являются осадки турон-коньякского яруса, представленные белым, плотным мелом, с редкими отпечатками мелких пелеципод и отдельными обломками призматического слоя раковин *Inoceramus*.

Мел обнажается по бичевнику р. Дона, видимая мощность его от 1 до 7—8 м.

Выше турон-коньякского яруса залегают осадки сантона. Начинаются сантонские отложения фосфоритовым горизонтом, т. н. „губковым слоем“, мощностью 0,1—0,2 м.

Над фосфоритовым горизонтом пластуеться серая известковистая глина, мощностью 3—4 м, в которой Н. Г. Каменский⁶ нашел *Inoceramus cardissoides* Goldf.

Мергелистые глины кардиссоидной зоны постепенно теряют известь и переходят в вышележащую толщу серых сантонских опок с прослоями кремнистых глин.

В глинистых прослойках этой толщи довольно часто встречается *Belemnitella praecursor* Stolley и реже *Actinocamax verus* var. *fragilis* Arch.

Мощность сантона в западной части района 20—25 м, а в восточной доходит до 40—45 м.

На отложениях сантона пластуеться толща кампанских пород, мощностью около 23 м.

В основном это известковистые осадки, мергеля (до 59% CaCO₃), известковистые глины и песчаники с *Belemnitella mucronata* Schloth., *Actinocamax mamillatus* Nils., *Ostrea Vesicularis* и другие. Начинается толща кампана также губковым фосфоритовым горизонтом, мощностью 0,5—0,7 м.

Заканчиваются кампанские осадки 2—3-метровым слоем светло-желтой кремнистой глины.

Выше кампанских отложений, отделяясь от них тонким прослоем (в 2—3 см) плоских глинистых галек, залегают непостоянная, немая песчано-глауконитовая толща, условно относимая к маастрихту.

В восточной части района, где эти осадки наиболее развиты, мощность их равна 10 м, а в западной сокращается до 2 м.

Песчаные отложения маастрихта (?) в центральной части района покрываются песчано-глинистой свитой с двумя фосфоритовыми прослоями в основании.

Максимальная мощность этих песчано-глинистых образований в районе хутора Избушного и станицы Усть-Хоперской около 12 м, к востоку и западу от указанных пунктов мощность резко сокращается.

Как в подошве, так и в кровле описываемой свиты наблюдаются довольно постоянные прослой галечника.

Среди галек, залегающих в подошве, преобладают слабо окатанные обломки кварца различного цвета и реже встречаются угловатые обломки кремня и зубы акул.

В кровле этой свиты залегают гравийный кварцевый песок с большим содержанием (до 55%) глауконита, с мелкими сильно окатанными гальками глинистого фосфорита в основании.

Геологический возраст этих песчано-глинистых отложений, ввиду отсутствия в них фауны, неясен.

Стратиграфическое положение этой толщи может трактоваться различно.

Несомненно лишь то, что она залегает под ниже-саратовскими слоями и по возрасту старше их.

Пантелеев С. А.¹² относит эту толщу к маастрихту. По нашему мнению, ее с таким же успехом можно выделить в самостоятельный стратиграфический горизонт, занимающий промежуточное положение между ниже саратовскими слоями и породами маастрихта.

Выше этой проблематической толщи следует весьма интересная свита, сложенная в основании зеленовато-серой глиной и выше тонкозернистыми, иногда уплотненными кварцево-глауконитовыми песками, содержащими местами песчано-глинистые конкреции (20×30 см) в диаметре. Препятствием для этих осадков относились к бучакскому ярусу. Преимущественно в глинистых слоях, иногда в конкрециях и реже в песках этой свиты нами встречена фауна, которая позволяет внести существенные изменения в стратиграфическую схему донского палеогена.

Эти отложения содержат: *Cyprina morrissi* Sow., *Morio longum* Arkh., *Gastrochaena longaedomus* Netsch., *Cytherea tokodensis* Oprenh, *Cytherea nitidula* Desh., *Cytherea lunularia* Desh., *Cytherea sublunularia* Arkh., *Cytherea Saincenyensis* Desh., *Modiola cf. elegans* Sow., *Pleurotoma Steenstrupi* v. *Koen Tellina* sp., *Pectunculus* sp. *Solecurtus* sp., и др.

Почти все названные представители характеризуют ниже-саратовские слои Поволжья.

Следовательно, эквивалентом этой толщи нужно считать палеоценовые (сызранско-саратовские) слои Поволжья, а не эоценовые (бучакские) слои Приднепровья, как это было принято до сих пор. Осадки ниже-саратовского яруса прослеживаются на протяжении всей обследованной территории.

В западной части района преобладает глинистая фация, которая к востоку значительно сокращается и замещается тонкозернистыми, кварцевыми, глауконитовыми песками, с отдельными более плотными кремневыми гнездами.

Ниже-саратовские слои покрываются довольно мощной (до 20—25 м) песчаной свитой.

Геологический возраст этой свиты, исходя из стратиграфического положения и литологического сходства с выше-саратовскими слоями Поволжья, рассматривается нами как выше-саратовский.

Начинаются выше-саратовские отложения прослоем гравия и грубозернистого песчаника, выше которого пластуеться очень тонкий слой светло-зеленовато-желтой опоки и выше следуют светлые разнозернистые кварцевые пески с прослоями серых окварцованных песчаников. В песках встречаются кремнеземные обломки древесины.

Светлые, разнозернистые выше-саратовские пески постепенно переходят в вышележащие желто-зеленые и зеленые гла-

уконитовые пески с тонкими в 1—2 см глинистыми прослоечками охристого и красного цвета. В основании этих желто-зеленых песков наблюдаются прослои (от 0,2 до 0,4 м) зеленой и светлошоколадной глины и грязнобелого слабого песчаника. Общая мощность этой толщи до 20 м. Органических остатков в этих песках не встречено, поэтому геологический возраст их не ясен.

Выше идут также немые желтые, красные и фиолетовые пески, общ. мощн. ок. 30—35 м. В подошве их наблюдается тонкий (до 5 см) прослой из слабо окатанных обломков кремня и железистого песчаника.

Геологический возраст этой свиты также остается невыясненным.

Среди осадков четвертичного возраста довольно широко развиты бурые делювиальные суглинки, красные песчаные глины водораздельного плато и аллювиальные наносы.

Полезные ископаемые

Поисковая геологическая разведка полезных ископаемых в описываемом районе основывалась исключительно на изучении естественных обнажений без производства каких-либо искусственных выработок.

В результате поисковых разведок в пределах обследованного участка были констатированы следующие полезные ископаемые, имеющие то или иное практическое значение для хозяйства района.

Мел

В пределах Серафимовичского района мел имеет широкое распространение. Возраст мела турино-коньякский. Выходы мела прослеживаются в основании береговых откосов вдоль правого берега р. Дона с перерывами. Так например: близ хутора Тюковного (крайний западный пункт обследованной полосы) мел выходит на поверхность в нижней части бичевника; ниже хутора Крутовского мел слагает целиком бичевник, начиная от нижнего конца хутора, где Дон близко подмывает коренной берег, и, постепенно понижаясь, скрывается под водой примерно в 1,50 км выше хутора Зимовного. Бичевник в описанном месте крутой, наклонен под углом около 15°, ступенчатый, ширина уступов 0,5—0,6 м, имеет высоту 7 м.

Мел данного месторождения белый, влажный, мягкий, разбит косыми трещинами на остроугольные отдельности. Видимая мощность над уровнем Дона 7 м.

Третий пункт выхода мела расположен между хутором Бобровским 1-м и ст. Усть-Хоперской; мел здесь также слагает бичевник на протяжении около 2,8—3 км. Примерно в 0,5 км выше станицы Усть-Хоперской он снова уходит под уровень Дона.

Четвертый пункт выхода мела прослеживается в верхнем конце хутора Хованского, на пойме Дона, где местные жители берут его для побелки в копаных ямах, в воде.

Наконец, пятый пункт выхода мела отмечен ниже г. Серафимовича, примерно на половине расстояния между г. Серафимовичем и хутором Белявским. Здесь мел выступает в основании бичевника во время меженного стояния уровня р. Дона, где и беретс жителями ближайших хуторов для хозяйственных нужд.

Из всех перечисленных пунктов выхода мела на дневную поверхность некоторое хозяйственное значение по запасам имеют лишь 2-й и 3-й пункты, т. е. ниже хутора Крутовского и между хутором Бобровским верхним и ст. Усть-Хоперской. В последнем пункте мел разрабатывается для обжига на известь. Запасы его в 1-м, 4-м и 5-м пунктах незначительны. Ориентировочные запасы мела во 2-м пункте с возможной открытой разработкой равны по гр. С 160 000 т. В 3-м пункте (между хутором Бобровским и ст. Усть-Хоперской) запасы по гр. С равны 676 000 т.

Разработка мела возможна открытыми карьерами; подъезд хороший.

Эти цифры запаса мела в данном месте могут значительно увеличиться в сторону пологого склона при снятии вскрыши, состоящей из серой кремнистой глины и почвенного покрова, общей мощностью 7—8 м, а также если применить разработку данного месторождения штольнями.

Мел описываемого месторождения белый, с желтоватым оттенком, плотный, марающий, с редкими включениями мелких раковин пеллеципод, разбит трещинами на остроугольные, неправильные отдельности величиной от 20 до 60 см.

По данным лабораторного исследования, состав одного из образцов мела следующий (из 3-го пункта):

Место взятия пробы:	п. п.п.	SiO ₂	R ₂ O ₃	SO ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Гигр. влага	CaCO ₃	MgCO ₃
Правый берег р. Дона, бичевник между хут. Бобровским 1-м и ст. Усть-Хоперской	41,40	1,00	0,20	нет	56,7	1,15	нет	нет	0,57	97,96	2,3

Как видно из приведенного анализа, исследуемая порода является чистым белым мелом, почти не содержащим глинозема (Al₂O₃ всего 0,2%), а не меловым мергелем, как иногда эта порода значится в литературе (Семихатов, Голубятников).

Мел содержит в большом количестве карбонаты (около 98%), при сравнительно небольшом содержании MgO (1,15), MgCO₃ (2%) и совершенно отсутствуют вредные во многих производ-

ствах SO₃, Fe₂O₃, а также P₂O₅. Это обстоятельство позволяет считать мел высокосортным и годным к применению почти во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства (для нейтрализации кислых почв — известкование).

Как известно, к карбонатным породам, в частности к мелу, применяемым в химической промышленности, предъявляют высокие требования в отношении чистоты химического состава: содержание CaCO₃ должно быть не меньше 95% и MgCO₃ не больше 1—1,5%. Наиболее приемлемым для химической промышленности является мел с содержанием CaCO₃ 96—98%. Учитывая эти нормы можно считать, что мел Серафимовичского района вполне удовлетворяет требованию химической промышленности; правда, содержание MgCO₃ в нем несколько высокое (около 2%).

Отсутствие в мелу красящих веществ, в частности Fe₂O₃, дает возможность использовать его в сахарном и стекольном производствах (для этого необходимы специальные анализы).

Мел в виде жженой извести или просто молотый может применяться также и в сельском хозяйстве, как удобрение (известкование) главным образом нечерноземных почв, каковыми являются почвы данного района.

Громадное значение в хозяйственной жизни района может иметь использование мела в цементной промышленности в смеси с другими компонентами — глиной, мергелями. В данном районе вполне достаточно глин, которые могут быть использованы в качестве компонентов в цементной промышленности.

Мергель

Особого внимания в комплексе полезных ископаемых района заслуживает мергель, который является той готовой природной смесью для изготовления портланд-цемента (и более низких сортов роман-цемента), в которой глинистое вещество в должной пропорции неотделимо рассеяно в карбонатной части. Понятно, почему крупные месторождения мергеля на Украине (Амвросиевка) являются центром Украинской цементной промышленности.

К районам с громадными залежами мергеля можно отнести и Серафимовичский район, а также Боковский, Басковский и др. Ростовской области и, ниже по течению, Клетский район Сталинградской области.

По геологическому возрасту толща мергеля в Серафимовичском районе относится к кампанскому ярусу.

Выходы мергеля прослеживаются в многочисленных пунктах на протяжении всей обследуемой части района. Обнажаются мергеля главным образом в береговых откосах и в устьевых частях балок. Ширина полосы выхода мергеля, прослеженная по устьевым частям балочных долин, в среднем равна двум километрам. Мощность и литологический состав толщи мергеля

изменяются по направлению с запада на восток. В западной части района (хут. Тюковной) толща мергеля, мощностью 16—17 м, более однородна, сложена белым с синеватым оттенком плотным, звонким мергелем, с содержанием CaCO_3 около 60%.

Для иллюстрации привожу описание обнажения на правом береговом склоне р. Дона, около 0,3 км выше хутора Тюковного. В средней части склона обнажается мергель белый, с синеватым оттенком, плотный, разбит трещинами на плитчатые отдельности. В основании толщи наблюдается прослой, мощностью 1—1,5 км более кремнистого и опесчаненного мергеля, несколько более темного по цвету. Мощность его 16 м.

По направлению на восток мергель изменяется: он становится более глинистым с примесью песка, нарушается и однородность толщи, появляются опесчаненные, опоковидные и глинистые прослои.

Например, около 15 км на восток от описанного выше обнажения, в устьевой части балки Бобровской (хутор Бобровский 1-й), опоковидный прослой в основании мергелистой толщи увеличивается до 3 м, но верхняя часть толщи остается еще однородной.

Еще км 15 на восток от хутора Бобровского, примерно около 1 км ниже хутора Кузнечикова, в откосе правого берега Дона видим следующее обнажение, в котором заметно нарушена однородность мергелистой толщи.

Обнажение (описано сверху)

1. Мергель грязно-белого цвета, с зеленоватым оттенком от примеси глауконита, опесчаненный, видимая мощность 2 м.
 2. Песчаник мергелистый, светло-зеленовато-желтого цвета, с опоковидными гnezдами, переполнен рostрами (*Belemnitella mucronata*) и губками; мощность 1 м.
 3. Песчаник слабый, мергелистый, с примесью глины и глауконита, светло-зеленовато-желтого цвета; мощность 2 м.
 4. Мергель грязно-белого цвета, с зеленоватым оттенком, кремнистый разбит вертикальными трещинами на призматические отдельности; мощность 4 м.
Еще более яркий пример неоднородности толщи мергеля наблюдается дальше на восток, в окрестности г. Серафимовича (барак* Холодный, метров 250 ниже вершины):
 1. Мергель серовато-белый, слюдястый, уплотненный, с многочисленными ржавыми пятнами, разбит трещинами на плитчатые отдельности; мощность 4,5—5 м.
 2. Глина темносерая, кремнистая, с раковистым изломом; мощность 1 м.
 3. Мергель синевато-серый, разбит косыми трещинами, заполненными глинистой породой ржавого цвета; видимая мощность 10 м.
- Несколько ниже по дну оврага наблюдается перепад высотой около 2 м. Ниже перепада обнажается:
4. Песчаник мергелистый, с опоковидными гnezдами синевато-серого цвета, плотный, звонкий, с рostрами (*Belemnitella mucronata*) и губками.
 5. Мергель светло-зеленовато-серый, с синеватыми гnezдами, влажный.

Вместе с изменением литологического состава мергеля изме-

* Барак—местное название оврага.

няется также и его химический состав. Содержание CaO по направлению с запада на восток постепенно уменьшается. На западе (хутор Тюковной) содержание CaO равно 32,9%, в средней части обследованной полосы (хутор Рыбный) CaO —11,8%, а на юго-востоке района (хутор Бобровский 2-й) содержание CaO в мергеле равно 9,9%.

Все вышеописанное говорит о том, что, несмотря на громадные общие запасы мергеля в описываемом районе, не везде мергеля могут удовлетворить технологическим и горно-эксплуатационным требованиям, предъявляемым к месторождениям цементного сырья. Во-первых потому, что не на всем протяжении выдерживается химический состав и однородность толщи мергеля (как указано выше), а во-вторых и потому, что на значительной части площади мергеля покрыты многометровой палеогеновой песчаной толщей, с подчиненными прослоями песчаников и глин, где разработка мергеля затруднительна.

В условиях поисковой геологической разведки мною учитывались лишь те многочисленные открытые или с небольшой вскрышей залежи, встречаемые в окрестностях почти всех донских хуторов, которые по условиям разработки наиболее удобны. Всю обследованную территорию можно условно разделить на два подрайона: первый (западный)—от хутора Тюковного до хутора Избушного и второй—от хутора Избушного до хутора Б. Немухина.

I подрайон (хутор Тюковной—хутор Избушный) характеризуется однородной толщей мергеля. Мергель слагает среднюю часть берегового склона и прослеживается по берегу на всем протяжении описанного подрайона. Мощность толщи 15—16 м. Подъезд к большинству месторождений удобный и лишь в некоторых пунктах (высокие крутые склоны) придется применить эстакадный способ.

Общие запасы мергеля описываемого подрайона по группе С около 25 800 000 т, причем в этой цифре учтены (как выше отмечалось) лишь открытые залежи или участки с небольшой (до 1—2 м) вскрышей, и совершенно не учитывались закрытые месторождения с мощной вскрышей, которые наблюдались в отдельных участках правого берегового склона р. Дона, напр., между хуторами Тюковным—Затонским, Затонским—Крутовским и, частично, Крутовским—Зимовным. По стратиграфическим и геоморфологическим признакам эти месторождения должны представить продолжение открытых месторождений. Учитывая последнее, вышеприведенная цифра запаса должна быть значительно увеличена.

Литологически порода представлена здесь мергелем белого цвета с синеватым оттенком, плотным, кремнистым, однородным. Толща мергеля разбита трещинами на призматические отдельности различной величины. Большинство обломков с ровными гранями и мелкошероховатым изломом.

Химический состав мергеля описываемого подрайона (хутор Тюковной) следующий:

П. п. п.	SiO ₂	R ₂ O ₃	SO ₃	Гигро- скопич. влага	CaCO ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MgCO ₃
26,93	34,94	4,40	0,68	1,82	58,73	32,9	0,58	нет	нет	1,17 *

Из приведенного анализа видно, что по содержанию карбонатных частиц 58,73% мергеля в естественном виде могут быть использованы для изготовления роман-цемента. В качестве сырья для портланд-цемента описываемый мергель в естественном виде непригоден, так как соотношение основных компонентов (CaO SiO₂, Al₂O₃), которые участвуют в определении главных модулей цементной промышленности, не совсем благоприятны и не удовлетворяют требованиям, предъявляемым цементному сырью.

Достоинство цементного сырья определяется гидравлическим или основным модулем (М) и силикатным модулем (S).

Гидромодуль тюковновского мергеля — 0,84, силикатный — 7,9. Пределы колебания модулей, допустимых в цементной промышленности, следующие 7:

	Портл.-цемент	Ром.-цемент
Для основного модуля	1,7—2,4	1,2—1,7
кремнистого	1,7—4,0	

Сравнивая модули тюковновского мергеля с приведенными выше, видим, что основной модуль тюковновского мергеля чрезвычайно низкий, а силикатный высокий. Незначительное же содержание MgCO₃ (1,175) и совершенное отсутствие вредных примесей, как P₂O₅ пирита и др., повышают его качество и при добавлении к мергелю высокопроцентного по содержанию CaCO₃ мела, месторождение которого находится в пределах описываемого же подрайона, мергель вполне может быть использован в качестве сырья для производства цемента. В общем с точки зрения возможного промышленного использования мергель первого западного подрайона (от хутора Тюковного до хутора Избушного) заслуживает более детального и всестороннего изучения.

В настоящее время мергель используется местным населением для хозяйственных нужд: кладки стен надворных построек, изгородей и запруд р. Дона для урегулирования его фарватера.

II подрайон (от хутора Избушного до хутора Немухина) характеризуется, во-первых, неоднородностью толщи мергеля: в

* CaCO₃ и MgCO₃ получены перечислением, путем умножения на переводный коэффициент.

толще его встречаются иногда довольно значительные прослойки песчаника, глины, которые уменьшают мощность мергеля.

Литологически мергель описываемого подрайона также несколько отличается от западного: он желтовато-белого цвета, кремнистый, с значительной примесью песка и глины. Здесь он переходит в известковый песчаник с опоквидными гнездами.

Химический состав мергеля также отличается от первого западного подрайона. Химический анализ образца 84 из обнажения 55 (окрестности хутора Рыбного) дал следующие результаты:

П. п. п.	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	CaCO ₃	MgCO ₃
15,77	58,36	4,9	11,80	0,23	нет	нет	21,06 *	0,46*

Приведенные цифры химического анализа показывают, что содержание карбонатных частиц всего лишь 21,06%, а SiO₂ равно 58,36%, т. е. это уже не мергель (где содержание карбонатных частиц должно быть не меньше 40%), а известковый песчаник, непригодный в качестве сырья для цементной промышленности.

Далее на восток качество известкового песчаника еще более ухудшается, на что указывает химический анализ породы из балки Глуховской (окрестности хутора Бобровского 2-го).

Результаты анализа следующие:

П. п. п.	SiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	Гигр. влага	Fe ₂ O ₃
14,68	64,8	9,90	0,58	0,4	7,9	2,38	1,108

Аналитические данные последнего анализа показывают очень низкое содержание CaO, довольно высокое содержание SiO₂. Это тот же известковый песчаник, но с еще более низким содержанием CaCO₃, чем песчаник хутора Рыбного, и повышенным содержанием глинозема.

Описываемый песчаник также широко используется местным населением для строительных целей.

Обнажается известковый песчаник в устьевых частях донских балок, а также по правому береговому склону р. Дона. Запасы мергеля открытых месторождений или с небольшой вскрышей до 1,5 м по второму подрайону по группе С равны 17 150 000 т.

* CaCO и MgO получены перечислением, умножая процентное содержание CaO и MgO на переводный коэффициент.

Фосфориты

На обследованной территории встречаются три фосфоритовых горизонта (сантонский, кампанский и ниже-третичный), которые приурочены главным образом к зонам контактов.

Сантонский фосфоритовый слой залегает на размытой поверхности турон-коньякской толщи. Сложен он темно-коричневыми окатанными, округлыми желваками диаметром от 1 до 4 см. Желваки редко рассеяны в плотном, грязно-белом мергелистом песчанике. Мощность прослоя 0,2 м.

Сантонский горизонт наблюдается только в двух местах: в 150—200 м ниже хутора Крутовского и у хутора Хованского, на незначительных по протяжению участках (от 5 до 100 м). Практического интереса данный горизонт не имеет.

Кампанские фосфориты образуют незначительные скопления в мергелистом песчанике, в контакте кампанского мергеля и нижележащей сантонской глинистоопокковой толщи. Диаметр желваков от 2,5 до 3 см. Среди желваков фосфорита встречаются фосфоритизированные губки и ядра пелеципод.

Фосфориты включены в плотный мергелистый песчаник с опоквидными гнездами мощностью 0,7 м. Порода, содержащая фосфорит, прослеживается на протяжении всего обследованного участка. К востоку (ниже хутора Б. Поповского) наблюдается заметное уменьшение количества фосфоритизированных губок и совершенно исчезают фосфоритизированные ядра пелеципод, причем мергелистый песчаник становится кремнистым, приобретает темную, почти черную окраску. При ударе молотком песчаник издает запах фосфоритов. Количественное определение содержания P_2O_5 в черном кремнистом песчанике показало весьма незначительное содержание фосфорной кислоты ($P_2O_5 = 0,48\%$), потеря при прокаливании = 5,66%.

Приведенные аналитические данные показывают, что песчаник в отношении его эксплуатации не представляет никакого практического интереса. Продуктивность кампанского фосфоритового слоя мною не определялась, но по определению В. В. Богачева в 1916—1917 гг. на отрезке правого берега Дона, между ст. Усть-Хоперской и Вешенской, продуктивность описываемого горизонта равна 36—40 кг на один кв. м. Как видно из приведенных результатов Богачева, продуктивность описываемого горизонта незначительна. Принимая во внимание трудность выделения фосфоритов из включающего их крепкого песчаника, можно считать, что данный прослой не представляет практической ценности.

Ниже-третичные фосфориты встречены в основании палеоценовых отложений в виде двух небольшой мощности фосфоритозных горизонтов. В западной части района, там, где отсутствует маастрихтский горизонт, наблюдается один более мощный (до 0,6 м) фосфоритовый прослой; в восточной части

района, где сохранились осадки маастрихта, в глауконитовом кварцевом песке встречаются два фосфоритовых горизонта. Нижний фосфоритовый прослой представлен большей частью глинистыми округлыми и гроздьевидными желваками (преобладает диам. 5 и 6 см) синевато-зеленого и зеленовато-серого цвета. Фосфориты сплошь переполняют прослой большей частью рыхлого и лишь местами слабо уплотненного зеленовато-серого мелкозернистого песка.

Мощность нижнего фосфоритового слоя колеблется от 0,15 до 0,30 м.

Верхний фосфоритовый слой отстоит от вышеописанного нижнего на расстоянии от 0,20 до 1 м. Представлен он песчаными фосфоритовыми желваками колбасообразной формы (диаметр $4 \times 3 \times 10$ и $4 \times 5 \times 15$ см). Желваки включены также в зеленовато-серый кварцево-глауконитовый песок. Прослеживаются оба фосфоритовые слоя на всем протяжении обследованной полосы в пологих участках правого берега р. Дона, в среднем и нижнем течении балок.

Химический анализ фосфорита из верхнего горизонта дал следующие результаты:

Место взятия пробы	П. П. П.	SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Гигр. влага
Ст. Усть-Хоперская правый склон балки Гремячей	6,06	49,58	29,2	2,98	13,3	0,18	12,92	1,02

Анализ показывает, что качество фосфоритов невысокое, содержание фосфорной кислоты всего лишь 12,92%.

Химический анализ фосфоритовых желваков из нижнего горизонта показал более высокое процентное содержание в нем $P_2O_5 = 16,183\%$; П. П. П.—7,92%.

Аналогичные показатели по содержанию P_2O_5 в фосфоритах Серафимовичского района мы имеем у В. Голубятникова.

Ниже приводим анализы фосфоритов геолога В. Голубятникова, который производил гидрогеологическое исследование правобережья р. Дона между станицами Усть-Хоперской и Кременской в 1918 г. (см. табл. на стр. 160).

Указанные аналитические данные говорят о том, что содержание P_2O_5 в третичных фосфоритах из различных мест Серафимовичского района не превышают 18,66%, т. е. все третичные фосфориты района относятся по содержанию P_2O_5 (от 12,92% до 18,66%) к первой качественной группе А. Д. Архангельского, т. е. к низшим сортам, допускаемым в промышленной переработке. Разработки ниже-третичных фосфоритов до настоящего времени не производилось. Условия залегания третичных фосфоритов, с точки зрения удобства их разработки, в раз-

Местонахождение образца	Мощность фосфоритового слоя	100 г высушенного при 15° вещества содержит P ₂ O ₅
Арестантский колодезь в Усть-Медведицкой станции	до 0,8	18,05
Овраг „Холодный“ Усть-Медведицкой станции . . .	0,36	16,89
Буерак „Крестовый“ Усть-Медведицкой станции . . .	0,17	18,66
Овраг „Рубежной“ Усть-Медведицк. юрта	0,2	15,7
Овраг „Гремячий“ в Усть-Хоперской станции	0,53	14,72
У родника „Желобок“ в балке Белой, при впадении барака Шашурина у х. Немукина	0,25	16,54

личных местах различны. Наиболее доступные места для разработки—это пологие склоны нижнего течения балок и оположенные части правого берегового склона р. Дона. Подъезд в таких местах удобный. Мощность вскрыши до 2 м, при ширине выработки 5 м.

Взвешивание фосфоритов ниже-третичного возраста в условиях поисковой разведки не производилось, но, судя по скучности залегания, можно допустить, что продуктивность обоих фосфоритовых горизонтов должна быть значительная, соответствующая одной из трех количественных групп Архангельского, доступных для эксплуатации*.

Промышленное значение фосфоритового слоя зависит, помимо его продуктивности, также и от характера слагающих его пород и состояния кровли. Кровля фосфоритов и фосфоритосодержащая порода в Серафимовическом районе, как указывалось выше, песчаная, удобная с точки зрения разработки, поэтому небольшое процентное содержание P₂O₅ в фосфоритах описываемого района может компенсироваться удобством выработки.

В. И. Лучицкий⁸ дает следующую характеристику рентабельности разработки: „В тех случаях, когда фосфоритовый слой и его кровля состоят из рыхлого песка, достаточно содержание 70 кг на кв. м для того, чтобы можно было его эксплуатировать“.

Опока

В Серафимовическом районе опоки являются весьма распространенной горной породой. Они слагают основание правого коренного берега р. Дона на всем протяжении изучаемой полосы.

По геологическому возрасту опоки относятся к сантону. Литологически сантонские опоки не являются однородными ни в вертикальном, ни в горизонтальном направлениях.

* I гр.—от 50 до 109 кг.

II гр.—от 109 до 218 кг.

III гр.—свыше 218 кг на 1 кв. м.

В горизонтальном направлении они заметно изменяются по степени окремнения. В западной части наблюдаются более глинистые разности опок, которые можно назвать кремнистыми глинами, тогда как на востоке порода обогащается водным кремнеземом и постепенно переходит в кремнистую легкую опоку.

Химический анализ опоки

Место взятия образца	п. п.	SiO ₂	R ₂ O ₃	SO ₃	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂	CaO	Гигр. влага
Правый берег Дона непосредств. выше ст. Усть-Хоперской	7,20	81,50	3,70	3,08	3,80	нет	нет	0,5	3,21
Г. Серафимович	8,52	74,58	5,24	1,09	3,15	—	1,66	5,78	2,80

В вертикальном направлении толща опок также неоднородна по своей кремнистости и различна по цвету.

В западной части района всю толщу глинистых опок можно разделить на две, почти одинаковые по мощности, свиты: 1-я—темносерая, с светлосерыми облачными разводами, глинистая, тяжелая; 2-я—светложелтого цвета, кремнистая, легкая с раковистым изломом.

Мощность толщи опок также изменяется по направлению с запада на восток. На западе мощность сантонской опоки около 20 м, а на востоке (окрестн. хутора Белявского)—до 40—45 м.

В зоне выветривания опоки разбиты многочисленными трещинами в различных направлениях, вследствие чего они раскалываются и рассыпаются на многочисленные мелкие остроугольные обломки.

Литологически опоки Серафимовического района можно разделить на три группы: 1) серые глинистые опоки, или кремнистые глины, 2) серые опоки, в зоне выветривания голубоватые, 3) светложелтые, легкие, трепеловидные опоки.

Испытание на отбеливание всех разностей опок калориметром Дюбоска (с 5% смесью нефти и керосина) дало следующие результаты: у серых глинистых опок или кремнистых гли (хутор Тюковной) процент отбеливания—66; у светложелтых глинистых опок (хутор Тюковной)—69; у темносерых опок (правый берег Дона, — около 0,5 км выше хутора Хованского) процент отбеливания—73; у серых легких опок, при выветривании голубоватых (правый береговой откос Дона, около 1,5 км выше хутора Белявского)—73%; у светложелтых, легких, трепеловидных опок (окр. хут. Бобровского 2-го, левая стенка барака Есенова, около 500 м выше устья) процент отбеливания—77.

Процент отбеливания опоки Зикеевского месторождения (Украина), ныне эксплуатируемого, равен 77.

Приведенные выше испытания показывают сравнительно высокий процент отбеливания некоторых разновидностей опок, что заставляет обратить серьезное внимание на дальнейшее их изучение. Особый интерес представляют опоки восточной части района (окр. хутора Бобровского 2-го).

Прослеживаются опоки по правому берегу Дона почти на всем протяжении исследуемой полосы, примерно на расстоянии около 80 км. Вглубь берега опоки уходят по балкам и оврагам на расстояние около 1 км.

Запасы вышеописанных опок громадны. Открытые разработки возможны по пологим склонам правого берега Дона и в устьевых частях донских балок.

Песчаники

В обследованном районе встречаются песчаники, самые разнообразные по своему минералогическому составу, петрографическому сложению, цвету и твердости. Очень часто один и тот же прослой песчаника изменяется как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях: плотные песчаники заменяются слабыми, а в отдельных участках переходят в пески. Мощность прослоев песчаника варьирует от 0,15 до 1,5 м.

Наиболее распространенными в районе являются глинисто-глауконитовые и мергелистые песчаники различной твердости, менее распространены сливные и окварцованные разновидности. В зависимости от различных физических свойств песчаники могут найти себе применение в различных областях строительства: начиная от декоративных, облицовочных камней до щебня для бетонных работ и дорожного строительства.

Песчаники в качестве строительного камня широко используются местным населением: нет ни одного хутора, где бы в той или иной степени они не были использованы для хозяйственных нужд.

Песчаники встречаются как в верхне-меловых, так и в палеогеновых отложениях.

Верхне-меловые песчаники приурочены главным образом к кампанскому ярусу. Среди кампанских песчаников можно различить две разновидности: 1) песчаники известковистые и 2) глинистые.

Не касаясь описания известковистых песчаников (они охарактеризованы в разделе мергелей), остановимся на описании глинистых, т. е. последние по своему петрографическому сложению и удобству разработки могут иметь практическое значение. Глинистые песчаники залегают горизонтально. Прослеживаются они на всем протяжении обследуемого участка. Качество их не везде одинаково. В западной части района песчаник мергелистый, слабый, грязно-белого цвета, с фосфоритовыми желваками; по литологическому составу и условиям залегания (мощная вскрыша) не представляет практического интереса. По мере

движения на восток песчаник обогащается глиной и кварцевым песком, становится более крепким, твердым. Цвет песчаников светлосерый, с зеленоватым оттенком от примеси глауконита, с частыми мелкими окремнелыми гнездами синевато-серого цвета. Последние придают песчанику прочность и климатическую стойкость. Песчаник разбит трещинами на отдельности величиной $0,5 \times 1$ м. Мощность песчаника около 1 м.

Выходы описываемого песчаника на поверхность прослеживаются в окрестностях хут. Бобровского (нижнего), в бараче Есенове и в левом склоне устьевой части балки Елшанки. В бараче Есенове прослой песчаника мощностью 1,2 м выступает в виде карниза в бровочном перегибе, выше которого наблюдается сравнительно пологий склон, сложенный рыхлыми красно-бурыми четвертичными суглинками.

Разработка может вестись открытыми карьерами, мощность вскрыши от 0,2 до 2 м, при ширине выработки 4—5 м.

Песчаник прослеживается на бровках правой и левой стенок оврага в среднем течении, на протяжении около 200 м. Примерные запасы по группе „С“ равны 1600 м³. Песчаник может быть использован для строительных целей в качестве бутовой кладки.

Песчаники ниже-третичного возраста различны по своему минералогическому составу, цвету, твердости и мощности.

Мощность прослоев ниже-третичных песчаников варьирует от 0,15 до 2-х м. Доброкачественными и вполне пригодными для строительных целей являются кварцевые сливные разновидности песчаников, с большим удельным весом и значительной твердостью. Песчаники этого типа приурочены главным образом к отложениям Саратовского яруса. Кварцевые разновидности песчаников были зарегистрированы разведкой в следующих пунктах:

1. В западной части района (хутор Тюковной) встречаются три разновидности плотных кварцевых песчаников, которые могут быть использованы в качестве стройматериалов: а) песчаник серый, кварцевый, со сливными участками, с обломками окремнелой древесины. Мощность 0,2 м. б) Песчаник кварцевый, с глинистым цементом светлосерого цвета, с зеленоватым оттенком от примеси глауконита. Мощность слоя до 1 м. в) Конгломератовидный, пестроцветный, окварцованный песчаник, состоящий из слабо-окатанных и угловатых зерен кварца (диам. от 3 до 5 мм), различно окрашенных (желтых, розовых, красных и т. д.), с включением вишнево-красной гальки кремня и опоки (диам. 2—3 мм). Мощность конгломератовидного прослоя от 0,05 до 0,3 м.

Из всех вышеприведенных трех кварцевых разновидностей особого внимания заслуживает конгломератовидный, пестроцветный, окварцованный твердый песчаник, хорошо шлифующийся, который может быть использован в качестве облицовочного, декоратив-

ного камня. Встречается конгломератовидный песчаник большими плитами, толщиной от 10 до 30 см (величина плит диам. $0,7 \times 1$ м), на осыпи, в вершине небольшого левого отрожка барака Большой Яр и в левом склоне устьевой части балки Тюковной.

Наиболее удобными местами для разработки песчаника могут быть оположенные части левого склона балки Тюковной, где вскрыша небольшая—от 0,5 до 1 м.

Запасы пестроцветного конгломератовидного песчаника в условиях поисковой геологической разведки не подсчитывались, в виду немногочисленных и неполных выходов песчаника и без расчисток оконтурить площадь распространения песчаника было невозможно*.

Две другие перечисленные выше разности кварцевого песчаника встречаются в вершинах левых отрожков барака Большой Яр, под почвой, на глубине 0,3—0,5 м. В таких местах они могут разрабатываться карьерами: подъезд удобный.

2. Следующее на восток месторождение плотного кварцевого песчаника светлосерого цвета встречается в окрестностях хутора Затонского, в вершине балки Герасимовой. Песчаник в данном месте разрабатывается местным населением для хозяйственных нужд. Ориентировочные запасы по группе „С“—около 30.000 м³.

3. Плита плотного кварцевого песчаника светлосерого цвета с зеленоватым оттенком от примеси глауконита залегает близко к поверхности (на глубине от 0,2 до 1 м) в окрестностях станции Усть-Хоперской—барак Глубокий, правый откос балки Гремячей. Мощность прослоя песчаника 0,3 м. Разработка возможна карьерами, с небольшой вскрышей (от 0,2 до 1 м) на площади 20 000 м².

Аналогичный по петрографическому составу песчаник встречается также в бараке Мирошкином, левом отрожке балки Избушной, в окрестностях хутора Избушного.

Открытая разработка кварцево-глауконитового зеленоватосерого песчаника с кремнистыми участками возможна также в окрестностях хутора Кузнечикова, в верхней части правого склона балки Большой, близ дороги из хутора Кузнечикова в хутор Хованский. Мощность прослоя песчаника равна 0,5 м. Мощность вскрыши от 0 до 0,6 м.

Разработка возможна на площади не менее 20 000 м². Примерный запас по группе С равен 10 000 м³.

Далее на восток плотный кварцево-глауконитовый песчаник зеленовато-серого цвета мощностью 0,5 м встречается в окрестностях хутора Хованского. Песчаник обнажается здесь в вершине первого от устья левого отрожка барака Фролова.

* Во всяком случае запасы его небольшие, имеющие лишь районное значение, т. к. помимо хутора Тюковного в других пунктах обследованной полосы песчаник не был встречен.

Площадь возможной разработки со вскрышей от 0,5 до 1 м рыхлой породы равна примерно 15 000 м². Запас по группе С около 7 500 м³.

Наконец, плотный песчаник светлосерого цвета, в значительной степени окварцованный, известен в окрестностях хутора Б.-Поповского, где он разрабатывается в настоящее время Серафимовичским райисполкомом в отрожках, прорезающих правый склон балки Поповой. Разработка песчаника здесь, очевидно, ведется давно, о чем свидетельствует большая выработанная площадь по склону балки Голой. Ширина выработанной площади около 15 м. Длина около 300 м.

В юго-восточной части Серафимовичского района месторождения кварцевого плотного палеогенового песчаника зарегистрированы разведкой лишь в окрестностях хутора Б. Немухина, в устье барака Дьякова.

Глины

В пределах Серафимовичского района глины широко распространены, особенно в восточной части района.

По геологическому возрасту глины описываемого района разделяются на: I—коренные: а) верхне-меловые, б) нижнетретичные (палеогеновые) и II—глины четвертичного возраста (суглинки). Глины верхне-мелового возраста в свою очередь подразделяются на сантонские и кампанские.

Сантонские глины кремнисты, серого или светложелтого цвета с раковистым изломом. Их можно назвать глинистыми опоками. Встречаются такого типа глины главным образом в западной части района. На восток, как отмечалось выше, они обогащаются водным кремнеземом и переходят в типичные опоки. Более подробно эти глины описаны в разделе опок. Очень возможно, что эти разновидности глин могут быть использованы как компоненты при производстве цементов или в качестве гидравлических добавок. Кроме того, глины эти дают сравнительно высокий процент отбеливания (69%).

Кампанская глина. Прослойки глин в мергелистых породах кампанского яруса встречаются лишь в восточной части района. Среди месторождений кампанских глин заслуживают внимания глины в откосе правого берега Дона в г. Серафимовиче.

Наиболее ясно пласты глины прослеживаются в обнажениях правого берега, выше городской водоканчки, на протяжении 1—1,5 км. Мощность глин колеблется здесь от 2,5 до 5 м.

Мощность вскрыши варьирует от 3 до 10 м. Вглубь берега рассматриваемая глина имеет значительное распространение и мощность ее несколько увеличивается. Так например, аналогичные глины наблюдаются в среднем течении барака Птахина, где мощность их достигает 5 м.

Карбонатность глины также непостоянна: в обнажении правого берега Дона (против здания райисполкома) глина эта

совершенно лишена карбонатов; выше водокачки она слабо вскипает с HCl, а в бараке Птахина вскипает уже сильно.

Литологически рассматриваемая глина представлена светло-зеленовато-серыми кремнистыми разностями, влажная; в сухом состоянии цвет глины становится светлосерым, почти белым.

Механический анализ глины, проведенный в лаборатории кафедры геологии СГУ, дал следующие результаты:

Место взятия пробы	Название породы	1—0,25	0,025—0,01	0,05—0,01	0,01
Г. Серафимович, прав. берег Дона, выше водокачки.	Глина	Нет	6,31	40,37	53,32

Из приведенных данных механического анализа видно, что описываемую глину можно отнести к глинам с достаточно высокой пластичностью.

Крупная фракция от 1 до 0,25 совершенно отсутствует, и большой процент падает на тонкие илстые фракции: 0,05—0,001, 40,37% и 0,01—53,32%.

Химический анализ и керамические испытания этих глины производились в г. Сталинграде, в лаборатории КУМПА; результаты его следующие:

Место взятия пробы	Название породы	№ обр.	Дата испытания	П. П. П.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	CaO	MgO	SO ₂	Прочее
Правый берег Дона, выше водокачки г. Серафимовича	Глина светло-серая	21	2/III 1936 г.	11,41	53,41	17,07	7,38	9,99	2,93	0,85	0,15

При прокаливании в 800° глина рассыпается.

Из приведенных выше данных анализа видно, что глины эти по процентному содержанию Al₂O₃ можно отнести к глинам высокого качества, но значительное содержание CaO и MgO понижает точку плавления. По своему качеству глины эти представляют интерес и могут быть использованы в гончарном производстве. Условия разработки не совсем однако благоприятны: мощность вскрыши—от 3 до 10 м, и кроме того, глины эти являются водоупорным слоем, сильно насыщены водой.

Нижнетретичные глины представлены как кремнистыми, так и песчаными разностями светло-зеленовато-серого, яблочного и коричневого цветов. Встречаются ниже-третичные глины небольшими прослойками мощностью от 0,1 до 0,7 м. Обнажаются они главным образом в отвесных берегах среднего течения балок.

Глины четвертичного возраста из всех месторождений глины в пределах описываемого района пользуются наиболее широким распространением.

Делювиальные глины (суглинки) литологически представлены желто-и красно-бурными песчаными разностями, слабо известковистыми. Мощность этих глины варьирует от 2 до 8 м. Мощность вскрыши—от 0,3 до 1 м.

Особенно широкое распространение эти глины имеют в районе станицы Усть-Хоперской (среднее течение балок Алауховой и Пакидовой). Примерные запасы делювиальных глины по группе С в балке Алауховой 4 080 000 т и в районе балки Пакидовой около 2 160 000 т.

В виду отсутствия в этих глинах твердых включений, они могут служить базой для развития кирпичного производства и, возможно, добавкой к мелу и мергелю в цементной промышленности. Для этой цели необходимо произвести более детальное качественное исследование этих глины*. Кроме того, значительное распространение желто-бурные песчаные глины имеют в окрестности г. Серафимовича, главным образом в вершине балки Птахинной. Примерные запасы этих глины по гр. С равны 150 000 м³.

В последнем месторождении встречаются отдельные участки глины, где наблюдаются включения в виде мелких, твердых известковистых журавчиков, которые являются нежелательными при употреблении этой глины в кирпичном производстве.

В настоящее время несколько выше вершины балки Птахинной делювиальные глины используются для изготовления кирпича на небольшом заводе райисполкома.

Значительные запасы желто-бурой песчаной глины (суглинка) имеются также и в окрестностях хутора Тюковного, в верхнем течении барака "Б. Яра. Механический анализ суглинка дал следующие результаты:

№ обр.	Название породы	Место взятия пробы	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01
35	Суглинок	Окр. хутора Тюковного	5,09	37,18	16,77	40,95

Из данных механического анализа видно, что самый большой процент падает на глинистую фракцию (меньше 0,01—40,95%), а также на фракцию песка (0,25—0,05 = 37,18%). Это говорит о том, что суглинок вполне может быть использован для производства кирпича. Разработка может вестись открытыми карьерами. Подъезд удобный. Запасы по гр. С 50 000—60 000 м³.

* Несколько лет назад эти суглинки использовались кустарным способом для производства кирпича.

Краски

Кроме глауконита, другой минеральной краски в количестве, достаточном для эксплуатации, мною обнаружено не было. В нескольких пунктах (окрестности ст. Усть-Хоперской, хуторов Рыбного, Хованского, Б. Поповского, Затонского) были встречены тонкие до 5 см пропластки и небольшие линзы (5 × 10, 10 × 15) охристой и кроваво-красной глины на значительных глубинах от поверхности, в силу чего разработка их не рентабельна.

В окрестностях хутора Б. Немухина, расположенного на юго-востоке Серафимовичского района, по словам местных жителей, охристая глина в виде прослоев мощностью 10—15 см встречалась на глубине от 1 до 2-х м на левом склоне „барака Дикого“ и в вершине барака Шашурина. Жители указанного хутора использовали ее на окраску домов, земляных полов, а иногда и деревянных предметов: дверей, рам и т. д.

При посещении указанных месторождений действительно были обнаружены древние копаны на левом склоне барака Дикого и на ровной площадке, прилегающей к верхнему течению балки Шашуриной. Все копаны осыпались и поросли дерном. При небольшой расчистке некоторых копаней охры обнаружено не было, но, судя по значительной площади (около 6.000 м²), занятой древними копанями, в которых доставалась охристая глина местными жителями, очень возможно, что запасы этой глины значительны. Для более точного выяснения мощности пласта и площади его распространения необходима разведка бурением.

Помимо указанных выше охристых и вишнево-красных глинистых прослоев, в пределах описываемого района, значительное распространение имеют тонкозернистые, пылеватые, глинистые пески вишнево-красного и кирпично-красного цвета, которые в мокром состоянии хорошо окрашивают дерево и бумагу. Такого типа пески слагают вершины многочисленных холмов, тянувшихся четковидной цепочкой в широтном направлении, на некотором (от 1 до 5 км) расстоянии от берега Дона.

Запасы описываемого песка значительны. Разработка может вестись открытым способом; подъезд удобный.

Химический анализ пылеватого глинистого песка кирпично-красного цвета с вершины кургана, расположенного в окрестностях хутора Кузнечикова, дал следующие результаты:

п. п. п.	SiO ₂	R ₂ O ₃	SO ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃
6,13	78,7	10,5	0,68	1,90	1,55	нет	7,47%

Перечисленные основные показатели химического анализа для использования данной породы не совсем благоприятны. Ми-

нимальное содержание Fe₂O₃ в краске должно быть 20⁰/₀⁵, а испытываемая порода содержит его всего лишь 7,47⁰/₀, при значительном содержании нежелательных в краске примесей (MgO, CaO и др.). Отсюда ясно, что данное месторождение не может представлять практического интереса.

Пески

Пески в пределах Серафимовичского района являются самой распространенной горной породой. Песками в основном представлены нижне-третичные (палеогеновые) отложения, которые мощным чехлом покрывают почти всю территорию описываемого района.

Кроме того, встречаются пески более позднего времени—это пески аллювиального происхождения.

Общие запасы песка в районе громадны: они могут исчисляться миллионами тонн. Литологически все песчаные образования представлены кварцевыми разностями с различными примесями глины, слюды, глауконита и т. д.

Большинство песков довольно сильно загрязнено вышеуказанными примесями, местами они сильно ожелезнены и не представляют промышленного интереса. Наиболее чистые, белые, кварцевые пески, равномерно зернистые, которые могли бы удовлетворить требованию стекольного производства, встречаются редко.

Особое внимание по качеству и удобствам разработки привлекает месторождение кварцевого песка древне-аллювиального происхождения. Расположено оно на берегу Дона, между хутором Белявским и хутором Бобровским 2-м.

Пески кварцевые среднезернистые состоят из округлых слабоокатанных прозрачных кварцевых зерен. В толще песка наблюдаются редкие прерывистые прослойки крупнозернистого кварцевого песка и слабо окатанной кремнистой гальки. Кроме того, встречаются небольшие линзовидные гнезда, наполненные светлозеленоватой тонкоплитчатой глиной и галькой опоки. Мощность песка от 8 до 10 м, вглубь берега песок прослежен на расстоянии 50 м и вдоль берега на расстоянии около 300 м. Примерные запасы по гр. С около 60 000 м³. Мощность вскрыши, состоящей из желто-бурой глины, от 5 до 10 м. Разработка может вестись карьерами.

Химический анализ песка дал следующие результаты:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃	MgO
98,68%	1,2%	следы	нет	нет

Большое содержание кремнекислоты, незначительное содержание глинистых частиц, при отсутствии вредных примесей, говорят о том, что песок этот с успехом может быть использо-

ван в стекольном производстве и при том для изготовления высоких сортов стекла.

Удобство подъезда, близость реки (0,2—0,3 км) создают благоприятные условия для использования этого песка.

Кроме описанного месторождения, белые кварцевые пески встречаются и в других пунктах района.

а) В окрестностях г. Серафимовича, в овраге Холодном, в верхней части правого склона, около 200 м ниже вершины оврага зарегистрирован: песок кварцевый, среднезернистый, грязно-белого цвета с зеленоватым оттенком от небольшой примеси глауконита, косослоистый, с бурыми песчано-глинистыми прослойками; видимая мощность около 5 м. Лабораторным испытаниям песок не подвергался. Песок может быть использован для строительных целей, как балласт, а возможно, и в стекольном производстве.

б) Белый, разнозернистый песок встречается и в окрестностях хутора Затонского, в вершинах оврагов, прорезающих верхнюю часть правого берегового склона реки Дона; видимая мощность песка около 7 м.

в) В окрестностях хутора Хованского месторождение белого кварцевого равно-тонкозернистого косослоистого песка с тонкими уплотненными глинистыми прослойками расположено в расстоянии 1,5 км на юг от хутора между бараками Фроловым и Картушиным. Разработка песка может вестись открытыми карьерами. Примерные запасы по гр. С равны 80 000 м³.

г) Далее на запад аналогичный кварцевый песок белого цвета, косослоистый, встречается примерно в расстоянии 1 км на юг от хутора Кузнечикова, в верхней части склона реки Дона. Ориентировочные запасы песка по гр. С—около 70 000 м³. Разработка может вестись открытым способом.

д) В окрестностях хутора Рыбного зарегистрировано два месторождения белого, равно-тонкозернистого песка: первое в расстоянии 0,5 км на юг, между балкой Рыбной и балкой Россоши; площадь обнаженного песка в данном месте около 2 800 м²; второе месторождение расположено примерно в 100 м на восток от балки Тонкой (восточнее хутора).

Песок здесь белый, с зеленоватым оттенком от небольшой примеси глауконита, равно-тонкозернистый. Песок годен для строительных целей, а возможно, и для производства стекла, для чего необходимы лабораторные испытания. Запасы по гр. С в данном месте равны 60 000 м³. Разработка песка может вестись открытым способом.

е) Избушинское месторождение белого кварцевого песка находится на правом склоне балки Романовой, м 250—300 выше устья. Песок белого цвета, с зеленоватым оттенком от примеси глауконита, косослоистый, с тонкими бурыми песчано-глинистыми прослойками. Мощность песка около 5 м. Вскрыша до 7 м. Песок прослеживается на протяжении около 200 м.

ж) Еще далее на запад белый равно тонкозернистый песок встречен в расстоянии 7 км на юг от хутора Бобровского 1-го в крайнем на запад Чиганакском кургане. Песок может быть использован для строительных целей, и возможно, для стекольного производства.

з) В окрестностях хутора Тюковного, примерно, метров 300 восточнее среднего течения балки Орешной, зарегистрирован песок кварцевый, равно-среднезернистый, бледножелтого цвета. Песок открыт на площади около 200 000 м². Лабораторным испытаниям песок не подвергался. Песок может быть использован для строительных целей и для изготовления стекла.

Г л а у к о н и т

Глауконит представляет собою водный ферро-алюмо-силикат калия, натрия, магния и кальция. В пределах Серафимовичского района глауконит в рассеянном виде встречается в породах как верхне-мелового возраста (пески, песчаники и мергеля) так и в породах, относящихся к палеогену (пески, песчаники, глины).

Наибольшая примесь глауконита встречается в породах маастрихтского и саратовского ярусов, которые окрашены в зеленовато-серый и зеленый цвета. Скопление же глауконита в виде прослоев зеленого цвета встречается главным образом в отложениях саратовского яруса.

Глауконит почти всюду сопровождается фосфоритовым прослоем. На западе (окрестности хутора Тюковного) прослой глауконитового песка залегает непосредственно на фосфоритовом горизонте, а на востоке отделяется от последнего толщей зеленовато-серого глауконитового песка с окремнелыми гнездами неправильной формы.

Скопление глауконита встречается в большинстве случаев в обнажениях среднего и нижнего течения балок и по береговому склону р. Дона. Наиболее доступными местами для разработки глауконитового песка являются склоны балок.

Из всех месторождений глауконита наибольшего внимания заслуживает месторождение, расположенное в окрестностях станции Усть-Хоперской, на правом склоне балки Гремячей.

Глауконитовый прослой состоит здесь из неравнозернистого глауконита, желто-зеленого цвета, с примесью разнозернистого кварцевого песка. Мощность глауконитового прослоя равна здесь 1—1,2 м. Содержание глауконита в породе 55%.*

Прослеживается прослой глауконита в верхней части правого склона балки Гремячей, начиная от устья барака Сидорова (правого отвершка балки) по направлению к устью балки на протяжении около 1,00 км.

* Глауконит выделялся при помощи электромагнита.

Покрывающая глауконитовый прослой пустая порода скошена, сухая, мощностью от 0,5 до 10 м.

Разработка глауконита может вестись карьерами со снятием вскрыши иловатой глины и песка. Мощность вскрыши от 0,5 до 2,5 м. При разработке карьерным способом ориентировочные запасы глауконита по гр. С составляют 10 000—15 000 тонн*. Запасы могут быть значительно увеличены при разработке глауконита штольнями.

Подъезд к описываемому месторождению может быть или по широкому дну балки Гремячей (и спуск глауконита вниз эстакадным способом) или вдоль ополоченного склона—сверху.

Аналогичные по условиям разработки месторождения глауконитового песка встречаются в правом склоне балки Избушной, а также в нижнем и среднем течении балки Рыбной. Глауконитовый прослой в последних месторождениях более насыщен кварцевым песком.

Микроскопическое описание глауконита. После предварительной обработки кварцево-глауконитового песка (отмучивания, кипячения в воде с добавлением слабой соляной кислоты для удаления глинистых частиц) в поле зрения микроскопа видно относительно большое количество глауконитовых зерен по сравнению с количеством зерен кварца.

Цвет глауконита зеленый и желто-зеленый. Цвет кварца матовый, мутносерый и желтоватый; отдельные зерна кварца покрыты тонкой желто-зеленой пленкой пигментного глауконита. Как зерна глауконита, так и зерна кварца неравномерно-зернисты. Наименьший диаметр у глауконитовых зерен $0,06 \times 0,09$ мм, наибольший— $0,6 \times 1,17$ мм. Преобладают зерна глауконита средней величины ($0,3 \times 0,4$ мм).

Диаметр кварцевых зерен также колеблется от $0,06 \times 0,7$ мм до 2—3 мм. Преобладают зерна кварца диаметром 0,7 мм.

Форма зерна глауконита разнообразна: крупные зерна глауконита слабо окатаны, округлы, продолговаты, почковидны, мелкие—угловаты.

Химический анализ глауконита дает следующее: SiO_2 —47,4%, R_2O_3 —12,0%, CaO —6,8%, MgO —2,48.

Механический анализ глауконитового песка по методу Сабанина:

1— 0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01
49,10	23,31	5,00	19,68

Приведенные данные механического анализа говорят о том, что в составе кварцевого глауконитового песка преобладают зерна крупных фракций.

* Исходя из 55% содержания глауконита в породе.

Применение глауконита. Глауконит может быть использован как минеральная краска, окрашивающая предметы в желто-зеленый (защитный) цвет. Краска эта очень ценна для оборонных целей (маскировка). Глауконит может быть использован также для смягчения жестких вод. В пределах Серафимовичского района это доказано практикой тракторного парка.

В хуторе Б. Немухином, в устье барака Шашурина, имеется родник под названием „Желобок“. Родник питается довольно мощным палеоценовым водоносным горизонтом, сложенным кварцево-глауконитовым песком. Вода, проходя через насыщенные глауконитом пески, фильтруется и вытекает очищенной, мягкой и приятной на вкус. Вода из этого родника не образует накипи в тракторах, обслуживающих Б. Немухинский колхоз, а вода других источников оставляет значительную накипь. За водой для тракторов в хутор Б. Немухин приезжают и из ближайших хуторов.

До недавнего времени умягчители ввозились из за границы под названием „неопермутит“. Неопермутит был исследован в лаборатории проф. Кашинского в Новочеркасске и в результате получен состав, очень близкий к химическому составу глауконита.

Новое применение глауконит получил в САСШ, где нет месторождений калиевых солей, и американцы после известной переработки* применяют глауконит, как калий содержащий минерал, для удобрения.

В самое последнее время в журнале „Разведка недр“ № 6 1936 г. Куйбышевским Отделом В.И.М.С. найдена еще область применения глауконита: для извлечения кобальта из растворов слабых концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

- Архангельский, А. Д. История изучения русских фосфоритовых месторождений и общие результаты подсчета запасов фосфоритов в СССР. 1927.
- Архангельский, А. Д. Петрографические и химические типы русских фосфоритов. 1927.
- Архангельский, А. Д. Крестовников, В. И. Шатский, Н. Сеноманские и третичные фосфориты южно-русской впадины. 1927.
- Голубятников, В. Гидрогеологические исследования правобережья Дона между станицами Усть-Хоперской и Кременской. Тр. 22 РУ, Вып. XVI. 1931.
- Зальман и Герман. Физические и химические основы керамики.
- Каменский, Г. Н. О геологическом строении правобережья р. Дона между ст. Усть-Медведицкой и Трех-Островянской. БМОИП. Отд. Геол. т. 22. 1923 г.
- Кинд и Окорокова. Стройматериалы. 1934.
- Лучицкий, В. Фосфориты Подолии и Киевской губ. 1927.

* В течение одного часа ведется (при 250°) обработка глауконита известковым молоком. Получающийся едкий калий обрабатывается азотной кислотой и переводится в калиевую селитру.

9. Малышева, Глауконит и глауконитовые породы Европейской части СССР. 1930.
10. Можаровский, Б. А. Материалы к плану II пятилетки Саратовского края. Изд. Крайплана. 1932. Саратов.
11. Некрич. Общий курс химической технологии.
12. Пантелеев, С. А. Поиски фосфоритов хоперского типа по правобережью р. Дона между ст. Клецкой и Усть-Медведицкой „Агрономические руды СССР“ т. III, ч. 2.
13. Павлов, А. Б. Отчет об исследовании залежей фосфоритов в области среднего течения реки Хопра. 1911.
14. Розанов, А. Н. Стратиграфия содержащих фосфориты отложений центральной и северо-восточной области. Фосфоритовые горизонты и их вероятное происхождение.
15. Справочник по полезным ископаемым Северо-Кавказского края. 1933.
16. Семихатов, А. Н. Меловые и третичные фосфориты юго-востока Европейской части СССР. 1927.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОЗИНСКИХ СОЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

(По керновому материалу и анализам Н.-В. геологического управления)

Н. А. Шлезингер, Ф. П. Зоркин и А. П. Ларина

Среди минеральных богатств Нижнего Поволжья виднейшее место принадлежит разнообразным солям, богатейшие запасы которых частью содержатся в бесчисленных соленых озерах, частью залегают мощными пластами на различной глубине в недрах земли. Эти пласты отложены, примерно, двести тридцать миллионов лет тому назад¹ Кунгурским (Пермским) морем, которое охватывало огромную территорию Европейской части СССР от Северного Ледовитого океана до Каспийского моря и даже южнее. Позднее, в мезозойскую и кайнозойскую эпоху, т. е. примерно несколько миллионов до десятков миллионов лет тому назад горизонтальное напластование было нарушено, образовались солянокупольные структуры, пласты оказались благодаря этому приподнятыми, приблизились к земной поверхности и таким образом сделались доступными для промышленной эксплуатации. К числу таких солянокупольных структур относится и Озинская, расположенная в восточной части Саратовской области, в трех километрах на запад от станции Озинки, Рязано-Уральской железной дороги.

Изучение Озинского соляного купола представляет исключительный интерес как в практическом, так и в теоретическом отношении потому, что в Озинках впервые обнаружен ряд калийно-магнезиальных солей, часть которых нигде более в СССР не найдена и до сих пор (кизерит, бишофит). Но особенно важно наличие в Озинках каинита $KClMgSO_4 \cdot 3H_2O$, так как в случае, если запасы каинита окажутся достаточными, Озинки, обладающие местным топливом в виде сланцев и благоприятным географическим положением, могут сделаться крупным центром химической промышленности.

Настоящее сообщение имеет целью подытожить результаты наших исследований по озинским солям и оценить перспективы дальнейшего изучения и промышленного использования Озинского соляного купола.

Первые буровые скважины (№№ 1501, 1502, 1502-а) в Озинках были заложены в 1932 году „Востокнефтью“ для разведок на нефть². Керновый материал скважины № 1501, врезавшейся в соль на глубине 249 м, утерян. Скважина № 1502 вошла в

соль, но была остановлена в связи с аварией. Заложенная в 1935 г. в 5 метрах от нее скважина № 1502-а встретила соль на глубине 508 метров и прошла по ней до 652 м, после этого ликвидирована. Образцы соли с глубины 501 до 560 м и с глубины 587 м анализированы В. В. Скибиневским в лаборатории Г. Р. К. „Эмбанефти“. Соль с глубины 587 метров содержала 22,29% KCl, и ей приписывается состав: 65,86% каинита, 9,5% карналлита и остальное галит и примеси³. В августе 1935 г. отобраны пробы из скважины № 1502-а в Озинках Институтом общей и неорганической химии Академии наук СССР; анализы их дали также большой процент каинита⁴ (KCl MgSO₄·3H₂O—48,87%). В марте 1936 г. были отобраны² сотрудницей Н-ВГУ М. И. Пимбурской по указанию доцента В. С. Васильева штурфовые образцы кернов скважины № 1502-а. Керны успели уже разрыхлиться. В анализ были сданы образцы по возможности лучшей сохранности. На основании анализов, произведенных в лаборатории Н-ВГУ, и данных оптического исследования В. С. Васильева образцы заключали, наряду с другими минералами, каинит, количество которого в образце с глубины 586—596 метров доходило до 71,10% (при 8,79% сильвина). С учетом угла падения около 60°, мощность зоны калийных солей, по расчету В. С. Васильева, оценена для скважины № 1502-а в 30 м.

Открытие каинита привлекло к Озинкам внимание советских химиков⁵.

В марте 1937 г. в Саратове была созвана конференция⁶ по изучению перспектив развития промышленности и энергетики на базе минерально сырьевых ресурсов Озинского района Саратовской области с участием как саратовских ученых (химиков, геологов, агрономов и т. д.), так и представителей Академии наук СССР, центральных исследовательских институтов, трестов, планирующих и производственных организаций. Конференция отметила огромный промышленный интерес изучения солей Озинского соляного купола. Дело в том, что богатейшее в мире Соликамское месторождение калийных солей оказалось бессульфатным. Это значит, что в Соликамске можно добывать только хлористый калий, но не сернокислый. Между тем, во многих случаях нужен именно последний. Сернокислый калий значительно превосходит хлористый калий в качестве удобрения, особенно в случае таких ценных культур, как картофель, клевер, ячмень, овес, лен, свекла, табак и др.⁶ На конференции отмечалась большая потребность в сернокислом калии в самом СССР и полная возможность его экспорта за границу. Озинки расположены очень выгодно в географическом отношении. Использование озинских солей приблизило бы нас к удовлетворению потребности в калийных удобрениях и особенно в

* Историю вопроса, включая литературу до 1936 г., см. в статье акад. Н. С. Курнакова, Н. И. Буялова и И. Н. Лепешкова, loc. cit.

сернокислых солях республик Средней Азии, Казахстана, Украины и освободило бы транспорт от дальних перевозок соликамского калия.

При переработке каинита и других озинских солей на калийное удобрение получался бы ряд побочных продуктов. На конференции подчеркивалась необходимость комплексного использования калийно-магнезиальных солей и других минеральных богатств Озинского района (фосфоритов, чистейшего мела, сланцев, песков и др.). Указывалось на возможность постановки в Озинках производства серной кислоты, магнезии, цемента Сореля, искусственной слоновой кости, металлического магния, соляной кислоты, хлора, брома и их производных, фосфорнокислых удобрений, соды, извести и т. д. Наконец конференция наметила в общих чертах и программу геологических и физико-химических изысканий, необходимых в первую очередь для подготовки материала к составлению конкретного плана промышленного использования минеральных богатств Озинского района.

Со времени конференции прошло уже два года. Надо признать, что указанная программа выполнялась недостаточными темпами. Доклад тов. Молотова на XVIII съезде ВКП(б) с предельной ясностью ставит задачу химизации нашей родины, в частности строительства новых туковых комбинатов. Вместе с тем в докладе указывается на Поволжье, как на один из тех экономических очагов страны, где должна разворачиваться химическая промышленность. Теперь, на основе решений XVIII съезда ВКП(б), нужны совсем иные темпы разработки Озинской проблемы. Мы надеемся, что настоящая статья будет способствовать более энергичной работе над ее разрешением.

Соляно-купольные структуры широко распространены на земном шаре. Помимо Прикаспийской низменности, они встречаются, например, на Украине (близ г. Ромны), на побережье Сев. ледовитого океана, а вне СССР—в Германии (в том числе в Стассфурте), в Румынии, Иране, Турции и в США. Разведка соляно-купольных структур в последние годы чрезвычайно облегчилась применением геофизических методов, позволяющих не только установить наличие соляного купола, но и определить глубину погружения отдельных его участков⁷. Пользуясь этими методами, а также данными буровых скважин и наблюдением выходов пород, геологи⁸ сумели составить себе довольно детальное представление о тектонике Озинского района. До 1936 года она считалась типичной соляно-купольной, но в настоящее время говорят также о брахиантиклинальном типе Озинской структуры. Отчетливо выделяются (см. прилагаемую схему) две брахиантиклинали—одна в 1—1,5 км севернее села Озинки („Озинская“ брахиантиклиналь), другая в 1 км западнее того же села („Ленинская“). Они разделены мульдообразным понижением. Строение обеих антиклиналей осложнено сброса-

ми и флексурами. Сбросами, амплитуда которых доходит до 200 метров, нарушено и само солевое ядро. Помимо сбросов,

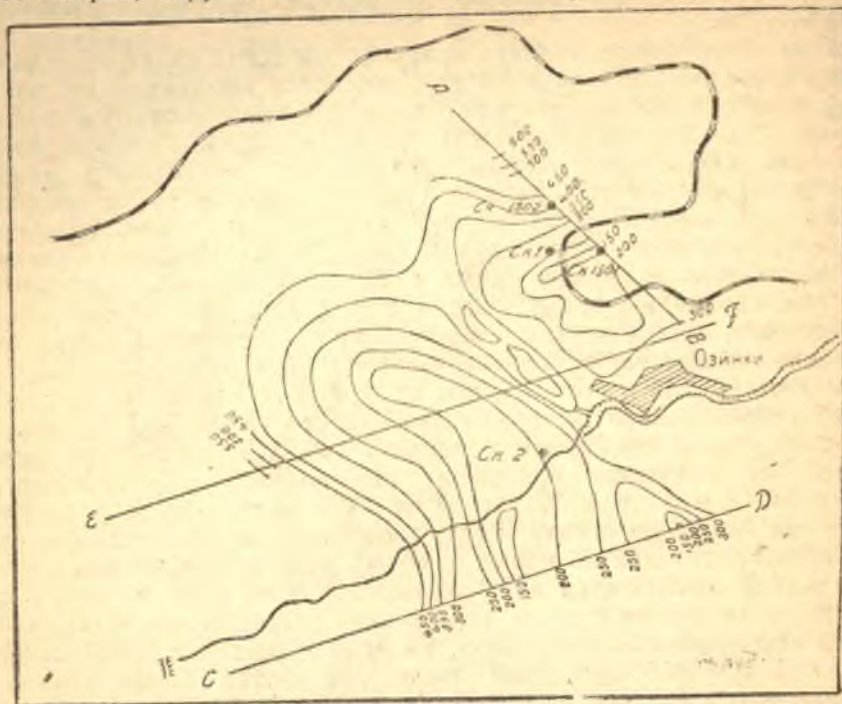


Схема изогибс гипсо-ангидритовой кровли по сейсмическим данным.

наблюдаются и горизонтальные перемещения до 0,5 километра. Таким образом отдельные поверхностные участки солевого ядра, в виде глыб различного размера, оказались приподнятыми на 150—200 метров над остальной более ровной поверхностью ядра. Но и в самой солевой толще происходили значительные перемещения. Все указанные особенности Озинской структуры, имеющие первостепенное практическое значение, должны быть учтены и при разведке, и при разработке залежи солей.

Необходимо отметить, что в Озинском районе, помимо описанных Озинской и Ленинской брахиантиклиналей, имеется еще ряд других куполообразных поднятий: 1) близ хутора Гремучего (11 км к ВСВ от ст. Озинки, 2) Беленький—Карташев в 18 км юго-западнее Озинок), 3) Чалыклинский у ст. Чалыкла РУжд, 4) Слепой купол в 6—7 км севернее Озинок.

Что касается геологического строения района Озинского калийно-магнезального месторождения, то для наших целей будет достаточно следующих кратких указаний. В строении района принимают участие морские, лагунные и континентальные отложения палеозойского, мезозойского и кайнозойского возра-

ста. Комплекс пород указанных возрастов укладывается в следующую схему:*

- А. Палеозой—нижне-пермские—кунгурский ярус,
 Б. Пермо-триасовые,
 В. Мезозойские: 1) нижне-юрские (?),
 2) средне-юрские (Байос-Бат),
 3) верхне-юрские (келловей—оксфорд, киммеридж, нижне-волжский ярус),
 4) нижне-меловые (неоком, апт, гольт),
 5) верхне-меловые (сеноман, сенов, датский ярус),
 Г. Кайнозойские: 1) третичные: а) палеоген: сызранский и саратовский ярусы;
 в) неоген-акчагыльский ярус;
 2) четвертичные

Нас интересуют нижне-пермские отложения, встреченные скважиной № 1 (см. ниже) с глубины 235,75 метра и пройденные до глубины 603,64 метра. Подошвы нижне-пермских отложений скважина не достигла, и таким образом вопрос об их мощности остается открытым. Отложения эти относятся к осадкам лагунной фации нижне-пермского моря кунгурского века. Фаунистически не охарактеризованы. Из известных (см. выше) 367,89 метра нижне-пермских отложений нижние 318 м (без поправки на угол падения) сложены каменной солью с пластами, пропластками, включениями и прожилками калийных и магnezияльных солей, глины и реже песчаников. Эти 318 м и представляют предмет нашего изучения. Выше лежит свита около 43 м чередующихся пластов песчаника, глины, мергеля, гипса и ангидрита, а еще выше—песчаник (около 7 м).

Как уже указано, первые глубокие скважины в Озинках были заложены в поисках нефти (скважины №№ 1501, 1502 и 1502-а). Керны солей их или не сохранились вовсе (скв. № 1501) или же сохранились в совершенно неудовлетворительном виде и не подвергались систематическому исследованию (скв. № 1502 и № 1502-а). Таким образом, первыми скважинами, заложенными специально на соли, оказались скважины №№ 1 и 2 Н.-В.Г.У. Их керн и послужил материалом для нашего исследования. Как видно из схемы 1, скважина № 1502-а была заложена на крыле Озинской брахиантиклинали и встретила гипсо-ангидритовую кровлю на глубине 376 метров. Она доведена до 652 м. Скв. № 1 заложена от нее, примерно, в 700 метрах, встретила гипсо-ангидритовую кровлю на глубине 243 м и имеет глубину 603,5 м. Наконец, скв. № 2 заложена в Ленинской брахиантиклинали, встретила гипсо-ангидритовую кровлю на глубине 145 метров и пробурена до 552 м.

Бурение на соль представляет ту трудность, что приходится считаться с возможностью потери керна, вследствие растворе-

* Другие авторы дают слегка отличную трактовку отдельных отложений (ср., напр., в статье Н. С. Курякова, Н. И. Буялова и И. Н. Лепешкова loc. cit.).

ния солей в применяемом при бурении глинистом растворе. Эти потери тем более чувствительны, что как раз наиболее ценные соли (например, карналлит) растворяются всего легче. Теоретически нетрудно, конечно, устранить всякое растворение солей при бурении. Для этого достаточно применить раствор, насыщенный относительно соответствующих солей. Так, в случае карналлита можно было бы взять раствор состава „Q“ Ван't Гоффа⁹.

Однако такое решение вопроса практически невозможно по причинам не только экономическим, но и техническим: оно противоречило бы требованиям, предъявляемым к глинистому раствору техникой бурения (вязкость и т. п.). На основании специального лабораторного исследования мы предложили следующий способ приготовления глинистого раствора, который и был применен при бурении скважин №№ 1 и 2 и вполне оправдал себя: на 2,7 части сырого карналлита (содержавшего 75% $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$), с расчетом на неполное растворение, прибавляется 1 часть горячей воды. После хорошего перемешивания измеряется удельный вес жидкости, который должен быть около 1,37 (или 37° Bé). Раствор отстаивается в запасной бочке, причем, вследствие осаждения нерастворимых частиц, удельный вес его уменьшается до 1,26 (30° Bé). Вязкость его, по Фунелю, около 21 секунды. К такому раствору добавляется глина по усмотрению бурового персонала скважины. Для этой цели было завезено на скважины два вагона соликамского карналлита.

Далее было обращено внимание на предохранение образцов солей от атмосферных воздействий, особенно влаги. Для этой цели керны солей заворачивались на месте в бумагу, заливались парафином и в таком виде доставлялись в Саратов. Отбор проб производился на месте совместно с петрографами. Мы старались, с одной стороны, охватить анализами всю толщу солей, а с другой стороны, не пропустить ни одной прослойки, представлявшей индивидуальные особенности. Из отобранных образцов керна только часть (меньше одной трети) могла быть истрачена на анализы, так как большая часть керна должна оставаться сохранной. Ввиду макроскопической неоднородности многих кернов мы обращали внимание на тщательное взятие средней пробы, применяя метод бороздки. Материал для анализа измельчался в ступке, однако мы избегали чрезмерно продолжительного растирания, опасаясь подвергать его длительному действию атмосферной влаги. Это обстоятельство надо иметь в виду при оценке анализов. Нельзя считать пробы вполне однородными и предъявлять преувеличенных требований к параллельным анализам. Пробы хранились в хорошо закрытых сосудах.

При всей кажущейся простоте анализ солей сопряжен с известными трудностями. На них указывал уже Ван't Гофф

Результаты химического анализа средних проб солей скваж. № 2 Н.-В. Г. У. в Озинках и их минералогический состав

№№ п.п.	Интервалы (глубина залегания в метрах)		Н ₂ O		Ионный состав в ‰						Минералогический состав в ‰**						Нерастворимый в воде остаток, высушен. при 110°	Гигроскопическая Н ₂ O	Сумма	Валовой % Вг'	
	от	до	Нерастворимый в воде остаток высушен. при 110°	Нерастворимый в воде остаток высушен. при 110°	Cl'	SO ₄ ''	Ca	Mg	K	Na (по пересчету)	Карналлит	Сильвин	Бишофит	Галит	Полигалит	Кизерит					Ангидрит
1	213,85	214,66	0,21	0,27	60,18	0,52	0,21	0,04	0,04	38,79	0,28	—	—	98,62	—	0,07	0,68	0,27	0,09	100,01	0,0024
2	224,32	225,76	0,36	1,80	57,37	2,26	0,83	0,12	следы	37,12	—	—	0,41	94,35	—	0,42	2,79	1,80	0,09	99,86	—
3	235,86	236,42	1,52	0,91	57,22	2,35	0,47	0,57	0,79	36,18	2,92	0,71	—	91,96	—	1,80	1,57	0,91	0,15	100,02	0,006
4	245,19	245,81	1,23	0,09	58,69	1,94	0,46	0,56	0,44	37,14	3,05	—	0,71	94,41	—	1,18	1,56	0,99	—	101,00	—
5	246,59	247,52	2,40	0,06	55,31	5,46	0,81	1,29	0,95	34,59	4,45	0,60	—	87,92	—	5,12	2,72	0,06	0,002	100,87	—
6	248,97	249,95	5,37	0,10	50,62	8,48	0,58	2,86	1,51	29,95	10,84	—	0,92	76,11	—	10,24	1,97	0,10	—	100,18	0,012
7	250,66	251,50	14,55	2,02	40,90	13,04	1,26	4,76	3,26	20,42	11,95	2,98	9,76	51,91	—	14,46	4,29	2,02	2,83	100,20	0,025
8	251,10	251,85	14,78	0,11	29,23	29,55	1,52	7,51	1,03	16,51	7,23	—	2,85	41,97	—	37,37	5,10	0,11	5,60	100,23***	—
9	254,37	256,46	20,37	1,34	46,98	3,20	1,30	4,54	1,80	20,83	1,87	2,93	36,45	52,96	—	0,07	4,42	1,34	0,28	100,32	0,033
10	256,46	258,50	34,71	3,08	39,07	3,27	1,36	7,92	0,92	9,84	2,80	0,96	64,14	25,02	—	—	4,63	3,08	—	100,63	0,055
11	278,17	278,96	1,52	0,24	58,89	0,90	0,28	0,38	0,82	37,12	3,58	0,60	—	94,35	—	0,37	0,92	0,24	0,08	100,14	0,005
12	281,67	282,21	0,38	0,07	59,44	1,44	0,61	0,08	0,06	38,24	0,28	—	0,41	97,21	—	—	2,04	0,07	0,05	100,06	0,005
13	294,66	295,38	1,52	3,67	48,58	10,84	3,80	0,48	0,24	31,27	0,55	0,30	—	79,51	—	2,42	12,93	3,67	0,98	100,36	0,005
14	312,65	313,55	6,03	9,41	42,29	11,03	3,91	1,63	1,76	24,37	9,25	0,50	2,39	61,96	—	2,77	12,93	9,41	0,80	100,01	0,012
15	315,37	316,82	8,04	2,01	42,67	15,90	0,94	4,41	1,80	24,84	10,70	0,56	—	63,14	—	19,72	3,13	2,01	1,31	100,57	0,015
16	316,82	319,17	6,31	1,78	48,24	9,84	0,55	3,04	1,72	28,61	10,14	0,48	—	72,72	—	12,25	1,84	1,78	0,76	99,97	0,016
17	336,43	337,40	1,67	0,27	53,17	7,65	2,35	0,67	0,94	33,63	1,81	1,26	—	85,47	—	2,91	7,96	0,27	0,60	100,28	0,006
18	351,44	352,81	1,22	4,23	51,91	6,18	2,61	0,40	0,95	32,34	4,58	0,65	—	82,19	—	—	8,78	4,23	—	100,43	—
19	358,43	359,22	1,09	0,19	59,93	0,41	0,22	0,20	0,47	38,18	2,22	0,29	—	97,04	—	—	0,61	0,19	0,22	100,57	—
20	364,49	366,47	40,97	3,50	34,70	4,54	1,94	9,23	0,63	4,64	1,87	0,69	75,80	11,81	—	—	6,47	3,50	—	100,14	0,100
21	367,40	369,78	33,04	0,68	40,09	5,14	0,49	8,19	0,68	11,98	0,93	1,02	59,30	30,46	—	5,74	1,63	0,68	0,43	100,19	0,059
22	370,38	371,21	10,84	0,61	52,02	3,45	1,10	2,50	0,71	28,98	5,00	—	15,55	73,66	—	1,18	3,74	0,61	0,49	100,24	0,024
23	371,90	374,65	6,17	0,84	53,04	4,89	0,95	1,92	1,46	31,19	10,28	—	2,85	79,27	—	3,81	3,36	0,84	0,17	100,58	0,018
24	374,65	375,71	10,39	8,55	25,80	30,32	3,66	6,89	1,27	13,27	8,55	—	6,10	33,73	—	30,93	12,46	8,55	—	100,10	—
25	378,86	379,56	2,89	1,17	53,77	6,03	1,06	1,51	0,63	33,34	2,78	—	3,05	84,77	—	4,84	3,40	1,17	—	100,01	—
26	387,46	388,20	1,86	1,25	56,61	2,94	1,26	0,56	0,90	35,05	5,00	0,15	0,71	89,20	0,90	—	2,34	1,25	—	99,55	—
27	394,05	394,64	4,43	0,85	50,50	9,46	1,46	2,26	1,09	30,68	7,78	—	0,61	77,99	—	8,58	4,97	0,85	—	100,78	0,010
28	399,88	400,63	6,88	0,43	44,62	15,20	1,59	4,14	1,58	25,60	9,83	—	3,82	65,17	1,26	15,70	4,72	0,43	—	100,93	0,012
29	402,37	403,28	11,48	6,98	31,47	22,90	5,36	4,75	2,84	14,54	18,78	—	5,20	36,94	1,26	13,78	17,52	6,98	—	100,46	—
30	413,59	414,47	2,80	0,19	54,83	5,33	0,57	1,44	0,80	34,29	4,86	0,19	—	87,16	—	5,74	1,91	0,19	0,16	100,21	—
31	415,65	416,55	2,89	0,11	54,23	6,05	0,77	1,53	0,77	33,86	5,28	0,07	—	86,05	—	6,09	2,59	0,11	0,05	100,24	—
32	419,16	420,49	2,62	0,52	56,51	3,08	0,83	0,99	0,86	34,68	5,56	—	2,03	88,27	—	1,38	2,72	0,52	—	100,48	0,009
33	428,52	429,45	3,33	1,62	53,25	5,97	1,21	1,44	0,73	33,11	2,78	—	3,05	84,18	—	4,15	4,08	1,62	0,09	99,95	—
34	431,20	432,06	1,70	0,79	55,89	4,32	1,14	0,71	0,41	35,30	2,78	—	0,51	89,74	—	2,28	3,81	0,79	0,05	99,96	—
35	442,74	443,47	3,74	0,13	53,56	6,22	0,29	1,80	0,74	33,55	4,52	0,19	—	85,27	—	7,99	1,00	0,13	0,94	100,04	—
36	448,81	451,23	3,46	2,92	49,40	9,76	1,70	1,62	0,48	31,41	2,08	—	—	79,86	—	8,16	5,79	2,92	1,58	100,72	—
37	470,90	471,67	0,40	0,57	55,11	6,13	2,10	0,26	0,53	35,46	—	0,90	—	90,14	0,45	1,38	6,92	0,57	0,19	100,55	—
38	500,80	501,38	2,39	2,09	51,33	8,11	1,68	1,08	0,50	32,93	0,42	0,78	—	83,71	—	5,88	5,65	2,09	1,46	99,99	0,006
39	532,19	533,23	0,28	2,29	56,56	2,96	1,14	0,09	0,30	36,45	0,35	0,43	—	92,65	—	0,32	3,87	2,29	0,10	100,01	—
40	538,19	539,13	5,68	0,25	48,77	11,32	0,51	3,48	1,35	29,09	8,80	0,25	1,19	73,89	—	14,60	1,70	0,25	—	100,68	0,013
41	540,71	541,26	2,42	1,13	56,48	3,02	0,83	0,49	0,38	35,83	2,78	—	—	91,20	—	1,38	2,72	1,13	1,07	100,28	—
42	543,02	545,19	3,79	2,09	48,47	11,17	1,28	2,78	0,46	29,76	3,33	—	3,86	75,41	—	11,49	4,36	2,09	—	100,54	—
43	547,00	549,52	1,64	0,46	58,10	1,99	0,61	0,53	0,48	36,65	2,18	—	1,02	93,42	—	0,69	2,04	0,46	—	100,41	—

* По анализам сотрудников хим. лаборатории Н.-В. Г. У.—В. И. Литвиной, Ф. П. Зоркина, В. Н. Ленской, Е. В. Петуховой, Л. В. Новожековой, А. М. Кузнецовой, С. М. Кисинной, В. В. Зеленковой, М. А. Домининой.

** В нашем случае, при одновременном присутствии карналлита, бишофита и сильвина, невозможно однозначное решение вопроса относительно количеств этих минералов, т. к. карналлит всегда может быть представлен эквивалентными количествами сильвина и бишофита, что и обуславливает некоторую произвольность в расчете.

*** Штуфной образец.

(loc. cit., стр. 271 и др.). При том размахе, который получило в СССР изучение солей, особенно важно соблюдение единообразия методики их исследования, ибо иначе результаты разных лабораторий окажутся несравнимыми. Работая в контакте с возглавляемым акад. Н. С. Курнаковым Институтом общей и неорганической химии Академии наук СССР (ИОНХ), мы согласовали нашу методику анализа с применяемой в ИОНХ'e методикой анализа рассолов, пользуясь любезно предоставленной нам ИОНХ'ом инструкцией. Не останавливаясь на подробностях, укажем, что анализ велся следующим образом.

Из средней пробы бралась навеска соли около 3 г, растворялась в горячей воде (в случае трудно растворимых солей применялось кипячение), раствор фильтровался через взвешенный, высушенный до постоянного веса, гладкий фильтр.

Промывание продолжалось до полного исчезновения реакции на Cl' (или SO'' , напр. при анализе кизерита).

Нерастворимые в воде вещества определялись путем высушивания полученного осадка в фильтре до постоянного веса при 110°C .

В общем объеме фильтрата определялись: хлор титрованием по Морю; серная кислота и магний обычным весовым путем; кальций осаждался в виде оксалата (причем в пробах, богатых Mg, применялось переосаждение); калий определялся комбинированным кобальто-нитритным—хлоро-платинатным методом; бром и влага определялись из отдельных навесок: бром—методом Ван дер-Мейлена, влага—по сбдовому методу.

Полученные результаты анализов перечисляли на минералы, руководствуясь данными кристалло-оптического исследования, производившегося кабинетом петрографии Н.-В.Г.У. в лице В.Я. Дорохова и М.Г. Кондратьевой. В огромном большинстве случаев пересчет удавался легко, однако в отдельных случаях при пересчете химических анализов на минералы оставался небольшой избыток безводного хлористого магния (до 0,5%). Это наблюдалось особенно в образцах солей, заключавших сравнительно много нерастворимых веществ. Можно думать, что при кипячении пробы солей, необходимом для извлечения медленно растворяющихся солей, напр. кизерита, происходил гидролиз хлористого магния, а образовавшаяся соляная кислота извлекала некоторое количество магния из нерастворимого осадка, т. е. из его карбонатов. Этот лишний магний ошибочно связывался нами с хлором поваренной соли за счет уменьшения количества последней. Заметить этого мы не могли, так как натрий как таковой нами определялся не во всех образцах. Любопытно, что такой же избыток хлористого магния мы обнаружили и в анализах калийно-магнезиальных солей разных месторождений (Стассфурта, Соликамска, Испании)¹⁰.

Результаты анализов и их пересчет на соли даются в двух таблицах, отдельно для скважин № 1 и № 2.

Рассмотрение этих таблиц позволяет сделать следующие выводы:

1. Керны скважины № 1 сложены из следующих шести минералов—галит NaCl , сильвин KCl , карналлит $\text{KClMgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, кизерит $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, полигалит $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ангидрит CaSO_4 и сверх того содержат гигроскопическую воду и нерастворимые в воде включения, нами ближе не исследованные.

2. В скважине № 2 мы находили, кроме указанных шести минералов, еще бишофит $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

3. По распределению минералов обе скважины чрезвычайно сильно разнятся друг от друга и потому нуждаются в отдельном рассмотрении.

4. В скважине № 1 на глубине 391—402 м главным породообразующим минералом является кизерит $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, содержание которого колеблется в пределах 70,39% до 99,30% (кизеритовая зона). В этой зоне совершенно отсутствует полигалит, очень мало карналлита и сильвина, а иногда их нет и вовсе. Наряду с кизеритом наблюдается только галит (0,23 до 28,14%) и нерастворимые примеси.

Мощность кизеритовой зоны, принимая во внимание угол падения, оказывается равной 4,5 метра.

5. Во всей остальной анализированной толще солей скважины № 1 преобладающим минералом оказывается галит. Количество его доходит иногда до 98,39% (глубина 336 до 337,5 м). Иногда оно падает до 15,20% (322—323,5 м), что зависит от большого содержания нерастворимых веществ (53%). Только в одном случае (386,5—390 м) галит (14,57%) уступает первое место кизериту (76,66%) при одновременном присутствии карналлита (4,75%).

6. За исключением кизеритовой зоны мы встречаем во всей толще солей скважины № 1 главным образом галит, все же эта толща распадается по преобладающим калийным минералам на три явно отличные зоны:

а) верхняя полигалитовая зона (292—312 м) не содержит вовсе карналлита, но содержит полигалит. Количество последнего очень различно—от неуловимых анализом включений до 15,98%;

б) карналлитовая зона (312—391 м) содержит в большинстве образцов карналлит, в количестве от долей процента до 31,96%. Полигалит в ней встречается только как исключение (два образца). Содержание кизерита колеблется от нуля до 24,98%, а на границе с кизеритовой зоной доходит даже до 76,66%.

9. Наконец, нижняя полигалитовая зона лишена (за одним исключением) карналлита, содержит полигалит, как и верхняя полигалитовая зона, в сильно колеблющихся количествах (от нуля до 14,38%) и очень богата галитом (не менее 66,58%, но обычно около 80—90% и более).

10. Совершенно иное распределение минералов находим мы в керне скважины № 2. Прежде всего, бросается в глаза обедненность его полигалитом. Этот минерал пока найден лишь в нескольких образцах, да и то в очень малых количествах (не более 1,26%). Невозможно выделить здесь отдельные зоны, как то было сделано для скважины № 1. Количество кизерита ни в одном образце не превышает 31,0%, а обычно много ниже. Отдельного кизеритового пласта в скважине № 2 не обнаружено. Очень мало и содержание карналлита (около 18% на глубине 402—403 метра и 22% на глубине 250—251 м, а обычно не более 10%). Однако скважина № 2 вскрыла два пласта бишофита $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, один на глубине с 254 до 266 м, а другой—с 364,0 до 369,78 м, с содержанием этого минерала в 30,09% до 75,0% и сверх того, во многих других образцах найден бишофит в количестве до 6%.

11. Для скважины № 1 нами изучено и распределение брома. Содержание брома относительно невелико и колеблется в пределах 0,003% до 0,063%. Процент брома выше для тех слоев солевой толщи, где встречаются участки, обогащенные хлоридами калия и магния. Это вполне закономерно, так как эти хлориды при кристаллизации из бромсодержащих растворов гораздо легче увлекают бром в виде изоморфной подмеси, нежели хлористый натрий.

Наибольшее содержание брома мы видим в интервалах карналлитовой зоны, что согласуется с наблюдениями над распределением брома в Соликамске.

12. Резким отличием от Соликамска является однако то, что нет ясной зависимости между содержанием брома и калия. Так, образцы №№ 1 и 38 содержат почти одинаковое количество калия (4,84% и 4,58%), но резко разнятся по бром (0,0036% и 0,063%). Это различие вполне объясняется тем, что в образце № 1 калий находится главным образом в виде сернокислого калия (в полигалите), а в образце № 38 целиком входит в карналлит. В Соликамске, как уже было указано, сульфатов нет, весь калий связан с хлором, а потому там и не наблюдается такого несоответствия между содержанием калия и брома.

Закономерного изменения содержания брома с глубиной нет.

13. Наиболее обогащена бромом карналлитовая зона, особенно два ее участка: 320,85 до 326,21 м, где содержание брома колеблется в пределах 0,018—0,023% и 390,50 до 391,30, где содержание брома достигает 0,063%. Однако указанный наивысший для скважины № 1 процент брома все же значительно ниже среднего карналлитовой зоны Соликамска.

14. В бишофитовых образцах скв. № 2 содержание брома достигает 0,1%.

15. При исследовании нескольких изолированных образцов карналлита иода обнаружить не удалось.

16. Методом Ф. П. Зоркина¹¹ наличие бора пока установлено только в богатых нерастворимым остатком образцах керна. Количество B_2O_3 в ряде проб колеблется от 0,13% до 0,27%*.

И с теоретической и с практической точек зрения чрезвычайно интересен вопрос о первичном и вторичном происхождении Озинских солей. Сообщенные выше данные позволяют высказать некоторые предположения по этому вопросу.

Морская вода содержит главным образом ионы K^+ , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Cl^- , SO_4^{--} . Известно очень большое число твердых солей, образованных этими ионами, которые, к тому же, способны кристаллизоваться с разным числом молекул воды. Таким образом при сгущении морской воды могут выпадать в зависимости от состава и температуры раствора десятки различных солей. Вопрос о порядке их выделения при сгущении растворов океанических солей настолько сложен, что и до сих пор мы не имеем полного его решения.

Принципиальная сторона вопроса выяснена однако классическими исследованиями Ван't Гоффа⁹, основанными на термодинамике и специально на правиле фаз.

Ван't Гофф показал, что каждой соли соответствует известное поле кристаллизации, т. е. известное множество составов растворов, насыщенных этой солью. С изменением температуры изменяются границы полей кристаллизации: мы приходим таким образом к объемам кристаллизации. Ван't Гофф с учениками подробно изучил поля кристаллизации различных солей системы вода— K^+ , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Cl^- , SO_4^{--} при 25°C и менее подробно при других температурах. Результаты своих исследований Ван't Гофф представил остроумными приемами в виде диаграмм. С геохимической точки зрения особенно ценны данные Ван't Гоффа о парагенезах солевых минералов.

Дальнейшее развитие исследования Ван't Гоффа получили в работах советских химиков с акад. Н. С. Курнаковым во главе. Помимо значительного расширения и исправления фактического материала, школой Курнакова было выдвинуто новое важное положение о том, что ход кристаллизации природных рассолов может заметно отличаться от хода кристаллизации ожидаемого на основании равновесных диаграмм Ван't Гоффа. Это объясняется легким образованием метастабильных фаз, кристаллизующихся быстрее стабильных. Позднее метастабильные равновесия могут перейти в стабильные, давая начало минералам, непосредственно из морского рассола не получающимся. Но и независимо от указанной причины в отложившейся солевой залежи происходят дальнейшие химические превращения, исчезают одни и появляются другие минералы. Эти процессы вызываются частично теми изменениями внешних условий (давления

* По анализу ст. химика-аналитика лаборатории Н.-В.Г.У. А. М. Самгинской.

и особенно температуры), которыми неизбежно сопровождается образование купольных структур. Частично они также обуславливаются воздействием на отложенные соли циркулирующей воды и даже проникающего к ним воздуха (напр., образование гетита из гематита)¹². При этом вода, растворившая и разложившая одни соли, при своем движении по солевой залежи приходит в соприкосновение с совершенно иными солями и таким образом создаются условия для образования таких минералов, которые непосредственным выпариванием морской воды не получились бы. Необходимо, наконец, обратить внимание еще на одно обстоятельство, чрезвычайно осложняющее истолкование конкретных условий происхождения отдельных минералов солевых залежей. Дело в том, что даже отвлекаясь от всех позднейших превращений, возможных в солевой залежи после ее окончательного сформирования (т. е. после ее покрытия достаточной толщей позднейших отложений), мы наталкиваемся на ряд больших трудностей при объяснении образования первоначальных отложений солей. Эти трудности заключаются в явном несоответствии мощности отложений отдельных солей их относительному содержанию в морской воде. Приходится допускать периодический или непрерывный приток свежей океанской воды, что ставит ряд новых сложнейших вопросов. Не останавливаясь на существующих интереснейших гипотезах (литературу о них можно найти в статье Фульда)¹³, отметим только, что существенную роль при образовании отложений солей играли, повидимому, приливы и отливы, которые однако должны были носить совершенно иной характер, нежели сейчас, так как в пермский период луна была ближе к земле, нежели в настоящее время, и иными были периоды обращения земли и луны.

Мы упомянули об этом только для того, чтобы показать, как сложна проблема образования океанических отложений солей, связанная, как оказывается, даже с проблемами космической физики и астрономии.

Возвращаясь к Озинскому месторождению солей, мы находим ряд фактов, говорящих, повидимому, за вторичное происхождение по крайней мере известной их части. Такими фактами мы считаем прежде всего ряд парагенезов, плохо укладывающихся в рамки физико-химических схем кристаллизации океанических солей. Так, например, кизерит, встречающийся в скважине № 1 в почти чистом виде, не мог образоваться первично в виде пласта в отсутствии калийных солей. Ни при каких температурах по схеме Ван't Гоффа невозможен парагенез для кизерита с сильвином, наблюдаемый в той же скважине № 1 (см. работу об образовании твердой соли, стр. 190). Противоречит данным Ван't Гоффа существование двух полигалитовых зон, так как к моменту садки карналлита кальцевые соли должны выделяться уже не в форме полигалита, а в форме ангидрита. (В. Г., стр. 221, 286). Невозможно первичное образование найденных в сква-

жине № 2 двух слоев бишофита ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$), залегающих между пластами галита, ибо эта соль кристаллизуется в эвтонической точке вместе с кизеритом и карналлитом. Поэтому приходится предположить, что пласт бишофита образовался вторично за счет разрушения карналлита. В таком случае где-то поблизости можно ожидать залежей сильвина, оставшегося от карналлита после извлечения из него хлористого магния. За вторичное происхождение озинских солей говорят и наблюдения петрографов (Дорохов) о формах вращающихся кристаллов полигалита в карналлит и кизерит и т. д., на чем мы, однако, здесь не будем останавливаться. Наконец, к тому же выводу о вторичном происхождении озинских солей приводят следующие расчеты, связанные с содержанием в них брома.

Нет надобности подчеркивать сугубо ориентировочный характер приводимых ниже подсчетов не только в силу большой сложности процессов образования и метаморфизации морских отложений солей, но и в силу недостаточных наших сведений о равновесиях в бромсодержащих растворах, равно как в силу незаконченности исследований о составе и распределении солей в Озинском куполе.

На основании данных таблицы № 1 мы вычислили среднее значение отношения $\frac{\% Br'}{\% Cl'}$ для тех образцов из карналлитовой зоны (№№ 5, 11, 12, 14), которые не содержат других хлоридов, кроме хлористого натрия (галита), причем принималась во внимание и мощность соответствующих слоев. Получилось число $1.85 \cdot 10^{-4}$.

В нашей прежней работе¹⁴ мы показали, что при очень малом содержании бромистого натрия в растворе хлористого натрия из него кристаллизуется соль, для которой отношение содержания брома к хлору в 50 раз меньше, нежели для маточного раствора. Таким образом, если в вышеуказанных пластах карналлитовой зоны, где весь бром находится в форме изоморфной подмеси в кристаллах хлористого натрия (галита), отношение содержания брома к содержанию хлора оказывается равным $1.85 \cdot 10^{-4}$, то в морской воде, из которой выделилась соль, то же отношение было равно $1.85 \cdot 10^{-4} \cdot 50 = 0,0092$. Принимая содержание хлора в насыщенном растворе поваренной соли равным приблизительно 16%, получим содержание брома в воде Пермского моря равным $16 \cdot 0,0092 = 0,14\%$.

Далее, по данным В. И. Николаева¹⁵, из раствора смеси хлористого и бромистого магния, заключающего 9,19% Br' и 21,34% Cl' , выпадают кристаллы, заключающие 4,44% $MgBr_2$ и 42,50% $MgCl_2$, т. е. содержащие 3,86% Br' и 31,7% Cl' . Таким образом, в случае магниевой соли отношение брома к хлору в растворе больше того же отношения в кристаллах в 3,7 раза. Поэтому кристаллы бишофита из скважины № 2, для которых

отношение содержания брома к хлору найдено нами равным $28,8 \cdot 10^{-4}$, должны были выделиться из рассола, для которого то же отношение было $28,8 \cdot 10^{-4} \cdot 3,7 = 106,6 \cdot 10^{-4}$. Если принять ориентировочно содержание хлора в этом рассоле равным 26% (как в насыщенном растворе $MgCl_2$ при 25°), то для брома получаем содержание в рассоле равным 0,28%.

Такое высокое содержание брома в момент начала кристаллизации бишофита мало правдоподобно, ибо к этому времени большая часть брома уже была отдана рассолом ранее осевшим солям, как на то справедливо указывал по другому поводу В. И. Николаев.¹⁶ Мы усматриваем поэтому в высоком содержании брома в бишофите скважины № 2 еще одно доказательство его вторичной природы.

Главнейшим вопросом с точки зрения промышленного использования озинских солей является вопрос о содержании в них калия. Как видно из таблиц №№ 1 и 2, содержание калия в скважине № 1 не превышает 4,84%, но в большинстве образцов оно гораздо ниже. В образцах скважины № 2 наивысшее содержание калия равно 3,26%. Ни скважина № 1, ни скважина № 2 не вскрыли пласта каинита, с полной несомненностью найденного в скважине № 1502-а „Востокнефти“. Правда, скважины № 1 и № 2 обнаружили: первая пласт кизерита—минерала, пластов которого не наблюдалось до сих пор нигде в мире; вторая—слой бишофита необычной мощности, также не имеющей в этом отношении себе равных. Обе эти соли могут при известных условиях иметь промышленное значение. Все же нельзя отрицать того, что с промышленной точки зрения скважины № 1 и № 2 не дали желательных результатов. Было бы, однако, ошибкой заблуждаться на этом основании Озинское месторождение калийно-магниевых солей, считать его лишенным промышленного значения. Изложенные выше данные убеждают нас в большой сложности тектоники Озинского солевого купола, а приведенные выше соображения говорят за, по крайней мере частично, вторичное происхождение составляющих его минералов. При таких условиях заранее трудно было ожидать сплошного пластового залегания калийных солей на всем протяжении купола. Многие калийные минералы отличаются значительно большей текучестью при повышенном давлении и температуре по сравнению с поваренной солью. В таком случае при формировании купола эти соли могли быть отжаты к его крыльям. Действительно, из приложенной схемы № 1 видно, что скважина № 1502-а, вскрывшая пласт каинита, заложена на крыле купола (встретила соль лишь на глубине 508 метров), наоборот, скважины № 1 и № 2, не встретившие богатых калием пород, заложены близко к замку купола, встретив соль уже на глубине 292 метров (скважина № 1) и 214 м (скважина № 2).

Мы полагаем, что именно такое положение этих скважин

могло быть причиной того, что они не прошли через пласт калийных солей. В последней работе петрографического кабинета Н.-В. геологического управления¹⁷ высказано мнение о желательности постановки дальнейших разведочных работ в крыльевых частях Озинской брахиантиклинали. Бесспорной представляется нам во всяком случае необходимость дальнейшей форсированной разведки Озинского солевого купола, путем заложения новых скважин, прежде всего в не слишком большом расстоянии от удачной скважины № 1502-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Landolt Börnsteln. Phys. Chem. Tabellen, 1, 21, 1923; Fulda, Kali, Heft 2, 1937.
2. Васильев, В. С. „За недра Волго-Прикаспия“, вып. II, стр. 132, 1937.
3. Буялов, Н. И. „Калий“ № 4, 1935; Бор и калий в Зап. Казахстане. Ак. наук СССР, 1935.
4. Акад. Курнаков, Н. С., Буялов, Н. И., Лепешков, И. Н. Соли калия и магния в Озинках, „Калий“ № 9, стр. 11, 1936.
5. „За недра Волго-Прикаспия“, вып. 2, 1937; статья Буялова, Н. И. и Лепешкова, И. Н. в журн. „Калий“ № 4, 1937.
6. Прокошев, И., Журн. „Калий“ № 4, 1937 г. и сообщения на конференции.
7. Фотиади, Э. Э. Гравитационная съемка в Озинском районе Саратовской области. Журн. „За недра Волго-Прикаспия“, вып. 4, стр. 251, 1937.
8. Дорохов, В. Я. Озинское месторождение калийно-магнезиальных солей Саратов. 1938. Рукопись отдела фондов Н.-В. геолог. управления.
9. Вант Гофф. Исследование условий образования океанических соляных отложений, в особенности Стассфуртских соляных залежей. ОНТИ, Химтеорет. стр. 203, 1936.
10. Левинсон-Лессинг. Петрография, Горно-геол.-нефт. из-ва, стр. 354, 1933; Морачевский, Ю. В. О химическом составе соликамских соляных отложений. Известия Инст. ф.-х. анализа, т. IV, вып. 2, стр. 127 и 128, 1930.
11. Зоркин, Ф. П. Чувствительная реакция на борную кислоту. Журн. прикладной химии, том IX, № 8, стр. 1505, 1936.
12. Дорохов, В. Я. Озинское месторождение калийно-магнезиальных солей. Саратов, 1938 (неопублик. мат. фондов Н.-В. геол. управления).
13. Erast Fulda. Die Endstehung der Zechsteinsalze nach der Großflut-n huro von Martin Wiofart, Kali, 1937, Heft 1 und folgende.
14. Шлезингер, Н. А. и Зоркин, Ф. П. Сборник „Проблемы озера Эльтон“ стр. 112, (1936 г., Сталинград).
15. Николаев, В. И. Известия Инст. физ.-хим. анализа том VII, 1935, стр. 143.
16. Николаев, В. И. loc. cit., стр. 178, 1935.
17. Дорохов В. Я. Минерало-петрографическая характеристика калийно-магнезиальных солей Озинского месторождения — рукопись 1938 года в отдел фондов Н.-В. Г. У.

ПОЧВЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ОРОШЕНИЯ

Н. И. Усов

I. Актуальность проблемы

1. Генезис и свойства почвенных комплексов Каспийской равнины до последнего времени оставались изученными слабо. Это положение естественно оказало влияние как на состояние наших теоретических представлений о генезисе и свойствах почв этой оригинальной области, так точно и на организационные сельскохозяйственные мероприятия в пределах огромной территории СССР.

2. Успешное выполнение постановлений СНК СССР и ЦК ВКП(б) от 22/V 1932 г. и от 26/X 1938 г., направленных на решительную борьбу с засухой, на борьбу за постоянные высокие урожаи при „любых условиях погоды в засушливых районах юго-востока СССР“, возможно эффективно осуществить только путем применения комплекса мероприятий на базе глубокого исследования свойств почв, а на территории Каспийской равнины для этого требуется непосредственное наше вмешательство, направленное на коренное изменение свойств почв.

3. Наряду с высокой агротехникой, основной мерой борьбы с засухой на территории Каспийской равнины является орошение. Поэтому описываемая территория, как и вся остальная северная часть Каспийской низменности, входит в зону широкой ирригации Заволжья (постановление СНК СССР и ЦК ВКП(б) от 22/V 1932 г.). Однако осуществление мероприятий по орошению здесь сильно задержалось лишь в силу слабой изученности генезиса почв и их мелиоративных свойств.

4. Сложные вопросы возникновения и развития почвенных комплексов Каспийской равнины и их хозяйственного освоения могут успешно разрешаться только на основе результатов детального изучения условий почвообразования и стационарных наблюдений за динамикой почвообразовательных процессов.

В силу этого, одновременно с детальным территориальным исследованием почв района, автор провел широкие стационарные исследования, которые позволили сделать ряд ответственных теоретических и практических выводов.

II. Физико-географическая характеристика района

5. Все климатические показатели района являются типичными для резко континентального климата:

- а) средняя годовая температура воздуха $-5,3^{\circ}\text{C}$;
- б) средняя годовая амплитуда колебания температуры $38,8^{\circ}$, максимальная до 80°C ;
- в) среднее годовое количество осадков—224 мм, а колебание по годам от 129 до 358 мм;
- г) испарение воды с поверхности в 3—4 раза превышает количество атмосферных осадков;
- д) переходы времен года резкие, особенно от зимы к лету;
- е) снеговой покров незначительный; в лучших условиях увлажнения находятся отрицательные элементы микрорельефа.

6. Атмосферные осадки в районе содержат небольшое количество растворимых солей. С ними поступает ежегодно около 566 кг солей на гектар почвы. Это количество недостаточно для объяснения тех степеней засоления, которые имеются в почво-грунтах Каспийской низменности.

7. Поступление пресных атмосферных осадков в почву обуславливает закономерный вынос из верхних горизонтов в нижние легко растворимых солей. Темп процесса опреснения и глубина опускания растворимых солей зависит от количества осадков. Почво-грунты отрицательных элементов микрорельефа всегда более опреснены, чем ровные участки степи.

8. Соотношение солей щелочных и щелочно-земельных металлов в атмосферных осадках непостоянное, при этом нередко преобладают щелочные земли.

9. Концентрация солей в атмосферных осадках зависит от количества выпадающих осадков: чем менее осадки, тем выше концентрация в них солей.

10. Мелкие осадки с высокой концентрацией солей сильно повышают осмотическое давление почвенного раствора в корнеобитаемом слое почвы и могут быть причиной угнетенного развития или даже гибели культурных растений.

III. Геоморфологическое строение района

11. Особенностью геоморфологии района является микрокомплексность. Гидрографическая сеть находится лишь в самой начальной стадии развития, что является следствием молодости и особого характера климата области.

12. Предлагается следующая классификация отрицательных элементов микрорельефа:

- а) Блюдца—микроразноглубины глубиной до 50 см и с площадью не более 100 кв. м; округлой формы с ясными крутыми берегами.
- в) Падины—микроразноглубины глубиной от 50 до 80 см и площадью до нескольких га, округлой или овальной формы с ясными крутыми берегами.
- б) Лиманы—более глубокие понижения независимо от величины площади, овальной или вытянутой формы с неясными берегами.

13. Генезис отрицательных элементов микрорельефа обязан преимущественно просадочным явлениям, которые имеют широкое место на территории Каспийской низменности. В результате разрыхления в отдельных точках почво-грунта био-

логическими агентами (землероями) создаются условия повышенного выщелачивания солей с понижением поверхности в этих точках.

Кроме лиманов просадочного происхождения, на территории Каспийской низменности встречаются лиманы эрозионного происхождения. Такие лиманы представляют самостоятельную форму микрорельефа и, очевидно, являются остаточными элементами отмерших поверхностных потоков.

IV. Гидрогеологические условия и орошение

14. В геологическом и гидрогеологическом отношении район изучали ряд исследователей. Для уточнения вопросов, связанных с почвообразованием, нами описано 198 колодцев и заложено около 50 новых буровых скважин. На глубине 0—50 м обычно залегают от 2 до 6 водоносных пластов с дебетом от 80 до 2000 ведер в сутки. Грунтовая вода сильно осолонена, при этом степень осолоненности закономерно возрастает с глубиной. Преобладает сульфатно-хлоридный тип засоления. В качестве питьевой воды может служить только верховодка в падинах и лиманах.

15. В условиях почв и грунтов северной части Каспийской равнины глубина критического уровня грунтовой воды, выше которой возможно капиллярное поднятие ее и солей к поверхности, лежит между 3,5 и 5 м от поверхности. За исключением педин и лиманов уровень грунтовой воды здесь лежит на глубине 10—12 м. Почвенный профиль оторвался от грунтовой воды и только на незначительных площадях при особых условиях имеет место сезонное поднятие уровня грунтовых вод и периодическое осолонение почв.

16. В механическом составе почво-грунтов преобладают частицы песчаной и крупной пыли и ил, количество аморфной кремнекислоты незначительное. Таким образом, основная масса почво-грунтов состоит из тонкого кристаллического кварца и ила, которые и обуславливают характер физико-химических и физических свойств почв и грунтов.

17. Песчаная и пылеватая фракции при разделении их бромформом выделяют от 97 до 99% частиц с удельным весом менее 2,90 и от 0,08 до 2,72% частиц с удельным весом более 2,90%.

18. В состав легкой фракции входят: кварц, полевые шпаты и отчасти мусковит, а в состав тяжелой фракции—магнетит, окислы марганца, амфиболы, гранаты, турмалины, рутил, силлиманит, андалузит, дистен, циркон, сфен, основные плагиоклазы и др. Кроме того, в почвенном профиле часто встречаются кремнистые панцыри радиолярий и марганцово-железистые стяжения. Последние являются продуктом почвообразовательного процесса.

V. Растительность почвенных комплексов

19. Растительность Каспийской равнины неоднородная. Каждой почвенной разности свойственно свое особое растительное сообщество. Всякое изменение химических и физических свойств почв вызывает быструю смену видового состава в растительных сообществах.

20. Растительные сообщества состоят сравнительно из небольшого количества основных видов растений. На солончаках размещается чернополынно-комфоросмовая ассоциация растений; на солончаковатых солонцах—чернополынно-кокпековая ассоциация; на солонцах—чернополынно-типчаковая ассоциация; на почвах первой стадии рассолонцевания (слабо одерненные типа светлых каштановых)—полынно-пырейная ассоциация; на почвах достаточно рассолонцеванных типа темнокаштановых и черноземно-луговых—типчаково-ковыльная и разнотравно-злаковая ассоциация; на осолоделых почвах и на солодах—белополынно-острецовая ассоциация.

21. Степные растения, особенно галофитовые, транспортируют из нижних горизонтов почво-грунтов в верхние значительное количество солей, преимущественно минеральных и органоминеральных щелочей и щелочных земель. Одни растения предпочитают хлориды, а другие—сульфаты.

22. Как общая сумма солей, так точно и химический состав их закономерно изменяются в связи с особенностями вида растений и их местообитанием. В катионном составе водной вытяжки из золь растений чаще преобладают натрий и калий, а потом кальций, среднее отношение $Na:Ca = 0,8$, но такие растения, как комфоросма, кохия и желтая люцерна, в катионном составе всегда содержат больше кальция, чем натрия. Последнюю группу растений автор усиленно рекомендует для посева в севообороте в целях биологической мелиорации солонцеватых почв и солонцов.

23. Процент кальция в золе растений закономерно возрастает от чернополынно-комфоросмовой ассоциации на солончаках—к разнотравно-злаковой ассоциации на темноцветных и черноземно-луговых почвах. В этом направлении возрастает и роль кальция в процессах почвообразования.

24. Считая основным источником образования солей в почвах и грунтах соленосные Каспийские осадки, надо признать, что биологический круговорот солей, как и импульверизация солей в почвы, до некоторой степени поддерживает солончаковатость почв, отрицательно влияет на темп опреснения полупустынной Каспийской низменности и принимает активное участие в почвообразовании.

VI. Основные черты почвообразования и почвы района

25. Возникновение и развитие почвообразовательного процесса обуславливается характером и направлением элементарных

химических, физико-химических, биологических и физических явлений, возникающих в коре выветривания. Качественное и количественное выражение каждого элементарного явления, в свою очередь, зависит от характера почвообразователей.

26. Сущность почвообразовательного процесса неразрывно связана с возникновением и развитием непрерывных процессов превращений одних соединений в другие в верхних горизонтах коры выветривания, исчезновением старых соединений и возникновением новых, горизонтальным и вертикальным перемещением их по горизонтам.

27. Как общий характер, так и отдельные характерные особенности почвообразования зависят от количественного соотношения почвообразователей и времени их действия. Неравномерное напряжение отдельных факторов почвообразования приводит к формированию разных почв, которые могут отличаться друг от друга или только немногими химическими, физико-химическими и биологическими признаками и, таким образом, не выходить за пределы генетического типа, или они могут отличаться значительно и в этом случае обуславливают формирование почв иного типа.

Частая смена на небольших территориях различного количества напряжения почвообразователей первого вида имеет широкое место в Каспийской низменности, что и обусловило развитие здесь комплекса генетически однородных почв.

28. Фактор времени на формировании почв Каспийской низменности сказался ясно. Северная часть низменности ранее других (центральной и южной) освободилась из под воды последнего Хвалынского моря, а потому она прошла относительно больший путь своего развития. Здесь первичный солончаковый почвообразовательный процесс сменился солонцовым и степным, и характер почвенных комплексов сильно упрощен за счет выпадения ряда компонентов, которые еще встречаются в центральной и южной части низменности.

29. Современный период жизни Каспийской низменности характеризуется прогрессивным наступлением степного типа почвообразования в южном направлении на солонцовый, а солонцового на солончаковый, что, в конечном счете, приводит к эволюции полупустыни из пустыни.

30. По мере образования условий повышенного увлажнения и опреснения равнинной степи закономерно возрастает роль кальция в почвообразовании. Поступление и накопление солей кальция в почвах идет как в результате выветривания осадочных пород, так и путем импульверизации и биологическим путем.

31. Автор предлагает следующую схему классификации почв солончаково-солонцового ряда.

А. СОЛОНЧАКИ

I. Группы по степени засоления:

1. Слабо солончаковатая почва — плот. ост	от 0,2 до 0,5%	} На глубине почвенного профиля
2. Солончаковатая	0,5 — 1,0%	
3. Сильно солончаковая	1,0 — 2,0%	
4. Солончак	> 2%	

II. По типу засоления:

По анионам:	1. Хлоридные	Cl > 70% от Cl + SO ₄
	2. Сульфатно-хлоридные	Cl от 50 до 70% от Cl + SO ₄
	3. Хлоридно-сульфатные	Cl от 30 до 50% от Cl + SO ₄
	4. Сульфатные	Cl > 30% от Cl + SO ₄
По катионам:	1. Натриевые	Ca + Mg < 25% от K + Na
	2. Кальциево-натриевые	Ca + Mg от 25 до 50% от K + Na при Ca : Mg > 1.
	3. Магниево-натриевые	Ca + Mg от 25 до 50% от K + Na при Ca : Mg < 1.
	4. Кальциевые	Ca + Mg > 50% от K + Na при Ca : Mg > 1.
	5. Магниево-кальциевые	Ca + Mg > 50% от K + Na при Ca : Mg < 1.

III. По исходному типу почвообразования:

1. Первичный 2. Вторичный

Б. СОЛОНЦЫ И СОЛОНЦЕВАТЫЕ ПОЧВЫ

1. Слабо солонцеватая—поглощен.	Na до 5% от емк. поглощения
2. Солонцеватая	от 5 до 10%
3. Сильно солонцеватая	от 10 до 20%
4. Весьма сильно солонцев.	более 20%

В. СОЛОДИ И ОСОЛОДЕЛЫЕ ПОЧВЫ

1. Слабо осолоделые—количество свободной аморфной кремнекислоты менее 2%.
 2. Осолоделые—количество свободной аморфной кремнекислоты от 2 до 3%.
 3. Сильно осолоделые и солоды—количество свободной аморфной кремнекислоты более 3%.

32. В пределах северной части Каспийской низменности выделены и описаны следующие почвы.

I. Солончаки. Первичный хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый солончак.

II. Солончаки—солонцы: 1. Глыбистый сульфатно-хлоридный кальциево-натриевый солончак-солонец. 2. Корково-столбчатый сульфатно-хлоридный кальциево-натриевый солончак-солонец. 3. Корково-столбчатый хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый солончак-солонец.

III. Солончаковатые и сильно солончаковатые солонцы: 1. Глубоко столбчатый сульфатно-хлоридный кальциево-натриевый сильно солончаковатый солонец. 2. Глубоко столбчатый хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый сильно

солончаковатый солонец. 3. Глубоко столбчатый хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый солончаковатый солонец.

IV. Ряд остепнения и одернения: 1. Темноцветная солонцеватая и сильно солонцеватая, слабо одерненная, типа светлокаштановых. 2. Темноцветная слабо солонцеватая и солонцеватая, одерненная, типа темнокаштановых. 3. Черноземно-луговая, слабо солонцеватая, одерненная. 4. Черноземно-луговая солонцеватая, одерненная, карбонатная.

V. Ряд осолодения. Солодь слабо солонцеватая. Солодь солонцеватая, карбонатная.

33. Почвы Каспийской равнины располагаются комплексно. Комплекс состоит из 3 компонентов: солончаки, солонцы и одерненные почвы каштанового типа блюдец. Соотношение компонентов почвенного комплекса часто меняется, но в подавляющем большинстве случаев преобладают солончаковатые солонцы.

34. Одерненные почвы типа темнокаштановых и черноземно-луговые палив, солоды и осолоделые почвы в лиманах территориально обособились от взродивших их комплексов. Они занимают относительно меньшую площадь, чем комплексы.

35. Общий фон полупустынной степи создает указанный 3-членный почвенный комплекс. Эту особенность автор предлагает считать явлением зональным, а самую почвенную зону назвать солонцовой почвенной зоной.

Солончаки и солонцы

36. Первичные сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые солончаки развиваются на первичных продуктах выветривания осоложденных каспийских осадках, а также на свежем материале, выброшенном землероями из грунтов. Они сильно засолены с поверхности (до 3% плот. ост.), сильно карбонатны, имеют высокую щелочность, преобладают то хлориды, то сульфаты щелочей. Морфологически почвенный профиль или не дифференцирован или слабо дифференцирован. В комплексе занимают до 5% площади.

37. Глыбистые сульфатно-хлоридные натриевые солончаки-солонцы: а) встречаются редко. Они развиваются исключительно на ровных участках и имеют связь с грунтовой водой. Почвенный профиль их дифференцирован, но сильно засолен (до 2,5% кон. солей). Горизонт максимального скопления солей и гипса чаще располагается в подсолонцовом горизонте. Сильно карбонатные с поверхности. Сильная карбонатность обязана частым изменениям парциального давления CO₂.

б) Общая щелочность высокая. Нормальные карбонаты или отсутствуют или встречаются в гор. В₂; они образуются по реакции Гильгарда. Отношение Ca : Na колеблется от 0,3 до 1, оно всегда уже в горизонте А. Емкость поглощения высокая — от 40 до 45 м.экв. в горизонте А.

в) Глыбистые солонцы находятся в начальной стадии осолонения, тем не менее процессы диспергирования и распада поглощающего комплекса протекают интенсивно. Данная стадия солонцового процесса характеризуется накоплением в элювиальном горизонте Al, Ca, Mg, K и P_2O_5 и передвижением в иллювиальный горизонт Fe и Na. Частично передвигаются и первые элементы, но значительно слабее последних.

г) Одновременно с солонцовым процессом возникает и процесс осолодения.

38. Корково-столбчатые хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые солонцы-солончаки и глубоко столбчатые хлоридно-сульфатные натриевые солончаковые солонцы: а) развиваются на равнинных площадях. Морфологическими, химическими и физико-химическими свойствами ясно отличаются друг от друга и от глыбистых солончаков-солонцов. Корково-столбчатые солонцы-солончаки имеют еще периодическую (сезонную) связь с грунтовой водой, а глубоко-столбчатые оторвались от грунтовой воды, в силу чего первые значительно более осолонены, чем вторые.

б) Незначительная мощность горизонта А, меньшее опреснение, высокая солонцеватость элювиального и иллювиального горизонтов, меньшая степень осолоненности гор. А корково-столбчатых солонцов, сравнительно с глубоко столбчатыми, указывают на то, что по времени своего развития первые моложе вторых и, как видно, представляют вторую стадию развития после глыбистых солонцов-солончаков. Они еще ясно сохранили солевой профиль солончаков, тогда как у глубоко столбчатых солончаковые признаки сильно сглажены и рассматриваются, как реликтовые.

в) Размер площадей, занятых корково-столбчатыми солончаками-солонцами, возрастает в южном направлении.

г) Хлоридный тип засоления дает более сильное развитие солонцового процесса, чем сульфатное засоление, что связано с особой ролью кальция гипса в почвенном профиле.

д) При рассолении солончаков соли выносятся в следующей последовательности: хлориды щелочей, сульфаты щелочей, гипс, карбонаты щелочей и щелочных земель.

е) Образование соды свидетельствует о деградации солонцов. Образующаяся сода при своем движении реагирует с гипсом, в силу чего в солонцах сода открывается лишь тогда, когда гипс залегает ниже почвенного профиля или когда гипс прореагировал с содой. В последнем случае на месте гипсовых горизонтов формируются горизонты, обогащенные углекислым кальцием.

ж) Высокая солонцеватость корково-столбчатых солонцов объясняется наличием периодических смен засоления и рассоления. Это явление, с одной стороны, усиливает вынос из верхних горизонтов профиля кальция и магния, а с другой—способствует накоплению обменного натрия.

з) В корковых и глубоко-столбчатых солонцах процесс диспергирования и пептизации почвенной массы и явления передвижения продуктов распада выражены более резко, нежели в глыбистых солонцах, а в глубоко-столбчатых солонцах более ясно, нежели в корково-столбчатых. Это явление связано со степенью опреснения солонцов. Вместе с рассолением возрастают и солонцовые свойства.

и) Особенности солонцового процесса являются глубокие изменения в химизме минеральной и органической частей почвы. Наряду с диспергированием и пептизированием грубодисперсной и коллоидно-дисперсной фракций в элювиальном горизонте происходит сильное передвижение элементов распада из гор. А и синтез новых минералов в нижних горизонтах. При этом анализированные нами окислы по затухающей степени подвижности можно разбить на 4 группы:

1. Na_2O и CaO
2. Fe_2O_3 и Al_2O_3
3. MgO и SiO_2
4. K_2O и P_2O_5

к) Вместе с усилением солонцового процесса возрастает и процесс осолодения. Количество аморфной кремнекислоты, извлекаемое едкой щелочью, достигает в них 3,5%.

л) Наибольшему разрушению в солонцовом процессе подвергаются электроотрицательные гели коллоидного комплекса (по А. Ф. Тюлину), или первая группа гелей, вторая же группа гелей (изоэлектрические) при этом резких изменений не претерпевает.

м) Молекулярное отношение $SiO_2:R_2O_3$ у гелей первой группы несколько уже, чем у второй.

н) Углерод сосредоточен преимущественно в гелях второй группы, а азот и фосфор—в гелях первой группы. Обращает на себя внимание незначительное наличие углерода в гелях второй и первой групп солонцов, что приближает их к свойствам гелей подзолов.

39. В естественном состоянии все три разности солонцов могут быть использованы и используются только как выгон, при этом они дают небольшую кормовую массу. Производительность их может быть сильно увеличена при орошении с гипсованием. В составе почвенных комплексов они занимают до 50% площади.

Одерненные темноцветные почвы и солоди

40. Стадия солонца неустойчивая. Деградация солонцов начинается уже с самой ранней ступени их развития. Возникновение процессов и свойств, противоположных солонцовым, влечет переход солонцов в новые почвенные разности с новыми физико-химическими, физическими и производственными свойствами.

41. Периодическое засоление и рассоление ведет к выносу из почвенного профиля солонцов кальция и магния и усилению солонцеватости и осолодения.

42. Дальнейшая эволюция солонцов, оторвавшихся от грунтовых вод, возможна двух видов—с участием кальция и без участия или при недостаточном участии кальция. В условиях Каспийской равнины господствующей является первая форма, при этом источниками кальция являются карбонат и сульфат-кальция почво-грунтов, а также кальций биологического и импульверизационного происхождения.

43. Эта форма эволюции солонцов приводит к накоплению в почвенном растворе и почвенном поглощающем комплексе кальция и уменьшению обменного натрия, т. е. к рассолонцеванию солонцов и формированию солонцеватых почв.

44. При этом, в зависимости от степени развития и накопления новых свойств, процесс диспергирования и пептизации уменьшается или прекращается, продукты распада коллоидного комплекса закрепляются в местах их выноса. Вместе с этим происходит накопление в верхних горизонтах гумуса, калия, магния и фосфора, восстанавливается коллоидный комплекс, особенно его органическая часть, улучшаются водно-физические и с.-х. производственные свойства почв. Указанные новые свойства будут нарастать вместе с их возрастом. Так формируются одеревенные темноцветные и черноземно-луговые почвы понижений.

45. Темп естественного хода смены солонцового процесса степным усиливается в том случае, когда по тем или другим причинам солонцы получают повышенное увлажнение, но не свыше 400—500 мм общего годового количества орошения.

46. Эволюция солонцов в условиях усиленного увлажнения, когда процесс выноса карбоната кальция и гипса превышает темпы их поступления, влечет формирование осолоделых почв и солодей. Это явление имеет место в лиманах Каспийской низменности.

47. Процесс осолодения характеризуется более энергичным разрушением коллоидного комплекса, нежели в солонцах, и продукты разрушения выносятся на большую глубину, при этом более сильно разрушается органическая часть, чем минеральная.

48. Наряду с солодами, сильно обедненными солями кальция, встречаются карбонатные солоды. Явление накопления карбоната кальция в солодах в современный период их развития является вторичным процессом, который в конечном счете приведет к смене процесса осолодения степным с развитием темноцветных почв.

49. Возможность при некоторых условиях развития степного процесса почвообразования непосредственно из солончакового и образования остепненных почв из солончаков, минуя стадию

солонцов, решается положительно, но это явление в условиях Каспийской низменности имеет, повидимому, весьма ограниченное место.

Каштановые почвы южных отрогов сыртов, почвенные комплексы долин рек Заволжья и реки Волги

50. В период Хвалынского моря зеркало воды бассейна поднималось так высоко, что море покрывало не только современную Каспийскую впадину, но и все долины заволжских рек, а также долины притоков реки Волги в пределах нижнего и среднего Поволжья.

51. В период Хвалынского моря на территории всех водоразделов рек уровень воды стоял выше современного и грунтовая вода питала и осолоняла грунты и почвы тех территорий, которые сейчас совершенно оторвались от грунтовых вод. К таким территориям мы относим все долины, шлейфы и террасы долин рек Заволжья и р. Волги в пределах нижнего и среднего Поволжья, а также низкие водоразделы сыртового Заволжья.

52. Генезис почвенных комплексов и почв указанных территорий совершенно одинаковый с генезисом почвенных комплексов Каспийской низменности. Таким образом, все современные почвенные образования долин, шлейфов и террас рек Заволжья и невысоких водоразделов (примерно, до 60—65 м над уровнем моря) в своем развитии прошли как солончаковую, так и солонцовую стадии. В своем развитии ушли далее почвы водоразделов и высоких террас (фактор времени), где в современный период господствующим является уже степной процесс почвообразования.

53. Лугово-степной процесс почвообразования является мощным фактором, способным значительно сгладить последствия солонцового процесса. Нивелировка солонцовых признаков, наряду с общим накоплением гумуса, сказывается, прежде всего, на воссоздании органической части коллоидного комплекса, а затем уже минеральной части. При этом проявляют ясную тенденцию к накоплению в верхнем горизонте кальция, магний, калий и фосфор, главным образом биологического и импульверизационного происхождения.

54. При смене одного почвообразовательного процесса другим темпы возникновения и развития новых морфологических признаков сильно отстают от развития физико-химических процессов, свойственных наступившему новому типу почвообразования.

Формирование новых морфологических признаков начинается только тогда, когда в результате новых процессов накопится такое количество новых продуктов, что возникает противоречие между ними и старыми морфологическими формами. Эта смена одних морфологических признаков другими совершается, однако, не путем скачкообразных изменений, а весьма медленно, путем постепенного их формирования и накопления. Вот поэто-

му, в частности, невозможно судить о степени солонцеватости, осолодения, оподзоливания и т. д. почв по морфологическим признакам.

VII. Мероприятия, обеспечивающие устойчивые и высокие урожаи в „сухом“ земледелии

55. До сих пор земледелие в области находится на весьма низком организационном и агротехническом уровне, в силу чего сельское хозяйство целиком подчинено капризам природы.

56. В целях выполнения постановления СНК СССР и ЦК ВКП(б) от 26/X-1938 г. „О мерах обеспечения устойчивого урожая в засушливых районах юго-востока СССР“, автор, исходя из свойств почв области, рекомендует проведение следующих мероприятий в полеводстве:

а) Вместо залежной системы и трехполья ввести 9—10-польные севообороты с посевом многолетних трав не менее 3 полей.

б) Расположить поля севооборота на темноцветных одернанных и черноземно-луговых почвах микропонижений.

в) Все поля должны быть равновелики по площадям, для чего включить в каждое поле севооборота по несколько падинных участков в зависимости от размеров последних.

г) Одновременно с введением многопольных севооборотов произвести обсадку полевых полос лесными полосами все падины, входящие в поля севооборота, а также и лиманы с осолоделой почвой.

д) Применить самую высокую агротехнику, ввести черные пары, лущение стерни и широко использовать все виды местных удобрений (навоз, зола, торф и т. д.).

57. Эти мероприятия, однако, не исключают, а лишь дополняют основную меру борьбы со стихией за высокие и постоянные урожаи, каковой является орошение.

58. Перспективы орошения Каспийской равнины зависят исключительно от режима солей почво-грунтов при орошении.

59. Отсутствие фактического материала по детальному исследованию генезиса почв и их мелиоративных свойств сильно тормозило реализацию правительственных мероприятий по орошению на территории Каспийской низменности и породило многочисленные необоснованные споры среди специалистов—почвоведов, геологов, агрономов и производственных учреждений.

60. Проведенные нами исследования снимают ряд недоуменных вопросов, связанных с орошением почв Каспийской низменности, и дают достаточный фактический материал для обоснования орошения.

61. Установлено, что основными причинами, которые вызывают подъем грунтовых вод и вторичное засоление почв при

орошении, являются высокая фильтрация воды в каналах и чрезмерно высокие поливные нормы, поэтому основной мерой борьбы с явлением вторичного засоления будет борьба с фильтрацией воды в каналах.

62. Под влиянием орошения поливными нормами в 2500—3000 м³ воды происходит не засоление, а сильное опреснение почв, при этом относительно накапливается кальций и уменьшается натрия в почвенном растворе, что, в конечном счете, ведет к рассолонцеванию солонцеватых почв и солонцов. Это—главное, что требовалось доказать. Указанные поливные нормы нужно считать максимальными.

63. Степень осолонения воды местного стока позволяет применять ее для орошения.

64. Вода р. Волги содержит большое количество бикарбоната кальция и ила и ничтожное количество солей щелочных металлов, в силу чего является весьма ценной для орошения, особенно солонцеватых почв и солонцов. В этом случае добавочные химические мелиорации могут оказаться излишними.

65. Процесс коренного улучшения солонцовых почв быстрее достигается в том случае, когда оросительная мелиорация сочетается с химической. Из испытанных нами в этих целях средств (навоз, сера, углекислый кальций и гипс) наибольший эффект дал гипс.

66. На эффективность внесения химикатов в солонцовые почвы большое влияние оказывает способ подготовки почвы и промывки. Наибольший эффект от химикатов на солонцах получается в том случае, когда одновременно с внесением химиката перемешивается почвенная масса горизонтов А и В₁.

67. В целях накопления гумуса, улучшения структуры и накопления кальция в верхних горизонтах почв необходимо как на химизированных, так и на нехимизированных солонцовых орошаемых почвах, иметь правильный многопольный севооборот с посевом смеси многолетних трав (житняка, люцерны, кохии и комפורосмы).

ПЕРЕДВИЖЕНИЕ КАПИЛЛЯРНО-ПОДВЕШЕННОЙ ВОДЫ В ПОЧВЕ

А. П. Малянов

I. Постановка вопроса

В учении о физических свойствах почв и грунтов различаются две формы капиллярной воды в почво-грунте:

1. Вода капиллярно-подпертая, соединяющаяся с грунтовой водой (или верховодкой), а сверху имеющая границу раздела фаз вода—воздух.

2. Вода капиллярно-подвешенная, оторванная от грунтовой воды (или верховодки), имеющая границу раздела фаз вода—воздух сверху и внизу.

Вторая форма капиллярной воды имеет наибольшее распространение в почво-грунтах. Динамика ее представляет огромный теоретический и практический интерес, так как водный режим большинства почв земного шара складывается под влиянием количественных изменений именно этой формы воды. Однако кинетика ее до сих пор изучена крайне слабо, особенно в связи с испарением.

Если нет сомнений в том, что капиллярно-подпертая вода в почве передвигается к местам ее испарения, то такое единомыслие отсутствует в вопросе о передвижении воды капиллярно-подвешенной. На этот счет существуют две точки зрения:

1. Согласно одной из них, капиллярно-подвешенная вода в почве не может передвигаться. Эту точку зрения разделял и настойчиво защищал покойный профессор А. Ф. Лебедев¹. Он исходил в своих рассуждениях из теории изолированных капиллярных трубок. В таких трубках вода в процессе испарения ограничивается сверху и снизу вогнутыми менисками. Противоположно направленные силы менисков $p = \alpha \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ исключают возможность передвижения воды в капиллярах. Столбики воды в почвенных капиллярах будут постепенно уменьшаться, оставаясь неподвижными. Вода испаряется слой за слоем, пока вся не превратится в пар. Причем испарение может происходить сверху, снизу или одновременно с обоих концов трубок. Однако во всех случаях эффект один и тот же: капиллярно-подвешенная вода, испаряясь, остается неподвижной.

Всем хорошо известный факт благоприятного действия поверхностного рыхления почвы на сохранение влаги в ней А. Ф. Лебедев объясняет тем, что при рыхлении увеличивается в почве количество воздуха—плохого проводника тепла, что

обуславливает снижение температуры поверхностного слоя почвы и, как неизбежное следствие, снижение испарения.

2. Согласно другой точке зрения, капиллярно-подвешенная вода в почве передвигается к местам испарения. Этот взгляд поддерживают В. Р. Вильямс^{2,3} Н. А. Качинский^{4,5} и ряд других исследователей^{6,7,8,9} в том числе и автор настоящей статьи. Н. А. Качинский сделал попытку представить механику этого передвижения с позиций капиллярной теории. Он считает, что почва имеет разветвленную систему взаимно-связанных капилляров разной толщины. Широкие капилляры служат резервуарами для узких. Вода, испаряясь в узких капиллярах, подается из широких к местам испарения.

Положительное влияние поверхностного рыхления на сбережение воды в почве объясняется тем, что при рыхлении нарушается капиллярная система; в верхнем слое увеличиваются размеры капилляров, в связи с чем затрудняется подача воды к поверхности; испарение уменьшается.

П. Фагелер¹⁰ считает допустимым интенсивное передвижение воды к местам ее потребления под влиянием осмотических сил и даже в том случае, когда это передвижение кажется невозможным.

До сих пор затронутый здесь вопрос остается спорным. Представители первой точки зрения основываются на известных законах общей физики, положения которой для изолированных капилляров являются бесспорными. Однако, переносить эти положения без всяких ограничений на почву, как полидисперсную систему, неправильно. Излишний схематизм приводит к неверным выводам, неправильно ориентирующим производственную практику в части обработки почвы. С. Ф. Сергеев¹¹, например, приходит даже к такому выводу, что „рыхление почвы, чистой от сорняков, в условиях засушливых районов не имеет большого значения в отношении накопления и сохранения влаги в ней“.

Представители второй точки зрения располагают большим фактическим материалом, но только косвенно свидетельствующим о возможности передвижения капиллярно-подвешенной воды (образование солевых корочек, миграция солей в почвенном профиле и т. п.). Имеющиеся в литературе некоторые данные^{12,13} и др. о подвижности капиллярной воды без подтока ее извне недостаточны для вполне определенных выводов по затронутому вопросу.

Важность разрешения этого вопроса в теоретическом отношении и значимости для практики, особенно в условиях юго-востока СССР, побудили нас поставить ряд специальных опытов, которые, по нашему мнению, должны были прямо доказать или отвергнуть возможность передвижения капиллярно-подвешенной воды в почве.

II. Методика

В каждом опыте изготовлялись две почвенные колонны одинакового строения, одинаковой высоты и площади поперечного сечения. Колонны увлажнялись до капиллярной влагоемкости, соответствующей воде капиллярно-подвешенной. В одной из них капилляры разрывались в нескольких местах прослойками воздуха в 2 мм, чем полностью исключалась возможность передвижения капельно-жидкой воды из одного участка колонны в другой. В то же время водяной пар, как и в цельной колонне, мог свободно переноситься в порах к поверхности из любых мест колонны. После этого колонны взвешивались и выставлялись в лаборатории или на открытом воздухе для испарения из них воды. Взвешивания производились регулярно, сначала через сутки, потом реже. Учитывалось количество испарившейся воды. Температура и влажность воздуха переменные, но одинаковые для сравниваемых колонн.

Смысл этих опытов состоял в следующем. Если вода в колоннах испаряется от слоя к слою, будучи неподвижной, то расход ее в обеих колоннах будет одинаков. Если же она в процессе испарения подтягивается по капиллярам к поверхности почвы в зону интенсивных потерь, то разрыв капилляров пресечет этот поток. В колонне с разрывом капилляров расход на испарение должен сильно уменьшиться против расхода в колонне без разрыва капилляров.

III. Объекты исследования

Материалом для исследования послужили: кварцевый песок разной крупности, мощный глинистый чернозем, обыкновенный тяжело-суглинистый чернозем, светлокаштановая суглинистая почва и тяжело-суглинистый столбчатый солонец.

В песке поры по крупности и форме более однородны, чем в глинистой и суглинистой почве, особенно, если она хорошо структурна. Поэтому в песке можно было ожидать меньшего эффекта в пользу второй точки зрения на передвижение капиллярно-подвешенной воды. Эта мысль, между прочим, и руководила автором при включении песка в план исследования.

IV. Результаты исследования

Опыт 1. Песок. Величина зерна 1—2 мм. Насыщен водой до капиллярной влагоемкости, соответствующей воде капиллярно-подвешенной. Высота колонн 8,5 см. Разрыв капилляров на 3 и 6 см от поверхности. Опыт длился 54 суток. Результаты представлены в табл. 1 и на рис. 1 и 2.

В первые двое суток потери воды в песчаных колоннах близки между собою. По интенсивности испарения колонна с разрывом капилляров заняла даже первое место. В дальнейшем суммарные потери воды, считая от начала опыта, и посуточная

Таблица 1*

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	46,8	1,95	58,6	2,44	0,79	0,80
2	107,3	2,52	125,1	2,77	0,85	0,91
3	169,2	2,58	156,1	1,29	1,08	2,00
4	235,4	2,76	161,1	0,21	1,46	13,15
5	304,8	2,89	171,5	0,43	1,77	6,73
6	367,9	2,63	178,5	0,29	2,06	9,07
7	406,6	1,61	183,3	0,20	2,21	8,05
8	422,9	0,68	187,6	0,18	2,25	3,78
9	428,7	0,24	190,5	0,12	2,25	2,00
10	432,8	0,17	192,4	0,08	2,24	2,12
11	435,4	0,11	195,1	0,11	2,23	1,00
54	487,0	0,05	298,3	0,10	1,63	0,50



Рис. 1. Интенсивность испарения воды песком. Крупность зерна 1—2 мм.
1. Песчаная колонна без разрыва капилляров.
2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.



Рис. 2. Суммарное испарение воды песком. Величина зерна 1—2 мм.
1. Песчаная колонна без разрыва капилляров.
2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.

* В граф. b и d данной таблицы и помещаемых ниже указана интенсивность испарения в г/час между двумя соседними наблюдениями, сроки которых указаны в графе первой.

интенсивность испарения воды в колоннах стали резко дифференцироваться.

Начиная с 3-х суток и кончая 10-ми первая песчаная колонна испаряла воды больше, чем вторая. Отношение величин интенсивности испарения воды в колоннах не падало ниже 2, а в отдельные моменты поднималось до 13 и выше. На 11-е сутки, величины интенсивности испарения в обеих колоннах вновь сравнялись. К этому времени первая колонна суммарно потеряла воды в 2,23 раза больше, чем вторая.

В расчлененной колонне в верхнем слое песка (до первого разрыва) запас капиллярной воды был израсходован в трое суток. После этого здесь началось испарение стыковой (вода углов пор по Цункеру¹⁴) и пленочной воды. Капиллярная вода в остальной части колонны (ниже первого разрыва), отрезанная воздушной прослойкой, оставалась неподвижной. Расход ее в виде пара через слой, увлажненный выше максимальной гигроскопичности, как показали специально поставленные нами опыты, был ничтожно малым, в то время как в первой колонне она свободно подавалась по капиллярам к поверхности в капельно-жидком состоянии. К 7-м суткам была израсходована во II колонне до первой воздушной прослойки (3 см) и пленочная вода. Началось медленное испарение капиллярной воды из средней части колонны, медленное потому, что пары воды теперь диффузно отводились в атмосферу через слой песка в 3 см. К этому времени (к 8-м суткам) свободно передвигающаяся капиллярная вода уже целиком была удалена из первой колонны. За 7 суток в колонне без разрыва капилляров испарилось в 2,21 раз больше, чем из колонны с разорванными капиллярами. Этот эффект и надо отнести за счет быстрого передвижения капиллярно-подвешенной воды к месту интенсивного испарения (к поверхности) в первой колонне. В 8—10-е сутки расход воды в I колонне был еще несколько выше, чем во II колонне, что является следствием более высокого залегания там границы испарения пленочной воды.

В промежутки времени от 11 до 54 суток потери воды в обеих колоннах были незначительны (в 24—39 раз ниже, чем в начале опыта), причем в это время колонна II испаряла воду в 2 раза интенсивнее колонны I.

В конце опыта в песке остались такие запасы воды:

Слой от поверхности колонн	Влажность песка в %	
	I колонна	II колонна
0 — 3 см	0,02	0,03
3 — 6 см	0,02	0,04
6 — 8,5 см	0,02	19,57

К 54 суткам колонна I исчерпала полностью свой запас воды, способной испаряться. Во колонне II под вторым разрывом капилляров воды оказалось еще 19,57%.

Таким образом, даже самый крупный песок дал определенный и положительный ответ в пользу того взгляда, что капиллярно-подвешенная вода в процессе испарения передвигается.

Несколько замечаний о характере испарения воды песчаными колоннами. Интенсивное испарение наблюдается до тех пор, пока к поверхности песка подается капиллярная вода. Как только последняя исчерпана, испарение резко понижается. Такой момент наступил в колонне I на 8-е сутки, во II—на 4-е сутки. С этого времени начинается испарение стыковой и пленочной воды. Так как передвижение пленочной воды весьма медленное, а стыковой затруднено (с момента, когда дискретные кольца соединяются через пленочную воду) она не успевает подаваться к месту испарения в достаточном количестве и испаряется, можно сказать, на месте нахождения. В песке резко обозначается граница между сухой и смоченной зонами. Эта граница постепенно понижается. Столб просушенного песка над нею увеличивается. Водяной пар теперь диффузно движется к поверхности. Длина пути пробега водяных молекул возрастает. Отток паров замедляется, замедляется испарение. Интенсивность испарения в обеих колоннах становится одинаковой к моменту, когда просушенные слои песка в той и другой делаются по мощности равными. В данном опыте последнее наступает на 11-е сутки после его начала. В дальнейшем, благодаря более быстрому опусканию границы испарения в первой колонне, интенсивность потерь воды здесь становится ниже, чем во второй колонне.

Опыт 2. Песок. Величина зерна 0,5—1 мм. Насыщен водой до капиллярной влагоемкости, соответствующей воде, капиллярно-подвешенной. Высота колонн 19 см. Разрыв капилляров на 3, 8, 13 и 16 см. Опыт длился 301 сутки. Результаты даны в табл. 2.

В первые 3 дня потери воды в колоннах близки друг другу. Колонна с разорванными капиллярами испаряла воды даже несколько больше. В следующие два дня испарение во второй колонне сильно снизилось как абсолютно, так и относительно первой. В конце 5-х суток свободно передвигающейся капиллярной воды во второй колонне уже не было. Началось испарение стыковой и пленочной воды. Интенсивность его упала здесь в 10 и более раз против первой колонны. На 40-е сутки пленочная вода испарилась в расчлененной колонне до первого разрыва (3 см). С этого момента в первой колонне начала отделяться от поверхности просушенная зона песка с резкой границей раздела. К 51-м суткам граница раздела опустилась до 3 см. Капиллярная вода удалена здесь к 208-м суткам от начала опыта. С начала образования у поверхности просушенного слоя испарение сильно снизилось.

Суммарные потери воды песком в первой колонне уже на 15-е сутки превышают более чем в 2 раза потери второй колон-

Таблица 2

Испарение воды песком 0,5—1 мм

Время от начала опыта (сутки)	Испарилось воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	117,1	4,88	133,2	5,55	0,87	0,88
3	311,0	4,04	332,4	4,15	0,93	0,97
5	464,2	3,19	412,6	1,67	1,12	1,91
7	602,0	2,87	432,8	0,42	1,39	6,83
9	736,9	2,81	447,7	0,31	1,64	9,06
11	849,7	2,35	458,7	0,23	1,85	10,21
15	1033,1	1,91	478,9	0,21	2,15	9,10
20	1287,7	1,63	496,9	0,15	2,47	10,87
28	1449,5	1,15	525,7	0,15	2,75	7,66
40	1878,6	1,49	609,2	0,29	3,08	5,14
46	2034,1	1,08	687,0	0,54	2,96	2,00
51	2110,9	0,64	713,4	0,22	2,95	2,91
58	2158,0	0,28	743,6	0,18	2,91	1,56
64	2207,0	0,34	789,7	0,32	2,79	1,06
70	2254,5	0,33	828,6	0,27	2,72	1,22
76	2312,1	0,40	873,2	0,31	2,65	1,29
85	2407,2	0,44	933,7	0,28	2,58	1,57
89	2436,0	0,30	962,5	0,30	2,53	1,00
208	2978,6	0,19	1419,5	0,16	2,10	1,19
301	3335,8	0,16	1821,3	0,18	1,83	0,89

ны. К 40-м суткам отношение потерь первой и второй колонн достигает 3,08. К концу опыта первая колонна оказалась сильно просушенной. Капиллярная вода совсем отсутствовала. Пленочная вода осталась только в нижней части ее. Во второй же колонне имел место значительный запас капиллярной воды. Следующие цифры иллюстрируют это:

Слой от поверхности колонн	Влажность песка в %	
	I колонна	II колонна
0 — 3 см	0,05	0,05
3 — 8 см	0,05	0,04
8 — 11 см	0,07	0,07
11 — 13 см	0,07	1,57
13 — 16 см	1,15	13,49
16 — 19 см	2,27	22,40

И этот опыт красноречиво свидетельствует о передвижении капиллярно-подвешенной воды в зону интенсивного испарения.

Опыт 3. Песок. Величина зерна 0,25—0,50 мм. Насыщен водю до капиллярной влагоемкости, соответствующей капиллярно-подвешенной воде. Высота колонн 25 см. Одна из них расчленена воздушными прослойками на части по 5 см каждая. Опыт длился 301 сутки. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Испарение воды песком 0,25—0,50 мм

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	102,7	4,28	163,7	6,82	0,63	0,63
3	310,6	4,33	397,0	4,86	0,78	0,89
5	489,6	3,73	596,7	4,16	0,82	0,90
7	649,0	3,32	726,3	2,70	0,89	1,23
9	820,4	3,57	763,3	0,77	1,08	4,64
11	970,6	3,13	782,5	0,40	1,24	7,83
15	1220,2	2,60	815,1	0,34	1,50	7,65
21	1588,8	2,56	859,8	0,31	1,85	8,25
28	1948,4	2,14	888,3	0,17	2,19	12,60
40	2378,6	1,40	983,4	0,33	2,42	4,25
46	2453,4	0,52	1061,1	0,54	2,31	0,96
89	2732,1	0,27	1391,3	0,32	1,96	0,84
208	3303,3	0,20	2105,7	0,25	1,57	0,80
301	3526,5	0,20	2686,1	0,26	1,31	0,78

В первой колонне капиллярная вода интенсивно подавалась к поверхности в течение 40 суток. После этого срока на поверхности песка образовалась сухая зона. Интенсивность испарения стала быстро падать. В расчлененной колонне верхний слой до первого разрыва в 7 суток потерял всю свободно передвигающуюся капиллярную воду. Если в этот период разорванная колонна испаряла воды даже больше, чем цельная, то в последующее время, вплоть до 40-х суток от начала опыта, она снизила интенсивность испарения в несколько раз. В 40-е сутки, когда в первой колонне начал подсыхать поверхностный слой, во второй колонне до первой воздушной прослойки испарилась и пленочная вода. К этому моменту суммарные потери воды в колонне без разрыва капилляров превосходили в 2,42 раза потери в колонне с разрывом капилляров. Разрыв капилляров, таким образом, прекратил доступ свободно передвигающейся капиллярной воды к месту интенсивного испарения и вызвал сильное снижение потерь воды в песке.

В конце опыта в колоннах остались такие запасы влаги:

Слой от поверхности колонн	Влажность песка в %	
	I колонна	II колонна
0 — 5 см	0,06	0,04
5 — 10 см	0,08	0,06
10 — 15 см	3,40	7,24
15 — 20 см	6,94	—
20 — 25 см	9,40	21,78

Результаты опыта определенно говорят за передвижение капиллярно-подвешенной воды в песке крупностью 0,25—0,50 мм.

В только что описанных опытах колонны песка насыщались водой до максимальных пределов, сколько могли капилляры удержать. Навысшая влажность была в нижней части колонны над границей раздела вода—воздух.

В следующих опытах (4, 5) с тем же песком колонны сверху увлажнялись настолько, чтобы в нижней части их оставалась несмоченная полоска в 1—2 см. Создавалось таким образом состояние увлажнения, аналогичное тому, какое бывает после дождей.

Опыт 4. Песок. Величина зерна 0,50—1 мм. Увлажнен до капиллярной влагоемкости, соответствующей воде капиллярно-подвешенной. В нижней части колонны сухая прослойка. Длина колонны 12,6 см. Разрыв капилляров на 4,2 и 8,6 см от поверхности. Опыт длился 20 суток. Данные представлены в табл. 4 и на рис. 3, 4.

Таблица 4

Испарение воды песком 0,50—1 мм

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a/c	b/d
1	118,8	4,95	115,4	4,81	1,03	1,03
2	227,0	4,51	228,2	4,70	0,99	0,96
3	332,6	4,40	329,3	4,21	1,10	1,04
4	441,4	4,53	359,5	1,26	1,23	3,60
5	521,3	3,33	367,5	0,33	1,42	10,10
7	665,3	3,00	379,5	0,25	1,76	12,00
8	719,6	2,26	382,4	0,12	1,88	18,83
9	778,2	2,44	388,2	0,24	2,01	10,16
12	896,3	1,64	401,9	0,19	2,23	8,64
14	912,6	0,34	411,0	0,19	2,32	1,79
15	930,1	0,73	416,3	0,22	2,23	3,32
17	946,9	0,35	427,8	0,24	2,21	1,46
18	954,9	0,33	432,8	0,21	2,20	1,57
19	961,9	0,29	437,8	0,21	2,19	1,38
20	968,9	0,29	444,8	0,29	2,17	1,00

К моменту увода из первой колонны всей свободно передвигающейся капиллярной воды и началу испарения пленочной (12-е сутки) суммарный расход воды здесь в 2,23 раза превосходил расход ее в колонне с разрывом капилляров. Отношение величин интенсивности испарения в колоннах в отдельные дни

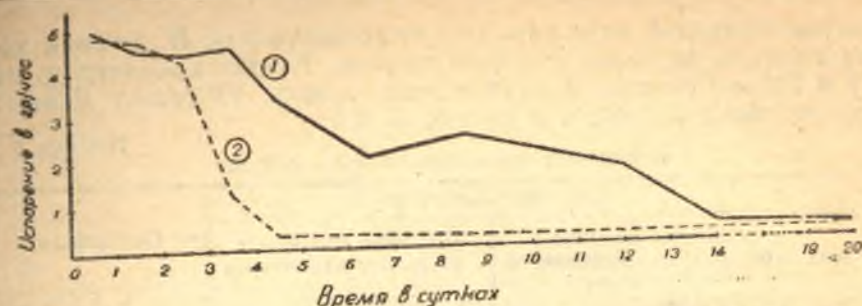


Рис. 3. Интенсивность испарения воды песком. Величина зерна 0,5—1 мм.
1. Песчаная колонна без разрыва капилляров.
2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.

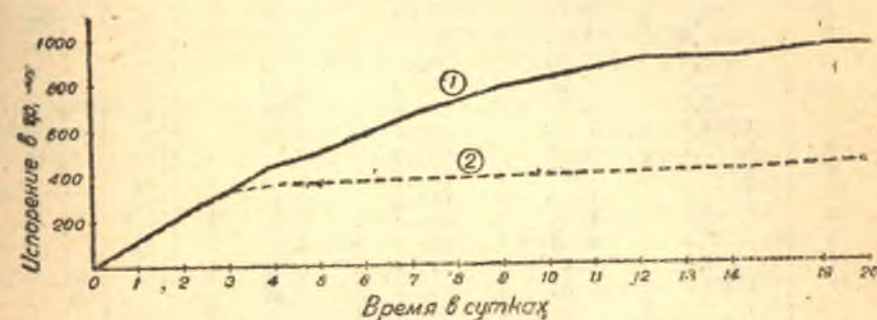


Рис. 4. Суммарное испарение воды песком. Величина зерна 0,5—1 мм.
1. Песчаная колонна без разрыва капилляров.
2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.

доходило до 18,83. К 20-м суткам интенсивность испарения в обеих колоннах снивелировалась (отношение = 1). Суммарные потери воды в первой в 2 раза превосходили таковые во второй колонне. Ход испарения аналогичен тому, что описано выше.

Задержка в передвижении капиллярной воды путем разрыва капилляров сильно отразилась на величине потерь ее. Запасы влаги в конце опыта представились такими:

Слой от поверхности колонны		Влажность песка в %	
I	II	I колонна	II колонна
0 — 4,0 см	0 — 4,2 см	0,03	0,05
4,0 — 6,7 см	4,2 — 8,6 см	1,96	1,74
6,7 — 11,6 см	8,6 — 11,6 см	2,58	15,40
11,6 — 12,6 см	11,6 — 12,6 см	0,13	0,36

В колонне цельной осталась стыковая и пленочная вода. В колонне, рассеченной воздушными прослойками, сохранилось еще значительное количество капиллярной воды, способной легко передвигаться, но не реализовавшей этой способности при наличии разрывов.

Опыт 5. Песок. Величина зерна 0,25—0,50 мм. Высота колонны 12,8 см. Песок увлажнен до капиллярной влагоемкости,

соответствующей воде капиллярно-подвешенной. В нижней части колонны осталась сухая прослойка. Разрыв капилляров на 4,6 и 8,8 мм от поверхности. Опыт длился 18 суток. Данные представлены в табл. 5 и на рис. 5 и 6.

Испарение воды песком 0,25—0,50 мм

Таблица 5

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a/c	b/d
	a	b	c	d		
1	185,5	7,73	182,4	7,60	1,02	1,01
2	373,4	7,83	360,7	7,43	1,04	1,05
3	559,4	7,75	532,3	7,15	1,05	1,08
4	757,0	8,23	602,6	2,93	1,26	2,81
5	912,5	6,48	619,0	0,68	1,47	9,53
7	1085,3	3,60	639,6	0,43	1,70	8,36
8	1117,2	1,33	647,3	0,32	1,73	4,16
9	1136,7	0,81	653,1	0,24	1,74	3,38
12	1177,0	0,56	675,4	0,31	1,74	1,81
14	1197,2	0,42	687,4	0,25	1,74	1,68
15	1207,5	0,43	693,7	0,26	1,73	1,65
17	1224,8	0,36	707,1	0,28	1,72	1,29
18	1232,7	0,33	716,3	0,38		0,87

В восемь суток из первой колонны была выведена свободно передвигающаяся капиллярная вода. На 9-е сутки отношение суммарных потерь воды в колоннах выразилось величиною 1,74. Отношение величин интенсивности испарения достигало 9,53.

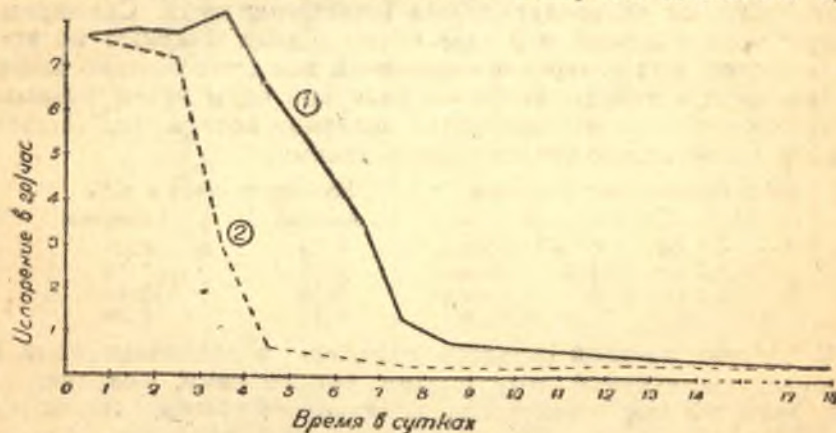


Рис. 5. Интенсивность испарения воды песком. Величина зерна 0,25—0,5 мм.
1. Песчаная колонна без разрыва капилляров.
2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.

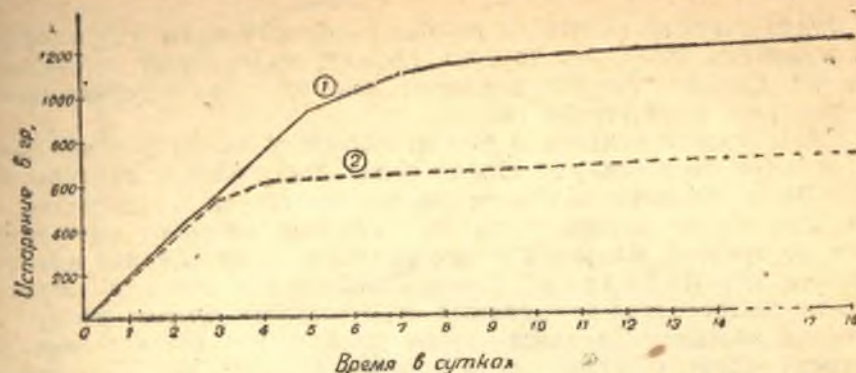


Рис. 6. Суммарное испарение воды песком. Крупность зерна 0,25—0,5 мм.
1. Песчаная колонна без разрыва капилляров.
2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.

Перелом произошел между 17-ми и 18-ми сутками, после которого вторая колонна стала испарять несколько больше первой.

В конце опыта в колоннах обнаружено такое количество воды:

Слой от поверхности колонны		Влажность песка в %	
I	II	I колонна	II колонна
0 — 5,7 см	0 — 4,6 см	0,04	0,04
5,7—7,8 см	4,6—8,8 см	1,81	23,25
7,8—10,0 см	8,8—11,3 см	2,55	11,96
10,0—12,8 см	11,3—12,8 см	2,25	5,33

Во время опыта часть воды перешла в сухую прослойку в нижней части колонны. Как видно из цифр, вся свободно передвигающаяся капиллярная вода ушла из первой колонны. Созданные же препятствия для ее передвижения во второй колонне сохранили ее в большом количестве.

Песок в сравниваемых колоннах был одинакового строения. Температурные условия также одинаковы. Температура поверхности песка в первой колонне была даже несколько ниже (на 0,4—0,5°) в силу более интенсивного испарения здесь. Нет никаких объяснений больших потерь воды в процессе испарения первыми колоннами, кроме как допущение, что капиллярно-подвешенная вода передвигается к местам испарения. Приведенные выше данные исчерпывающе доказывают это. Даже при самых казалось бы неблагоприятных условиях для этого передвижения в крупном однородном песке оно четко обнаруживается.

Как уже отмечалось нами выше, после потери песчаными колоннами капиллярной воды, способной передвигаться к поверхности, испарение резко снижается. Пленочная вода испаряется с образованием четкой границы раздела между сырой и сухой зонами. Эта граница постепенно понижается. Подача воды настолько мала, что не успевает покрыть расход ее на испарение. Отсюда естественно предположить, что разрыв водных пленок

не будет заметно влиять на расход пленочной воды в процессе ее испарения. Если это так, то эффект, полученный в наших опытах, следует отнести исключительно за счет передвижения капиллярно-подвешенной воды.

Для решения вопроса о том, сказывается ли разрыв водных пленок при отсутствии свободно передвигающейся капиллярной воды на интенсивности испарения, мы поставили с тем же песком еще такой вариант опытов. Песчаные колонны увлажнились до предела, близкого к максимальной молекулярной влагоемкости по Лебедеву. Точнее, влажность песка в колоннах соответствовала наименьшей влагоемкости по Коссовичу¹⁵. В одной из колонн делался разрыв пленок, как мы это делали в предыдущих опытах, когда разрывали капилляры. Колонны в одинаковых температурных и прочих условиях устанавливались на испарение воды.

Опыт 6. Песок. Величина зерна 1—2 мм. Высота колонны 9,3 см. Разрыв водной пленки на 3,0 и 6,0 см от поверхности. Влажность песка 1,80%. Максимальная молекулярная влагоемкость * 0,85%. Опыт длился 14 суток. Результаты представлены в табл. 6 и на рис. 7 и 8.

Таблица 6

Испарение пленочной воды песком 1—2 мм

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	а/с	b/d
	а	б	с	д		
1	8,4	0,35	8,4	0,35	1,00	1,00
2	13,2	0,20	13,2	0,20	1,00	1,00
3	16,1	0,12	17,0	0,16	0,94	0,75
4	19,5	0,14	20,4	0,14	0,97	1,00
5	22,4	0,12	23,3	0,12	0,96	1,00
6	23,4	0,04	24,3	0,04	0,96	1,00
7	25,3	0,08	25,3	0,04	1,00	2,00
8	27,5	0,09	27,5	0,09	1,00	1,00
10	30,4	0,06	29,4	0,04	1,03	1,50
11	31,6	0,05	31,6	0,09	1,00	0,55
12	33,5	0,08	32,6	0,04	1,03	2,00
13	34,5	0,04	33,6	0,04	1,03	1,00
14	36,9	0,10	36,0	0,10	1,02	1,00
			Среднее		1,00	1,16

Среднее отношение суммарных величин испарения равно 1,00. Среднее отношение величин интенсивности испарения в колоннах выражается величиною 1,16. Отклонение от единицы в последнем случае следует объяснить скорее случайными отклоне-

* Определялась методом пленочного равновесия под прессом, $p=65 \text{ кг/см}^2$.

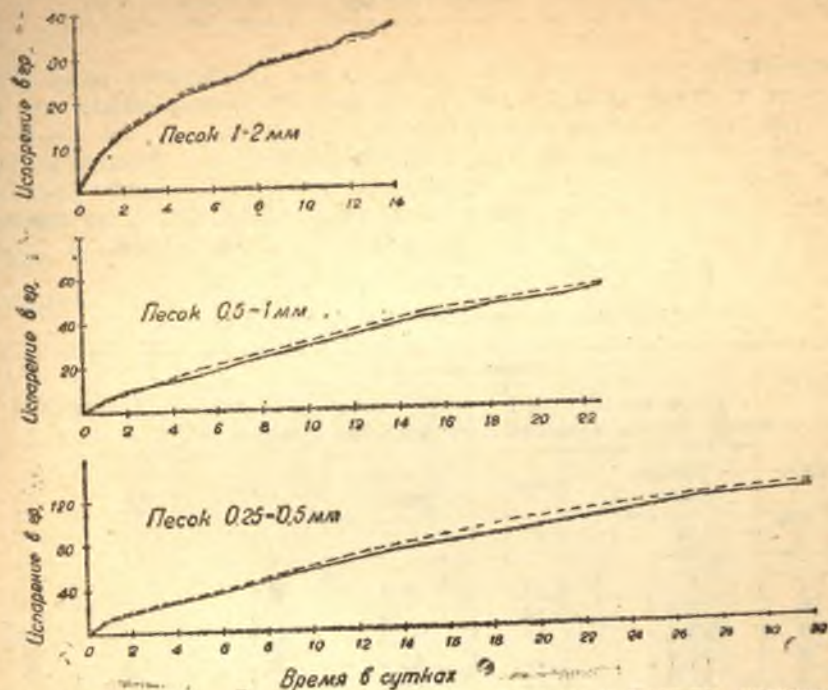


Рис. 7. Суммарное испарение пленочной воды песком. 1. Песчаная колонна без разрыва капилляров. 2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.

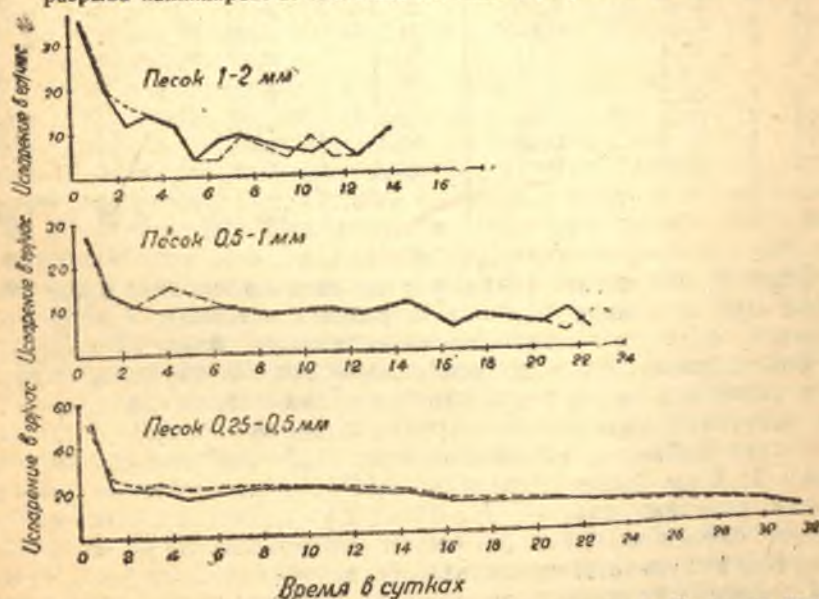


Рис. 8. Интенсивность испарения пленочной воды песком. 1. Песчаная колонна без разрыва капилляров. 2. Песчаная колонна с разрывом капилляров.

ниями отдельных вариантов наблюдений. Пленочная вода в колоннах к концу опыта испарилась вся. Граница раздела зон сухого и сырого песка все время была четкой.

Опыт 7. Песок. Величина зерна 0,50—1 мм. Высота колонн 8,8 см. Влажность 2,05%. Максимальная молекулярная влагоемкость 0,94%. Разрыв водной пленки сделан на 4,5 см от поверхности. Опыт длился 23 сут. Результаты представлены в таблице 7 и на рис. 7 и 8.

Испарение пленочной воды песком 0,5—1 мм

Таблица 7

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	6,5	0,27	6,5	0,27	1,00	1,00
2	9,9	0,14	9,9	0,14	1,00	1,00
3	12,5	0,11	12,5	0,11	1,00	1,00
4	14,9	0,10	15,9	0,14	0,93	0,71
5	17,3	0,10	19,5	0,15	0,89	0,66
7	22,6	0,11	24,8	0,11	0,91	1,00
9	26,9	0,09	29,1	0,09	0,92	1,00
11	31,7	0,10	33,9	0,10	0,93	1,00
13	36,1	0,09	38,2	0,09	0,94	1,00
15	41,4	0,11	43,5	0,11	0,95	1,00
17	44,3	0,06	46,4	0,06	0,95	1,00
18	46,2	0,08	48,3	0,08	0,96	1,00
21	50,5	0,06	52,6	0,06	0,96	1,00
22	52,7	0,09	53,6	0,04	0,98	2,25
23	53,7	0,04	55,5	0,08	0,97	0,50
	Среднее				0,95	1,00

Среднее отношение величин суммарного испарения в колоннах равно 0,95 в пользу колонны с разрывом пленок. Среднее отношение величин интенсивности испарения равно 1,00. За время опыта пленочная вода испарилась вся. Между зонами сухого и влажного песка была хорошо видна четкая граница, которая постепенно, по мере испарения воды опускалась.

Опыт 8. Песок. Величина зерна 0,25—0,50 мм. Высота колонны 11,2 см. Влажность песка 2,59%. Максимальная молекулярная влагоемкость, по Лебедеву, 1,18%. Разрыв водной пленки сделан на 3,7 и 9,0 см от поверхности. Опыт длился 32 суток. Результаты представлены в таблице 8, на рис. 7 и 8.

Среднее отношение величин суммарного испарения равно 0,94. Среднее отношение величин интенсивности испарения воды в колоннах равно 1,00. Граница раздела сухой—сырой песок рез-

Таблица 8

Испарение пленочной воды песком 0,25—0,50 мм

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	12,5	0,52	11,5	0,48	1,09	1,08
2	17,8	0,22	17,8	0,26	1,00	0,84
3	22,6	0,20	23,3	0,23	0,97	0,87
4	27,4	0,20	29,1	0,24	0,94	0,83
5	31,5	0,17	34,1	0,21	0,92	0,81
8	45,9	0,20	50,0	0,22	0,92	0,91
11	59,6	0,19	65,1	0,21	0,91	0,90
14	72,6	0,18	78,8	0,19	0,92	0,94
17	82,0	0,13	89,6	0,15	0,91	0,86
21	94,5	0,13	103,0	0,14	0,91	0,93
22	97,4	0,12	105,9	0,12	0,92	1,00
27	110,6	0,11	116,7	0,09	0,95	1,24
30	116,3	0,08	122,5	0,08	0,95	1,00
32	119,2	0,06	125,4	0,06	0,95	1,00
	Среднее				0,94	1,00

кая и ровная, только у самого основания колонны она стала несколько „размытой“.

Результаты опытов 6, 7 и 8 позволяют заключить, что разрыв водных пленок не влияет на величину испарения пленочной воды. Влажность песка в колоннах была несколько выше максимальной молекулярной влагоемкости его и соответствовала воде пленочной и стыковой. Однако разница в расходе воды колоннами отсутствовала. Отношения величин суммарного испарения и интенсивности его за длительные периоды наблюдений для разной крупности песка равны 1 или близки к ней. Пленочная вода даже в условиях пониженного испарения, что мы имеем в наших опытах, испарялась слой за слоем.

При испарении воды песком заметной динамичностью обладает вода капиллярная. С момента образования разрыва связи дискретных колец воды вокруг частиц твердой фазы почвы динамичность оставшейся в почве воды резко падает до весьма малых величин.

Перехожу к опытам с почвой.

Опыт 9. Обыкновенный тяжело-суглинистый чернозем. Горизонт А. Высота колонн 18 см. Увлажнен до капиллярной влагоемкости, соответствующей воде капиллярно-подвешенной. Разрыв капилляров сделан на 5, 10 и 15 см. Опыт длился 162 суток. Результаты представлены в таблице 9 и на рис. 9 и 10.

Таблица 9

Испарение воды почвой

Обыкновенный тяжелосуглинистый чернозем. Горизонт А.

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	143,5	5,98	163,4	6,81	0,88	0,86
2	280,3	5,70	300,2	5,70	0,93	1,00
3	405,1	5,20	398,9	4,11	1,04	1,27
4	527,0	5,08	463,7	2,70	1,14	1,88
6	746,9	4,58	563,5	2,08	1,33	2,20
8	992,2	5,11	642,3	1,64	1,54	3,12
9	1092,3	4,17	672,3	1,25	1,63	3,34
10	1182,8	3,77	700,6	1,18	1,69	3,19
12	1294,6	2,33	743,3	0,83	1,74	2,62
14	1388,7	1,96	791,3	1,00	1,75	1,96
16	1468,9	1,67	839,3	1,00	1,75	1,67
18	1533,7	1,35	885,9	0,97	1,73	1,39
20	1588,9	1,15	910,9	0,52	1,74	2,21
22	1623,9	0,73	924,8	0,29	1,76	2,52
24	1676,7	1,10	946,9	0,46	1,77	2,39
26	1721,9	0,94	976,6	0,62	1,76	1,52
30	1801,6	0,83	1026,6	0,52	1,76	1,59
32	1851,5	1,04	1064,5	0,79	1,74	1,32
34	1889,4	0,79	1089,5	0,52	1,73	1,52
62	2198,5	0,46	1378,5	0,43	1,60	1,07
162	2966,5	0,32	2290,5	0,38	1,29	0,84

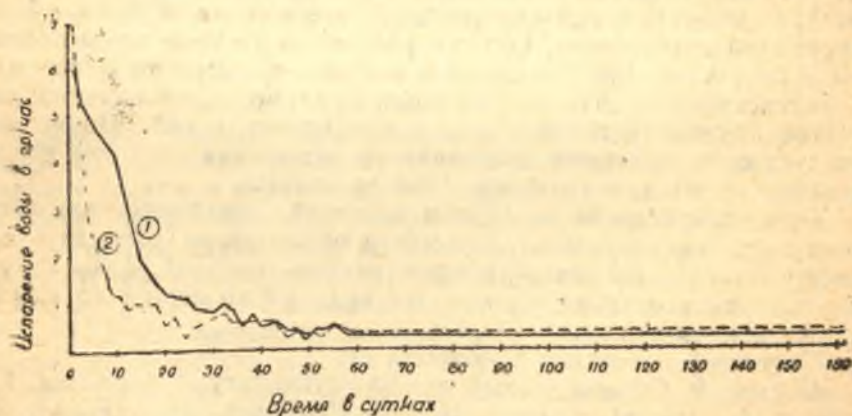


Рис. 9. Интенсивность испарения воды почвой. Обыкновенный тяжелосуглинистый чернозем. Горизонт А.

1. Почвенная колонна без разрыва капилляров.
2. Почвенная колонна с разрывом капилляров.



Рис. 10. Суммарное испарение воды почвой. Обыкновенный тяжелосуглинистый чернозем. Горизонт А.

1. Почвенная колонна без разрыва капилляров.
2. Почвенная колонна с разрывом капилляров.

В течение двух месяцев испарение в колонне без разрыва капилляров превалировало над испарением в колонне с разорванными капиллярами. Особенно сильная разница наблюдалась в первый месяц. В этот период отношение величин суммарного испарения достигало 1,76, а отношение величин интенсивности испарения поднималось до 3,34. Средняя интенсивность испарения во второй месяц опыта в первой колонне мало отличается от интенсивности испарения во второй колонне. В следующие три с лишним месяца вторая колонна стала испарять воды несколько больше первой. Ход испарения во времени в общем аналогичен тому, что наблюдали у песка. Но у почвы он более плавный, без резких скачков. Интенсивность испарения постепенно уменьшается. Причем это уменьшение у колонны с разорванными капиллярами идет значительно быстрее, чем у колонны без разрыва капилляров.

В конце опыта в почве осталось такое количество воды:

Слой от поверхности колонны	Влажность почвы в %	
	I колонна	II колонна
0—5 см	8,4	8,7
5—10 см	10,7	13,6
10—15 см	12,4	21,9
15—18 см	13,0	31,5

Разрыв капилляров прекратил движение капиллярно-подвешенной воды к поверхности в зону интенсивного испарения во второй колонне и способствовал сохранению ее в почве в значительном количестве. В первой колонне капиллярная вода отсутствует (максимальная молекулярная влагоемкость равна 15%).

Опыт 10. Мощный глинистый чернозем. Горизонт А. Высота колонны 25,5 см. Увлажнен до капиллярной влагоемкости, соответствующей воде капиллярно-подвешенной. Разрыв капилляров на 8,5 и 17 см. Опыт длился 31 сутки. Результаты представлены в таблице 10 и на рис. 11 и 12.

Испарение воды почвой
Мощный глинистый чернозем. Горизонт А. Таблица 10

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	21,00	0,87	19,99	0,83	1,05	1,06
2	135,14	4,75	126,31	4,43	1,07	1,07
3	370,00	9,75	341,18	8,95	1,09	1,09
4	587,56	9,06	427,03	3,58	1,37	2,54
5	813,71	9,42	474,10	1,96	1,72	4,81
6	985,86	7,17	516,87	1,78	1,90	4,03
8	1107,11	2,53	557,29	0,84	1,98	3,01
15	1327,02	1,31	647,17	0,53	2,05	2,44
31	1676,08	0,91	785,79	0,36	2,13	2,52

В продолжение всего опыта колонна без разрыва капилляров испаряла воды больше, чем колонна с разорванными капиллярами. По интенсивности испарения первая колонна в отдельные моменты превосходила вторую в 4,81 раза, по суммарным потерям воды в конце опыта—в 2,13 раза.

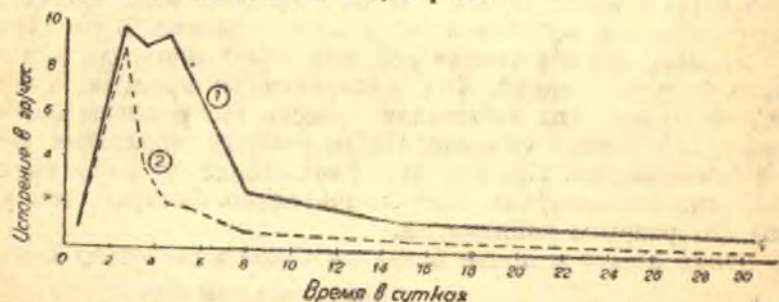


Рис. 11. Интенсивность испарения воды почвой. Мощный глинистый чернозем. Горизонт А. 1. Почвенная колонна без разрыва капилляров. 2. Почвенная колонна с разрывом капилляров.

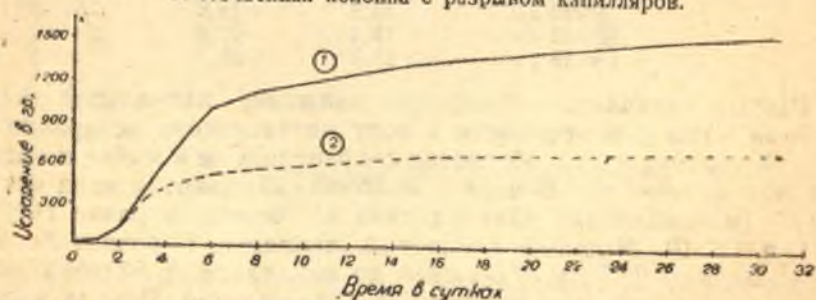


Рис. 12. Суммарное испарение воды почвой. Мощный глинистый чернозем. Горизонт А. 1. Почвенная колонна без разрыва капилляров. 2. Почвенная колонна с разрывом капилляров.

В момент последнего наблюдения воды в почве оказалось:

Слой от поверхно- сти колонн	Влажность почвы в %	
	I колонна	II колонна
0—8,5 см	12,2	10,1
8,5—17,0 см	24,4	43,7
17,0—25,0 см	26,5	49,1

Максимальная молекулярная влагоемкость почвы равна 25,1%. Следовательно, в первой колонне только в нижней части осталось небольшое количество (1,4%) капиллярной воды, в то время как во второй колонне за первой воздушной перегородкой ее оказалось 43,7 — 25,1 = 18,6% и за второй перегородкой—49,1 — 25,1 = 24,0%.

Опыт 11. Глубоко-столбчатый глинистый солонец. Горизонт А. Высота колонны 25,5 см. Увлажнен до капиллярной влагоемкости, соответствующей воде капиллярно-подвешенной. Разрыв капилляров на 8,5 и 17 см. Опыт длился 31 сутки. Результаты представлены в табл. 11 и на рис. 13 и 14.

Таблица 11
Испарение воды почвой
Глубоко-столбчатый тяжелосуглинистый солонец
Горизонт А

Время от начала опыта (сутки)	Испарение воды в г				Отношение	
	Песчаная колонна I без разрыва капилляров		Песчаная колонна II с разрывом капилляров			
	От начала опыта	г/час	От начала опыта	г/час	a c	b d
	a	b	c	d		
1	21,00	0,87	21,00	0,87	1,00	1,00
2	128,21	4,47	128,21	4,47	1,00	1,00
3	372,12	10,16	371,16	10,12	1,00	1,00
4	586,44	8,93	490,66	4,98	1,19	1,79
5	821,78	9,81	557,62	2,79	1,47	3,51
6	1043,95	9,26	588,00	1,26	1,77	7,31
8	1208,64	3,43	612,24	0,50	1,97	6,79
15	1463,66	1,52	670,20	0,34	2,18	4,40
31	1741,68	0,72	758,14	0,23	2,29	3,16

За 31 день опыта колонна без разрыва капилляров испаряла воды в 2,29 раза больше, чем колонна с разорванными капиллярами. Интенсивность испарения в первой колонне в отдельные периоды более чем в семь раз превосходила интенсивность испарения во второй колонне. В первые 3 суток потери воды в обеих колоннах были одинаковы, пока в той и другой капиллярная вода в достаточном количестве подавалась к поверхности почвы. По исчерпанию капиллярно-подвешенной воды до пер-

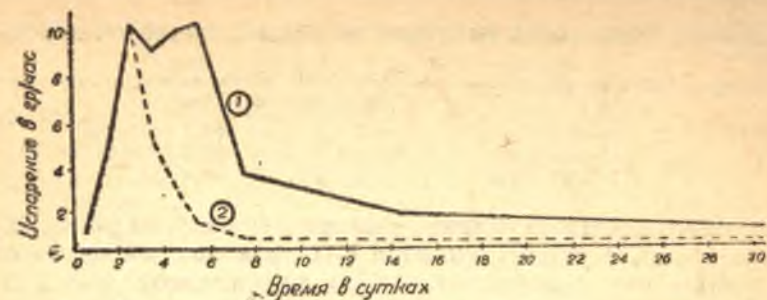


Рис. 13. Интенсивность испарения воды почвой. Глубоко-столбчатый глинистый солонец. Горизонт А.

1. Почвенная колонна без разрыва капилляров.
2. Почвенная колонна с разрывом капилляров.

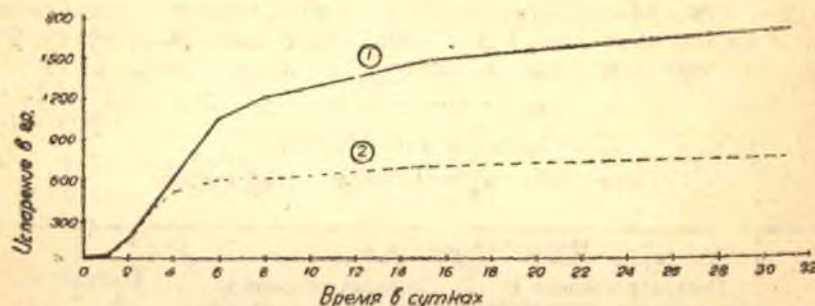


Рис. 14. Суммарное испарение воды почвой. Глубоко-столбчатый глинистый солонец. Горизонт А.

1. Почвенная колонна без разрыва капилляров.
2. Почвенная колонна с разрывом капилляров.

вого разрыва испарение во второй колонне стало сильно замедляться по сравнению с первой. В результате колонна цельная израсходовала в 2 с лишним раза воды больше, чем колонна с разрывом капилляров. В конце опыта в почве осталось такое количество воды:

Слой от поверхности колонны	Влажность почвы в %	
	I колонна	II колонна
0—8,5 см	4,5	2,9
8,5—17,0 см	8,9	27,9
17,0—25,5 см	9,8	30,3

В 31 сутки от начала опыта в первой колонне не осталось воды капиллярно-подвешенной, тогда как во второй колонне ее было еще большое количество: в слое от 8,5 до 17,0 см—10,5%, в слое от 17,0 до 25,5 см—12,9%.

Только что описанные опыты с несомненностью говорят за то, что и в почве капиллярно-подвешенная вода интенсивно передвигается в зону ее испарения.

V. Заключение

1. Капиллярно-подвешенная вода в процессе испарения передвигается в зону ее потребления не только в почве, как полидисперсной системе, но и в однородном по крупности песке. Разрыв капилляров на пути ее движения влечет за собой прекращение ее подачи в зону интенсивного испарения, в связи с чем последнее сильно замедляется, а суммарные потери воды уменьшаются в 1,5—3 раза.

2. После того как капиллярная вода полностью исчерпана или не в состоянии подниматься из нижних слоев к поверхности, испаряется стыковая и пленочная вода. Скорость передвижения этой воды весьма малая. По нашим данным, для песка крупностью в 0,25—0,50 мм она выражается 1,5 мм/сут. Подача воды с такой скоростью не успевает за испарением и граница сырой—сухой песок отделяется от поверхности песка (почвы) все увеличивающимся сухим слоем. Скорость понижения границы раздела для того же песка в условиях пониженного испарения в среднем за 12 дней равна 4 мм в сутки. В первый день опыта эта скорость достигала 12 мм/сут. Вот почему разрыв пленок практически не влияет на потери воды в процессе испарения, по крайней мере в песках. Пленочная вода испаряется слой за слоем.

3. К моменту начала испарения водных пленок интенсивность испарения снижается примерно в 2 раза, а в последующем в 7—13 раз против того, что наблюдается при подаче капиллярной воды (таблица 12). Испарение еще более падает с образованием сухого слоя у поверхности почвы (песка), в связи с тем, что молекулам парообразной воды в этом случае приходится пробегать большее пространство, чтобы попасть на поверхность почвы и улететь в атмосферу. Чем мощнее слой почвы (песка) через который диффузно передвигаются пары из мест испарения, тем медленнее последнее. Сухой слой песка в 5 см достаточен, чтобы сократить расход капиллярной воды на испарение в 20—30 раз и пленочной воды в 3—4 раза (таблица 13).

4. Тот факт, что капиллярно-подвешенная вода передвигается даже в однородном по крупности песке (следовательно с однородными порами) позволяет считать не обязательным и недостаточным объяснение механизма этого движения наличием узких и широких капилляров, из которых первые активны, а вторые пассивны (служат резервуарами для первых) при перекачке воды к местам испарения. В почвах глинистых, структурных, повидимому, частично такого рода перекачка имеет место. В песках же это трудно себе представить, особенно в однородных, какие фигурировали в наших опытах. Осмотическими силами здесь также нельзя дать удовлетворительных объяснений, так как эти силы в песках ничтожно малы. Наши

Таблица 12

Испарение воды песком разной степени увлажненности

Крупность песка	Испарение в г/час			Отношение	
	Капиллярное насыщение песка	Переход от ка- пиллярн. к плен- очному насы- щению песка	Пленочное насыщение песка		
	a	b	c	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{c}$
1—2 мм	2,58	1,46	0,35	1,78	7,4
0,5—1 мм	4,58	2,35	—	1,95	—
0,25—0,50 мм	7,50	3,26	0,55	2,30	13,6

Таблица 13

Влияние глубины залегания границы раздела сухой-сырой песок на интенсивность испарения воды

Крупность песка	Повторность	Интенсивность испарения воды в г/час				Отношение	
		Капиллярное насыщение		Пленочное насы- щение			
		С по- верх- ности песка	С глуб. 50 мм	С по- верх- ности песка	С глуб. 50 мм	$\frac{a}{b}$	$\frac{c}{d}$
		a	b	c	d		
1—2 мм	1	2,60	0,12	0,35	0,08	21,7	4,4
	2	—	—	0,35	0,12	—	2,9
					Среднее	21,7	3,7
0,5—1 мм	1	4,92	0,22	0,27	0,10	22,4	2,7
	2	—	—	0,27	0,10	—	2,7
	3	4,57	0,22	—	—	20,8	—
					Среднее	21,6	2,7
0,25—0,5 мм	1	7,39	0,28	0,28	0,11	26,4	2,5
	2			0,37	0,09		4,1
	3			0,52	0,19		2,8
	4			0,48	0,21		2,3
	5			0,31	0,10		3,1
					Среднее	26,4	3,0

соображения о механизме передвижения этой воды будут изложены в другой статье. В этом направлении нами ведутся соответствующие работы. Сейчас лишь отметим, что решающую роль в передвижении капиллярно-подвешенной воды играет отрицательное давление, развивающееся в ней в результате сильного изменения в процессе испарения кривизны водных поверхностей в дискретных кольцах вокруг почвенных частиц. Существование такого давления доказано многими исследователями^{14, 16, 17} и др. Но оно не использовано до сих пор для объяснения передвижения капиллярно-подвешенной воды.

5. Полученные данные позволяют удовлетворительно объяснить многие факты, казавшиеся ранее непонятными или получавшие разные толкования, как-то: действие лушения, поверхностного рыхления почвы с точки зрения сохранения влаги в ней, действие прикатывания почвы, возможность вторичного засоления почвы при смачивании солевых горизонтов, образование солевых корочек вне связи с грунтовыми водами, миграция солей в почвенном профиле при попеременном увлажнении и высыхании почвы и т. п.

6. В связи с изложенными выше положениями намечаются и пути воздействия на почву с целью сбережения в ней влаги. Если капиллярно-подвешенная вода в процессе испарения интенсивно передвигается к поверхности, то для уменьшения непроизводительной затраты ее на испарение целесообразно путем соответствующей системы обработки нарушать в пахотном слое свободную связь капилляров и тем самым разрывать непрерывный поток капиллярной воды в зону интенсивного испарения. Причем, как показали наши опыты, достаточно с поверхности создать 3—5-сантиметровый защитный слой, капиллярно не связанный с нижележащим, чтобы снизить непроизводительные потери воды в полтора-три раза. Разработка методов воздействия на почву в этом направлении сулит весьма заманчивые перспективы, может привести к обнадеживающим результатам, важным для сельскохозяйственного производства. В этой связи следует отметить, на наш взгляд, весьма ценные и заслуживающие большого внимания попытки Физико-агрономического института (К о л я с е в^{18, 19, 20}) разработать метод регулирования водного режима культурных почв путем послонной обработки пахотного горизонта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев, А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. Москва, 1936.
2. Вильямс, В. Р. Почвоведение. 1936.
3. Вильямс, В. Р. За травопольную систему земледелия, „Почвоведение“, 1935.
4. Качинский, Н. А. Опыт агрономической характеристики почв Москва, 1934 г.

5. Качинский, Н. А., Осин, Д. Д. и Долгополова, Н. Н. Физические свойства почв равнины Богаз в Азербайджане. "Ученые записки" МГУ, вып. 17, 1937.
6. Соколов, Н. С. Общее земледелие. Москва, 1935.
7. Рмжов, С. Н. и Богомоллов, В. З. Испарение из структурной и расплывчатой почвы. "Почвоведение", 1934 г. № 1.
8. Куртяков, Н. И. Капиллярные явления в почве и продуктах ее оттаивания. "Почвоведение" 1933.
9. Глинк а. Почвоведение. 1912.
10. Фегелер, П. Режим катионов и воды в минеральных почвах. Москва, 1938.
11. Сергеев, С. Ф. Влияние поверхностного рыхления почвы на ее влажность и урожай с.-х. растений. Журн. оп. агроном. Ю.-В. СССР. 1931 г. т. IX, вып. 1. Саратов.
12. Летунов, П., Музычук, И., Лапшина, А. Сборник авто-рефератов научно-исслед. работ ВИАУ за 1932—1934 гг.
13. Урсулов, А. Н. Характер подсыхания почвенного профиля. "Почвоведение", 1936. № 1.
14. Zunker, F. Das Verhalten des Bodens zum Wasser. Handbuch der Bodenlehre. В. VI. 1930.
15. Коссович, П. Краткий курс общего почвоведения. Петроград, 1916.
16. Haines W. B. A further contribution to the theory of capillary phenomena in Soil. J. Agr. Sci. v. XVII, 1927.
17. Fisher, R. A. The Haines formula improving. J. Agr. Sci. vol. XX, 1930.
18. Колясев, Ф. Е. Испарение воды почвой. "Почвоведение", 1939. № 3.
19. Колясев, Ф. Е. Физические основания послонной обработки как нового приема сухого земледелия. "Соц. зерновое хозяйство" № 4, 1939.
20. Колясев Ф. Е. и Манин, Е. И. Результаты опытов с послонной обработкой почвы в 1938 г. "Соц. зерновое хозяйство" № 5, 1939.

Movement in Soils of Water in capillary Suspension

A. P. Malianov.

Conclusions

1. Water in capillary suspension in the process of evaporation moves along its consumption zone not only in soil as a polydispersed system, but also in equally grained sand. The rupture of capillaries on the way stops its penetration into zones of intense evaporation, greatly reducing the latter and the total losses of water become 1,5 to 3 times smaller.

2. After capillary water has been finally exhausted or has lost the capacity to rise from lower layers to the surface, joint and film water begins to evaporate. The velocity ratio of such water is excessively small. According to our data for sand with 0,25—0,50 mm. grains it amounts to 1,5 mm a day. Water penetration at such speed cannot cope with evaporation, and the boundary between moist and dry sand gets further from the surface forming a steadily increasing dry layer. The rate at which the lowering of the boundary proceeds was determined and showed a receding of 4 mm. a day in the average for twelve days for the same sand under conditions of reduced evaporation. On the first day of the experiment the rate amounted to 12 mm. This is why film rupture does not affect practically water losses in processes of evaporation, at least as regards sands. Film water evaporates layer after layer.

3. By the time water film evaporation sets in the intensity of evaporation is about twice as low, and later on its decreases from

seven to thirteen times, as compared to that which exists when capillary water is available (see table 12). Evaporation is further reduced when a dry layer is formed at the surface of the sand (soil), because the molecules of steamlike water in such cases have to pass a greater distance to get to the surface and diffuse into the atmosphere. The thicker the sand layer through which gases have to pass by means of diffusion on their way from points of evaporation, the slower the latter is. A 5 cm. thick dry layer of sand is sufficient to reduce the amount of capillary water being evaporated by twenty to thirty times and of film water by three to four times (see table 13).

4. The fact that water in capillary suspension moves in sand with grains of equal size (i. e. with equal pores) makes the explanation of the mechanism of this movement founded on the presence of thin and thick capillaries, the former being active and the latter passive (serving as containers) when water is being conveyed to evaporation points doubtful and unsatisfactory. In clayey and structural soils such a transfer may partly take place. In is difficult to imagine, however, a process of this kind being carried on in sands, especially in heterogeneous ones as those which were used in our experiments. Osmotic forces cannot be taken into consideration as giving a satisfactory explanation because in this case they are negligible. Our opinion on the mechanism of the water movement will be given in another paper. We are making the necessary investigations in this respect. Here we will only mention that the principal factor ruling capillary water transfer is the negative pressure that is developed in it due to the great changes occurring in the curvature of water surfaces in discrete rings around soil particles during the process of evaporation. The existence of this pressure has been proved by many investigators (14, 16, 17 and others) but it has not been used up to now to explain the movement of water in capillary suspension.

5. The data that is available gives the possibility to explain many facts that seemed incomprehensible or were commented upon from different points of view. We may mention in this connection the effect of hoeing or loosening the soil surface to retain moisture, likewise the influence of rolling soil down, the possibility of repeated salt formation in soils after wetting saliniferous horizons; the formation of salt crusts without any relation to ground waters; the migration of salts in soil profiles after repeated wetting and drying of the soil etc.

6. In connection with the abovementioned facts measures have been devised to retain moisture in soils. If water in capillary suspension rises intensively to the surface during the process of evaporation it is efficient to reduce unnecessary losses by means of proper soil management which tends to destroy in plowed parts the free capillary connection, thus breaking the continuous stream of capillary water to zones of intense evaporation. Our experiments

have shown that it is sufficient to create a 3 to 5 cm. thick outer layer, not having any capillary connection with the underlayer, to reduce water losses by 1,5 to 3 times. The finding of adequate methods for soil treatment having this in view opens a promising outlook into the future and may lead to important results in agriculture.

In this connection the attempts made by the Institute of Physics and Agronomies (Kolyasev 18, 19, 20) are to be considered worthy of the greatest attention. A method for regulating the water regime of cultivated soils by means of treating separately each of the plowed horizon is being developed.

О ВЛИЯНИИ ЗАСУХИ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ ПРОТОПЛАЗМЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК

Н. А. Максимов и Г. С. Сойкина

Продолжительная засуха, иссушающая корнеобитаемые слои почвы и затрудняющая поступление воды в растения, а нередко приводящая даже к их завяданию, очень сильно снижает урожай сельскохозяйственных растений. Борьба с засухой и ее последствиями представляется поэтому одной из насущнейших задач в деле обеспечения высоких и устойчивых урожаев, особенно в юго-восточных областях СССР, где засуха нередко причиняет весьма значительный ущерб всему народному хозяйству. Об этом красноречиво говорит недавнее постановление ЦК ВКП(б) и Совнаркома СССР о мерах обеспечения устойчивого урожая в засушливых районах юго-востока СССР, которое дает развернутую программу превращения засушливого юго-востока в край высоких устойчивых урожаев и указывает ряд агротехнических мероприятий, обязательных для всех колхозов и совхозов этих районов.

Тщательное и своевременное выполнение всех указываемых в этом постановлении агротехнических мероприятий, несомненно, должно привести к тому, что даже в наиболее неблагоприятные по метеорологическим условиям годы мы не будем иметь тех опустошительных „недородов“ и „неурожаев“, которые были неизменными последствиями крайне отсталой агротехники довоенной России. „Победа колхозного строя, вооружение социалистического сельского хозяйства самыми совершенными машинами и орудиями, внедрение в широчайших размерах агрономической науки создали в СССР условия для полной победы над засухой“ (передовая „Правды“ от 27 октября 1938 г.).

Успешное наступление на засуху возлагает и на научные учреждения ряд ответственных задач. Наряду с внедрением в широкие колхозные массы уже разработанных и проверенных на практике агротехнических приемов, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев, как-то: „применение глубокой вспашки, культивации зяби и выполнение всех сельскохозяйственных работ в самые сжатые сроки“ и других мероприятий, указываемых в историческом постановлении ЦК и СНК, необходима также упорная работа над усовершенствованием уже имеющихся и изобретением новых приемов агротехники для засушливых условий. И в этой работе на помощь агрономической науке, несомненно, должна прийти и физиология растений. По

указанию К. А. Тимирязева „в ряду наук, которые должны лечь в основу рационального земледелия, едва ли не первенствующее место нужно отвести физиологии растений“ (предисловие к сборнику „Земледелие и физиология растений“, стр. 1).

С физиологической точки зрения воздействие засухи на растения подвергалось изучению со стороны многих исследователей, но все же и до сих пор еще далеко не все стороны этого глубокого и многообразного воздействия в достаточной степени изучены и освещены. А между тем, только на основе достаточно полного знания того, какие именно функции растительного организма в первую очередь больше всего нарушаются и подавляются при затрудненном водоснабжении, может агрономическая наука не эмпирически, а вполне планомерно, а потому и более успешно разрабатывать такие приемы возделывания растений в засушливых условиях, которые обеспечивали бы возможно более высокий и устойчивый их урожай.

В ботанической науке в течение очень долгого времени господствовали представления, что основной причиной снижения урожая в засушливых условиях является угнетение ассимиляционного процесса при недостатке воды в растении. Потеря листьями воды приводит к закрыванию устьичных отверстий, что затрудняет или даже вовсе приостанавливает доступ к хлорофиллоносным клеткам углекислого газа и тем резко снижает или даже прекращает процесс фотосинтеза. Процесс же фотосинтеза является основным определяющим процессом при накоплении растением органического вещества и создании урожая.

Влияние закрывания устьичных отверстий на интенсивность разложения углекислоты зелеными листьями представляется конечно бесспорным, так же как и то, что фотосинтез является основным процессом при создании органического вещества. Но при оценке воздействия засухи на величину урожая необходимо иметь в виду, что интенсивность фотосинтеза относится обычно к единице листовой поверхности, вовсе не является единственным фактором, определяющим величину урожая.

Значительно в большей мере урожай определяется общей величиной рабочей листовой поверхности, которая, в свою очередь, зависит от скорости прироста этой поверхности, т. е. от энергии ростовых процессов. Это достаточно доказано работами Тагеевой (1931), Чеснокова и Базыриной (1932), Бойсен-Иенсена (Boysen-Jensen, 1932) и других авторов. Причину снижения урожая под воздействием затрудненного водоснабжения нужно поэтому искать прежде всего в задержке под влиянием недостатка воды процессов ростовых, именно в более медленном и затрудненном развертывании новых ассимиляционных органов. Большое влияние на урожай зерна оказывает также непосредственное влияние недостаточного водоснабжения на рост и формирование репродуктивных органов растений.

Особенно показательным в этом отношении нужно признать наличие у растений так называемых критических по отношению к влаге периодов, особенно отчетливо выраженных у пшеницы и других хлебных злаков. Критическими периодами принято называть такие периоды в жизни растений, когда они особенно чувствительны к недостатку воды; засуха, поражающая растения как раз во время критического периода, очень резко снижает урожай, хотя бы после нее и наступили вполне благоприятные для роста условия.

Как показывают новейшие исследования (Коломиец, 1934; Гальченко, 1935; Лобов, 1939), критический период у злаков совпадает с периодом заложения и формирования органов размножения, что примерно соответствует началу световой стадии в их развитии. Губительное действие засухи в этот момент, как впервые было указано одним из нас (Максимов, 1926), а затем подтверждено другими исследователями (Коломиец, 1934; Сказкин, 1938; Лобов, 1939), обуславливается именно тем, что энергично испаряющие воду листья оттягивают ее от развивающихся репродуктивных органов, которые испытывают в силу этого задержку роста и дифференцировки. В результате в формирующемся колосе уменьшается число развитых колосков, в колосках уменьшается число способных к завязыванию зерна цветков, а нередко таких цветков и вовсе не образуется; получается мелкий, недостаточно озерненный, а иногда и вовсе лишенный зерна колос. И никакие благоприятные условия в дальнейшем уже не способны вызвать возникновение новых колосков и цветков в пострадавшем от засухи во время своего формирования колосе, и урожай зерна всегда получается весьма значительно сниженным, как бы интенсивно ни пошел затем фотосинтез в сравнительно мало пострадавших от засухи листьях. Отметим кроме того, что снижение фотосинтеза под влиянием засухи во время критического периода оказывается отнюдь не более значительным, чем в другие периоды жизни растения.

Очень интересные наблюдения относительно влияния засухи на ростовые процессы в формирующихся листьях мы находим в недавней обстоятельной работе профессора Алексеева (1937). Он нашел, что засуха очень резко снижает общие размеры тех листьев, которые были ею застигнуты во время своего роста, причем „нарушение водного режима сильнее сказывается на листьях, застигнутых засухой в раннюю стадию развития (в период эмбрионального роста), чем в более позднюю — в период вытяжения. Получается впечатление, что рост листьев имеет свой критический период, нарушение водного режима в течение которого оказывает наибольшее влияние на дальнейший ход роста листьев даже и в том случае, когда в дальнейшем растение не испытывает недостатка в воде“.

Таким образом как самый факт глубокого влияния засухи

на ростовые процессы, так и значение ростовых процессов в формировании урожая можно считать твердо установленным. Особенно интересным нужно признать не то, что рост задерживается в течение того периода, когда растение испытывает недостаток в воде. Такая задержка, конечно, вполне понятна, так как рост клетки, особенно в стадии растяжения, идет в значительной мере за счет увеличения общего количества воды в ней и, конечно, должен приостанавливаться при недостатке влаги. Более важной и в то же время менее ясной представляется та задержка ростовых процессов, которая наблюдается у растений после восстановления нормального водоснабжения. Такую задержку неоднократно приходилось наблюдать одному из нас, например при изучении завядания в связи с засухоустойчивостью (Максимов и Красносельская-Максимова, 1923), наблюдали ее и другие авторы, например Алексеев (1937), Лобов (1939). Так, Лобов указывает, что растения, подвергавшиеся завяданию во время прохождения световой стадии, и после отливания в течение нескольких дней находились как бы в болезненном состоянии и только постепенно возобновляли затем свой рост. Алексеев отмечает, что листья, испытавшие завядание, даже будучи затем положены в воду, не могут поглотить такого же количества воды, которое поглощают листья контрольных растений, хотя осмотическое давление у них выше, чем у контрольных. Нам также неоднократно приходилось наблюдать, что после глубокого завядания листья не могли восстановить своего тургора, даже после продолжительного пребывания в воде.

Алексеев предполагает, что причиной этих явлений нужно считать изменения коллоидных свойств протоплазмы, именно: снижение ее способности к набуханию и вообще степени гидратации коллоидов клетки, не приводя, впрочем, никаких опытных данных в подтверждение этого предположения. Не отрицая возможности и даже вероятности изменения степени гидратации коллоидов плазмы под влиянием обезвоживания, мы, однако, предположили, что происходящее при обезвоживании нарушение нормального состояния этих коллоидов должно прежде всего проявить себя нарушением нормальных осмотических ее свойств, именно увеличением проницаемости протоплазмы для растворенных веществ. В пользу этого предположения говорит довольно далеко идущая аналогия между действием на растительные клетки обезвоживания и замораживания, неоднократно отмечавшаяся многими исследователями. На эту аналогию указывал уже давно и один из нас в своей работе о вымерзании и холодостойкости растений (Максимов, 1913), в которой обосновывается также и тот взгляд, что одним из первых проявлений вредного действия мороза на клетки растений является нарушение их осмотических свойств и повышение проницаемости. Этот взгляд позднее нашел себе прямое экспериментальное

подтверждение в работах С. М. Иванова (1931) и Б. М. Голуш (1937). На большое значение проницаемости протоплазмы, как показателя степени ее повреждения при различного рода воздействиях, указывал также Остергаут (Osterhout, 1922).

В виду той теснейшей связи, которая существует между коллоидными свойствами протоплазмы и разыгрывающимися в клетке физиологическими процессами, мы считали необходимым подвергнуть экспериментальной проверке это предположение о влиянии обезвоживания протоплазмы на ее проницаемость для растворенных веществ, в частности для электролитов. Задачей настоящего исследования и была такая проверка, причем оно должно явиться первым звеном в цепи исследований, намечаемых кафедрой физиологии растений СГУ и направленных на изучение изменений под влиянием засухи важнейших коллоидных свойств протоплазмы. По нашему мнению, пришло время устранить ту диспропорцию, которая наблюдается в развитии наших сведений о биохимических изменениях, происходящих в клетках при их обезвоживании, с одной стороны, и об изменениях физико-химических свойств протоплазмы—с другой. В то время, как в первой области мы имеем уже ряд твердо установленных основных фактов: осахаривание крахмала и других полисахаридов, усиление распада белковых веществ и вообще преобладание процессов распада над процессами синтеза и смещение направленности действия ферментов в сторону гидролиза (указания на литературу можно найти у Васильева, 1931, Алексеева, 1937 и Сисакяна, 1937, 1938), в области изучения изменений коллоидных свойств плазмы под влиянием обезвоживания не сделано до сих пор почти ничего. Можно указать только на небольшую заметку Нортена об обратимом изменении при завядании эластичности протоплазмы (Nortén, 1938). А между тем, можно думать, что только что отмеченные изменения физиологических и биохимических процессов протоплазмы при обезвоживании в значительной степени обуславливаются теми изменениями, которым подвергаются под влиянием обезвоживания входящие в состав протоплазмы коллоиды.

Среди многообразных изменений коллоидных свойств протоплазмы, которые могут возникнуть под влиянием ее обезвоживания во время засухи, мы по указанным выше соображениям, решили остановиться прежде всего на изменении их проницаемости. Из различных методов, применяемых для изучения проницаемости, мы выбрали метод определения ее по экзосмосу электролитов из погруженных в воду тканей, так как этот экзосмос может быть сравнительно быстро и просто учитываем по изменению электропроводности той воды, в которую погружается исследуемый материал.

Мы не будем здесь останавливаться на вопросе о том, насколько экзосмос электролитов в воду, в которую мы погружаем растительные органы и в частности листья, обуславливает

ся целиком проницаемостью протоплазмы в узком смысле этого слова и насколько он является результатом иных процессов, как например активного выделения (экскреции) со стороны эпидермиса, на которую указывает Аренс (Arens, 1934), или же изменения адсорбционных свойств поверхностных слоев протоплазмы. Этот экзосмос нас интересовал не столько сам по себе, сколько как показатель большего или меньшего нарушения осмотических свойств клетки, а следовательно, и состояния коллоидов плазмы. Во всех наших опытах в качестве единицы для сравнения мы принимали величину экзосмоса из не подвергавшихся завяданию листьев. Увеличение экзосмоса под влиянием завядания мы рассматривали, как показатель повреждения плазмы, восстановление же первоначальной величины после возобновления водоснабжения—как показатель оправления плазмы от этого повреждения.

Хотя методика наших опытов была чрезвычайно проста, мы все же считаем необходимым остановиться на некоторых ее моментах. В качестве объектов для опытов мы брали листья растений, росших в грунту. Свежесрезанные листья обмывались от пыли дистиллированной водой, затем тщательно обсушивались фильтровальной бумагой и разделялись на две партии: одна из них, контрольная, сразу же поступала в опыт по определению проницаемости, а другая подвергалась медленному завяданию путем подсушивания в комнате на лабораторном столе на листе фильтровальной бумаги, причем продолжительность завядания в разных опытах была различной, от 3 до 23 часов. Опыты проводились в полуподвальном помещении, в котором температура колебалась сравнительно мало. Путем взвешивания в начале и в конце подсушивания мы определяли то количество воды, которое было ими за это время потеряно, и выражали его в процентах от общего количества воды, находившегося в наших объектах в начале опыта.

В опытах с оправлением после завядания мы помещали листья черешком в стаканчик с водой и ставили стаканчик под стеклянный колпак, выложенный внутри смоченной фильтровальной бумагой. Количество насосанной за это время воды мы определяли путем взвешивания в конце оправления, причем части листа, находившиеся во время оправления под водой, в опыт не шли.

Экзосмос электролитов из наших объектов мы определяли следующим образом. Навеска ровно в 1 г свежих листьев погружалась в пробирку с 10 куб. см воды, специально перегнанной по правилам для получения воды в целях определения электропроводности. Для облегчения экзосмоса и более полного контакта с окружающей жидкостью погруженные в воду листья подвергались затем вакууминfiltrации, для чего пробирка с листьями помещалась в толстостенную банку, закрывавшуюся каучуковой пробкой, и из банки при помощи масляно-

го насоса выкачивался воздух. Повторяя два-три раза эвакуацию банки, можно было достигать полного удаления воздуха из межклетников. Такие инфильтрированные водой листья оставались затем в воде на три часа, после чего вода сливалась и шла на определение электропроводности.

Из самой постановки опытов видно, что мы определяли проницаемость протоплазмы не во время самого завядания, а уже во время оправления от завядания, когда весь лист был погружен в воду и его межклетники были заполнены водой. Несомненно, что за время самой инfiltrации, а тем более за последующие три часа пребывания в воде, клетки должны были в достаточной степени насытиться водой, и по всей вероятности уже до некоторой степени снизить свою проницаемость. Мы полагаем поэтому, что полученные нами цифры проницаемости плазмы у завядавших растений нужно скорее считать несколько ниже действительных.

По причинам случайного характера нам пришлось начать наши опыты только в конце июля 1938 г., когда почти все полевые культуры были уже убраны, или, во всяком случае, уже дозревали и не имели вполне здоровых и жизнедеятельных листьев. Поэтому выбор объектов для наших опытов был довольно случаен—именно—мы брали листья дикого винограда (*Ampelopsis quinquefolia*), сирени (*Syringa vulgaris*) и американского хлопчатника (*Gossypium hirsutum*). Но мы уверены, что основные закономерности, подмеченные нами при работе со столь разнородными объектами, окажутся вполне применимыми и к другим растениям. Эта уверенность находит себе подкрепление и в опытах, поставленных позднее одним из нас (Н. А. Максимовым) совместно с Л. Д. Чистяковым. Эти опыты пока еще не закончены и отчет о них будет опубликован позднее.

Перейдем теперь к описанию проведенных нами опытов и изложению полученных результатов.

1. Опыты с диким виноградом (*Ampelopsis quinquefolia*).

Опыт 1. Листья среднего возраста, уже закончившие свой рост, срезаны 25 июля. Взято три навески по 1 г каждая, одна немедленно инфильтрирована водой, две других оставлены подвядать на лабораторном столе. Результаты опыта сведены в табл. 1.

Первый же опыт показал, что наше предположение о том, что завядание должно увеличивать проницаемость протоплазмы, оказалось вполне правильным. После 3-часового завядания, когда листья потеряли в среднем около 23% воды и, конечно, оставались еще вполне способными к оправлению, сопротивление вытяжки из них упало с 2882 до 680 ом, что соответствует относительному повышению проницаемости с 1 до 4,2. При сильном, уже несомненно смертельном завядании или, точнее, подсыхании, когда потеря воды достигла свыше 87% от первоначальной величины, сопротивление раствора упало до 215 ом,

Таблица 1

Продолжит. завядания	Повторность	Содержан. воды в % от абс. сухо-го веса	Потеря воды		Сопро-тивл. в омах	Относит. прони-цаем.
			в грам-мах	в % от исх. вол.		
Контроль	1-я	—	—	—	2070	—
	2-я	—	—	—	3760	—
	3-я	—	—	—	3200	—
	4-я	—	—	—	2500	—
Среднее		332	—	—	2882	1
3 часа	1-я	—	0,150	—	862	—
	2-я	—	0,170	—	718	—
	3-я	—	0,190	—	436	—
	4-я	—	0,130	—	706	—
Среднее		222	0,1722	23,2	680	4,2
23 часа	1-я	—	0,705	—	200	—
	2-я	—	0,640	—	220	—
	3-я	—	0,565	—	220	—
	4-я	—	0,665	—	220	—
Среднее	—	38	0,6507	87,7	215	13,4

т. е. проницаемость протоплазмы для находящихся внутри клетки электролитов повысилась в 13,4 раза.

Опыт мы проводили в четырех повторностях, и, как показывает табл. 1, между отдельными повторностями, составлявшимися каждая из различных листьев, наблюдались довольно значительные расхождения, хотя и не менявшие общей картины влияния завядания на проницаемость протоплазмы. Поэтому в дальнейших опытах, в целях получения более сравнимых данных, мы решили прибегнуть к методу половинок листьев—именно—сравнили проницаемость свежесрезанных половинок листьев с проницаемостью других половинок тех же листьев, подвергнутых завяванию той или иной продолжительности. Это несколько усложнило постановку опытов, увеличив число контрольных определений, но зато придало нам большую уверенность в их результатах.

Кроме того, в дальнейших опытах мы включили еще определение проницаемости протоплазмы у листьев, которые после завядания оставляли в течение более или менее значительного промежутка времени в условиях хорошего водоснабжения с тем, чтобы они могли оправиться после перенесенного завядания. Нас интересовал вопрос, представляется ли повышение прони-

цаемости протоплазмы при завявании явлением обратимым и при какой степени обезвоживания проницаемость может вернуться к первоначальному относительно низкому уровню, а при какой она будет испытывать уже необратимые изменения. Для оправления мы помещали листья черешками в стаканчик с водой и покрывали стеклянным колпаком, выложенным внутри мокрой фильтровальной бумагой.

Опыт 2. Свежесрезанные 29 июля листья дикого винограда разделены на 2 порции. От каждой порции отделены контрольные половинки и определена их проницаемость. Затем одна порция подвергнута 3-часовому завяванию, вторая—3-часовому завяванию и затем оправлению в течение 2 ч. 40 м.

Результаты опыта сведены в табл. 2.

Таблица 2

Продолжительность завядания	Повторности	Содержание воды в % от сух. веса.	Измен. сод. воды в % от исходн. вел.	Сопро-тивление в омах	Относ. про-ницаем.
Контроль	1	—	—	1058	—
	2	—	—	1240	—
3 часа	сред.	255%	—	1149	1
	1	—	—	470	—
Контроль	2	—	—	400	—
	сред.	220	-13,5	435	2,7
3 часа	1	—	—	998	—
	2	—	—	998	—
3 часа	сред.	337	—	998	1
	1	—	-10,7	—	—
3 часа	2	—	—	588	—
	сред.	345	+2,4	618	—
	2 ч. 40 м.	—	—	603	1,7

Результаты этого опыта показывают, что 3-часовое завявание, вызвавшее потерю 13,5% воды, привело к значительному возрастанию проницаемости, именно в 2,7 раза. За время пребывания во влажной камере в течение 2 ч. 40 м. листья винограда успели не только вполне восстановить первоначальное содержание воды, но даже превысить его на 2,4%. Тем не менее, этого промежутка времени оказалось недостаточно для того, чтобы их проницаемость достигла исходного уровня—она оставалась еще на 70% выше. Это ясно указывает, что свойства протоплазмы восстанавливаются медленнее, чем содержание воды в клетках.

В следующем опыте как для завядания, так и для оправления мы взяли значительно более длительные промежутки времени. Так как при пользовании половинками листьев различия между повторностями были очень незначительные, мы в даль-

нейшем в целях экономии места будем приводить только средние цифры.

Опыт 3. Свежесрезанные 2 августа листья дикого винограда разделены, как и в предыдущем опыте, на две порции и после определения контрольных половинок одна порция оставлена на завядание в течение 17 часов, а другая после такого же завядания была помещена для оправления во влажную камеру на 50 часов.

Результаты опыта—в табл. 3.

Таблица 3

Продолжительность		Содерж. воды в % от сух. веса	Измен. содерж. воды в % от исходн. вел.	Сопротив. в омах	Относ. проницаем.
завядания	оправления				
Контроль . . .	—	298	—	1500	1
17 час.	—	245	—17,6	734	2
17 час.	—	255	—14,3	—	—
17 час.	50 час.	289	— 2,9	1450	1

Завядание в этом опыте проводилось более медленно, листья, лежавшие на лабораторном столе, были прикрыты листом бумаги. Поэтому за 17 часов они потеряли лишь немного больше воды, чем в предыдущем опыте за 3 часа, и их проницаемость возросла всего вдвое, несколько меньше, чем в предыдущем опыте. За 50 часов оправления они успели полностью (в пределах погрешности опыта) восстановить свое содержание воды и вместе с тем полностью восстановить и первоначальный уровень проницаемости. Поэтому незначительное (относительно) повышение проницаемости протоплазмы при умеренном обезвоживании можно признать лишь временным и обратимым нарушением ее нормальных коллоидных свойств.

В следующем опыте листья дикого винограда были подвергнуты более длительному и более глубокому завяданию.

Опыт 4. Листья дикого винограда срезаны 31 июля и одна часть поставлена на 23-часовое завядание, другая после такого же завядания помещена на такой же срок во влажную камеру.

Результаты—в табл. 4.

Опыт показывает, что очень глубокое завядание, сопровождающееся потерей до 60% всей содержащейся в клетках воды, приводит к очень значительному повышению проницаемости, которая возрастает в 12 раз. И это возрастание проницаемости оказывается уже необратимым—за 23 часа оправления оно несколько не снизилось, и дальнейшее наблюдение за бывшими в опыте листьями показало, что они, в конце концов, отмерли, очевидно вследствие длительного нарушения нормального состояния коллоидов протоплазмы.

Таблица 4

Продолжительность		Содерж. воды в % от сух. веса	Измен. содерж. воды в % исходн. вел.	Сопротивл. в омах	Относ. проницаем.
завядания	оправления				
Контроль . . .	—	247	—	2000	1
23 часа	—	97	—60,8	160	12,5
Контроль . . .	—	258	—	1600	1
23 часа	—	111	—56,8	—	—
23 часа	23 часа	236	— 4,6	131	12,3

Проведенные нами опыты с листьями дикого винограда дают нам право сделать следующие общие выводы:

1. Потеря воды листьями приводит к повышению проницаемости протоплазмы их клеток.

2. При незначительном обезвоживании это повышение проницаемости является обратимым, и при насыщении листьев водой восстанавливается ее первоначальный уровень.

3. При длительном и глубоком обезвоживании наблюдается уже необратимое повышение проницаемости протоплазмы.

II. Опыты с хлопчатником

Результаты, полученные в опытах с диким виноградом, мы решили проверить на другом растении, именно — на хлопчатнике. Небольшие экземпляры этого растения выращивались на грядках недалеко от лаборатории. Хотя их время от времени поливали, они все же обнаруживали некоторую задержку роста под влиянием сильной засухи, стоявшей во вторую половину лета и осенью 1938 года. В опытах с хлопчатником мы применяли тот же метод листовых половинок, как и в опытах с диким виноградом.

Опыт 5. Листья хлопчатника (с главного стебля, верхних, но уже закончивших свой рост ярусов) срезаны 9 августа 1938 г. и поставлены на непродолжительное завядание. Одна часть затем взята в опыт на определение проницаемости, другая поставлена на 3 часа во влажную камеру.

Результаты—в табл. 5.

Таблица 5

Продолжительность		Содерж. воды в % от сух. веса	Изменен. содерж. воды в % исх. вел.	Сопротивл. в омах	Относ. проницаем.
завядания	оправления				
Контроль . . .	—	244	—	310	1
3 часа	—	191	—20,3	220	1,4
Контроль . . .	—	258	—	394	1
3 часа	—	209	—19,0	—	—
3 часа	3 часа	291	+12,7	749	0,53

Опыт показал прежде всего, что экзосмос электролитов из листьев хлопчатника идет значительно энергичнее, чем у листьев дикого винограда. Если у винограда в контрольных опытах раствор обладал сопротивлением в 1000—2000 ом и более, у хлопчатника оно не достигает и половины этой величины. Кратковременное завядание с потерей около 20% первоначального содержания воды и здесь вызвало некоторое повышение проницаемости, в 1,4 раза. Насыщение водой в течение 3 часов, при котором листья не только восстановили первоначальное содержание воды, но даже превысили его на 12,7%, привело к значительному уменьшению проницаемости, электропроводность раствора стала почти вдвое меньшей, чем у контроля. С подобным же явлением мы встретимся еще и в дальнейших опытах. Мы предполагаем, что оно объясняется тем, что вследствие сильной засухи листья еще и на растении были несколько обезвожены, а потому обладали повышенной проницаемостью, которая затем снижается при их насыщении водой. Но, возможно, что это снижение экзосмоса электролитов из оправившихся после завядания листьев вызывалось и какими-либо иными причинами.

Через несколько дней опыт с хлопчатником был повторен и дал примерно такие же результаты.

Опыт 6. Листья хлопчатника срезаны 13 августа и подвергнуты завяданию в течение 3 часов. Другая порция после завядания поставлена на оправление также на 3 часа.

Результаты—в табл. 6.

Таблица 6

Продолжительность		Содерж. воды в % от сух. веса	Измен. содерж. воды в % исх. вел.	Сопротивл. в омах	Относ. проницаем.
завядания	оправления				
Контроль . . .	—	345	—	269	1
3 часа	—	244	-29,2	214	1,2
Контроль	—	390	—	216	1
3 часа	—	303	-22,2	—	—
3 часа	3 часа	470	+20,6	480	0,45

Результат получился вполне аналогичный тому, какой был получен в опыте 5. При часовом завядании—незначительное повышение проницаемости. После часового насыщения водой—падение ее почти в два раза ниже исходной величины.

Следующие опыты показали, что при более продолжительном и глубоком завядании и у хлопчатника наблюдается более значительное повышение проницаемости и более замедленное и неполное возвращение ее к первоначальному уровню.

Опыт 7. Листья хлопчатника срезаны 10 августа. Одна порция подвергнута завяданию в течение 17 часов, другая после такого же завядания поставлена на оправление во влажную камеру на 48 часов.

Результаты—в табл. 7.

Таблица 7

Продолжительность		Содерж. воды в % от сух. веса.	Измен. содерж. воды в % исх. вел.	Сопротивл. в омах	Относит. проницаем.
завядания	оправления				
Контроль	—	265	—	370	1
17 час.	—	124	-53,3	112	3,3
Контроль	—	314	—	500	1
17 час.	48 час.	434	+39,3	196	2,6

Опыт показывает, что листья хлопчатника, потерявшие за 17 часов завядания свыше 50% содержавшейся в них воды, уже не в состоянии восстановить первоначальный уровень проницаемости. Несмотря на длительное насыщение водой в течение 48 часов, приведшее к значительному, почти на 40%, превышению содержания воды против первоначального уровня, проницаемость их оказывается все же в 2,6 выше, чем у контрольных.

Отметим довольно значительное расхождение в величине проницаемости двух порций контрольных половинок листьев. Одна дала сопротивление в 370, а другая—в 500 ом. Это расхождение показывает, насколько необходимо в опытах такого рода пользоваться для сравнения опытных и контрольных серий половинками одних и тех же листьев.

Через несколько дней опыт с глубоким завяданием листьев хлопчатника был повторен.

Опыт 8. Повторение опыта 7-го. Листья хлопчатника срезаны 13 августа. Завядание в течение 17 часов, оправление в течение 26 часов.

Результаты—в табл. 8.

Таблица 8

Продолжительность		Содерж. воды в % от сух. веса.	Измен. содерж. воды в % исх. вел.	Сопротивл. в омах	Относит. проницаем.	Примечание
завядания	оправления					
Контр.	—	295	—	591	1	Оправившиеся листья Отмершие листья
17 час.	—	161	-45,3	104	5,7	
Контр.	—	300	—	510	1	
17 час.	26 час.	351	+16,9	286	1,7	
.	267	-11,0	70	7,3	

В этом опыте увеличение проницаемости при длительном и глубоком завядании было несколько больше, чем в предыдущем — именно: проницаемость увеличилась не в 3,3, а в 5,7 раза. Интересно поведение листьев при выдерживании на воде во влажной камере. Одни половинки листьев при этом оправились и восстановили с некоторым избытком (в 16,9%) свое содержимое воды. Другие остались вялыми и в конце концов стали обнаруживать признаки отмирания, именно: цвет их стал изменяться в сторону побурения. У первых половинок в значительной мере восстановился и первоначальный уровень проницаемости, тогда как у вторых к концу „оправления“ (а на деле к началу отмирания) он стал даже выше, чем у только что перенесших завядание.

Подводя итоги опытам с листьями хлопчатника, можно наметить следующие выводы:

1. Опыты эти вполне подтвердили полученный из опытов с листьями дикого винограда вывод, что при завядании увеличивается проницаемость протоплазмы, и при том тем сильнее, чем глубже и продолжительнее завядание.

2. Хлопчатник при завядании в меньшей степени увеличивает свою проницаемость, чем дикий виноград. Быть может, это стоит в связи с большей его засухоустойчивостью.

3. Экзосмос электролитов у свежесрезанных листьев хлопчатника значительно выше, чем у дикого винограда.

III. Опыты с сиренью

Кроме вышеописанных опытов, в которых мы применяли искусственно вызываемое завядание уже срезанных листьев, мы попробовали также выяснить, как изменяется проницаемость растительных клеток в том случае, если растение испытывает длительный недостаток воды в естественных условиях своего местобитания. Чрезвычайно засушливое лето 1938 года дало нам для этого очень удобный случай. Продолжительная, более чем двухмесячная засуха вызвала завядание очень многих деревьев и кустарников в Саратовских садах, парках и посадках. В непосредственной близости от лаборатории, где мы проводили наши опыты, находился участок, засаженный небольшими кустиками сирени. Этот участок время от времени поливали, но влага была распределена крайне неравномерно, и на нем можно было найти как такие кусты сирени, которые находились в сильно завядшем состоянии уже в течение многих дней, так и такие, у которых нельзя было обнаружить видимых признаков завядания. Эти крайности были связаны между собой рядом нечувствительных переходов. Мы брали для наших опытов листья сирени с кустов, находившихся в различной степени завядания, и определяли проницаемость их клеток как непосредственно после срезания с куста, так и после длительного

оправления во влажной камере, а также после дополнительного завядания в комнате.

Опыт 9. 1 августа срезаны листья с двух кустов сирени, одного очень сильно завядшего, другого почти не обнаруживавшего признаков завядания, и сразу же инфильтрованы водой. Результаты — в табл. 9.

Таблица 9

Материал	Повторность	Содерж. воды в % сух. веса	Изменен. содерж. воды в % исх. вел.	Сопротивл. в омах	Относит. прониц.
Очень слабо завядш. листья	1-я	134	—	1230	1
	2-я	135	—	1640	
Средн.		134,5	—	1435	
Очень сильно завядш. листья	1-я	75	—	720	
	2-я	95	—	400	
Средн.		85	—	560	

Опыт показал, что, действительно, экзосмос электролитов из листьев, находившихся в сильно завядшем состоянии, происходил значительно энергичнее, чем из слабо завядших листьев, а следовательно, они обладали значительно большей проницаемостью своих клеток.

Опыт 10. 2 августа срезаны листья сильно завядшей сирени. Одни половинки этих листьев исследованы на экзосмос немедленно после срезания, другие — после значительного оправления в течение 18 часов.

Результаты — в табл. 10.

Таблица 10

Материал	Повторность	Содерж. воды в % от сух. веса	Изменен. содерж. воды в % исх. вел.	Сопротивл. в омах	Относит. прониц.
Листья, завядшие на кусте	1	88	—	582	—
	2	86	—	602	—
Средн.		87	—	592	4
То же, после оправлен. в течение 18 час.	1	—	—	2140	—
	2	161	—	2340	1
Средн.		161	82,5	2390	

Листья с кустов, очень долго находившихся в состоянии длительного завядания, обнаруживали весьма значительный экзосмос, примерно такой же величины, что и в предыдущем опыте. После опривления в течение 18 часов листья в значительной мере восстановили непроницаемость своей плазмы и экзосмос из них сократился в 4 раза. Это ясно показывает, что завядшие на кусте листья обладали ненормально высокой проницаемостью.

В следующих двух опытах, кроме воздействия естественной засухи, было исследовано также влияние на листья сирени искусственного подсушивания и опривления.

Опыт 11. В этом опыте, начатом 4 августа, были взяты веточки сирени, не обнаруживавшие внешних признаков завядания, и подвергнуты подсушиванию в течение 14 ч. 30 мин. После этого в одних половинках листьев было произведено определение электропроводности, другие же половинки (со средними жилками) оставлены на ветках и помещены для опривления во влажную камеру на 47 часов. Контролем служили свежесрезанные листья с того же куста.

Результаты—в табл. 11.

Таблица 11

Материал	Повторность	Содерж. воды в % от сух. веса	Изменен. содерж. воды в % от исх. вел.	Сопротивл. в омах.	Относит. проницаемость
Свежесрезанн. листья	1	135	—	650	—
	2	149	—	636	—
	Средн.	142	—	643	4
После завяд. в течение 14 часов	1			438	
	2			356	
	Средн.	72	-49	397	6
После завяд. в течение 14 часов	Средн.	78	-45	—	—
После завяд. в теч. 14 ч. и опривл. в теч. 47 час.	1			2500	
	2			2500	
	Средн.	184	+30	2500	1

Опыт показывает, что за 14½ часов дополнительного подсушивания проницаемость клеток листьев, и без того уже довольно высокая, еще больше увеличилась. Однако это изменение осмотических свойств оказалось еще не необратимым, и после 18-часового опривления во влажной камере проницаемость снова упала до минимальной величины.

В следующем опыте подсушивание было доведено до более низкого уровня воды в листьях и в соответствии с этим листья уже не могли оправиться во влажной камере, и их проницаемость так и осталась чрезвычайно высокой.

Опыт 12. Ветки сирени срезаны 2 августа с куста, не обнаруживавшего внешних признаков завядания, и оставлены в ком-

нате без воды на 17 часов. После определения электропроводности в половинках листьев, другие половинки, оставшиеся на веточках вместе со средней жилкой, поставлены на опривление во влажную камеру на 28 часов. За это время листья насосали влагу, однако опривление было не полное, и листья приобрели бурый цвет, что указывало на начало их отмирания. Были отдельно исследованы почти не побуревшие, более тургесцентные участки листьев, и участки совершенно побуревшие, уже отмершие.

Результаты опыта—в табл. 12.

Таблица 12

Материал	Содерж. воды в % от сух. веса	Изменен. содерж. воды в % исх. вел.	Сопротивл. в омах	Относит. проницаемость
Свежесрез. листья . . .	145	—	1700	1
После 17 час завяд. . .	88	-39	140	12,1
После 17 час. завядан. и опривл. в течение 28 часов	164	+13	315* 110**	5,4* 15,4**

В этом опыте обезвоживание было как-будто меньшим, чем в предыдущем, но увеличение проницаемости значительно большим, и в соответствии именно с этим увеличением проницаемости степень повреждения при подсыхании оказалась большей, и листья уже не могли вполне оправиться. При этом отдельные их участки, еще сохранившие в себе некоторые признаки жизни, все же понизили свою относительную проницаемость с 12,1 до 5,4. Но зато другие участки, уже окончательно потерявшие жизнеспособность, несмотря на продолжительное пребывание во влажной камере, еще более повысили свою проницаемость—до 15,4. Причину большей чувствительности листьев, участвовавших в этом опыте, нам выяснить не удалось, повидимому, мы здесь имели дело с индивидуальными различиями между отдельными кустами сирени.

Подводя общий итог опытам, проделанным с листьями сирени, можно отметить следующее:

1. Эти опыты целиком подтвердили те результаты, которые были получены в опытах с диким виноградом и хлопчатником, именно: что при завядании растений проницаемость их клеток возрастает, а при опривлении снова уменьшается.

2. Эти опыты кроме того показали, что медленно наступающее в естественных условиях подвядание листьев, остающихся все время на растении, точно также приводит к повышению проницаемости клеток, как и относительно быстрое подсушивание срезанных листьев в лабораторных условиях.

* Побуревшие части листьев.

** Вполне отмершие части листьев.

Общее заключение и выводы

В настоящем исследовании нам удалось установить чрезвычайно важный, по нашему мнению, факт, именно, что завядание листьев растений имеет своим последствием повышение проницаемости составляющих их клеток. При этом незначительное и кратковременное завядание приводит и к незначительному повышению проницаемости, которое довольно легко и быстро исчезает при оправлении, а глубокое и длительное завядание вызывает уже необратимое или почти необратимое повышение проницаемости, приводящее в конце концов к отмиранию клеток.

Так как повышение проницаемости наступает значительно раньше, чем происходит деформация завядающих клеток, то можно думать, что это нарушение осмотических свойств клетки является одним из первичных, непосредственных последствий обезвоживания. Мы склонны думать поэтому, что именно в изменениях коллоидно-химических свойств плазматической перепонки под влиянием отнятия воды и следует видеть основную причину повреждения и даже отмирания растительных тканей при завядании, а вовсе не в тех резких механических деформациях клеток, на которые указывает в своих работах Ильян.

Повышение проницаемости, по нашему мнению, представляет собою один из первых, и к тому же сравнительно легко обнаруживаемых признаков повреждения протоплазмы при обезвоживании клеток. Отсюда перед нами открывается возможность судить по этому признаку о размерах страдания растений от недостатка воды в их тканях, т. е. открывается возможность сравнительно просто и быстро определять степень устойчивости растений против обезвоживания. А так как способность растений противостоять вредным последствиям обезвоживания, как было доказано давно уже одним из нас (Максимовым) в ряде исследований, является одним из важнейших признаков, обуславливающих засухоустойчивость растений, то мы полагаем, что на основе наших наблюдений может быть разработан простой и быстрый метод количественного определения если не всего сложного и комплексного свойства засухоустойчивости растений, то во всяком случае одного из важнейших его слагаемых. Разработкой такого метода мы предполагаем заняться.

Применявшийся нами метод определения проницаемости клеток листьев не свободен от недостатков и нуждается в дальнейшей разработке и усовершенствовании. В настоящем исследовании основной нашей задачей было установление самого факта повышения проницаемости при завядании, и мы считаем не только возможным, но и целесообразным не останавливаться особенно на технических деталях. В дальнейшем, при переходе к изучению более тонких количественных соотношений между изменениями проницаемости и другими свойствами растений,

перед нами становится уже задача критического рассмотрения и улучшения применявшегося нами метода. За решение этой задачи мы предполагаем взяться в самом близком будущем, а потому пока мы воздерживаемся от детального разбора возможных источников погрешностей в наших опытах, описанных в настоящей статье. Каковы бы ни были эти погрешности, они не настолько велики, чтобы поколебать наши основные выводы.

Выводы эти мы считаем возможным сформулировать в виде следующих положений:

1. Основным проявлением воздействия засухи на растения, приводящим к снижению урожая, является ее воздействие не на фотосинтез, как это обычно полагают, а на ростовые процессы.

2. Это воздействие засухи на ростовые процессы особенно ярко сказывается во время так называемых критических периодов, когда в растении идет заложение и разрастание репродуктивных органов.

3. Воздействие засухи на ростовые процессы связано с изменением, под влиянием потери клеткой воды, не только биохимических процессов в клетках, но и физико-химических свойств протоплазмы.

4. Нашими экспериментальными исследованиями, проведенными в лаборатории физиологии растений СГУ летом 1938 г., установлено, что под влиянием завядания резко увеличивается проницаемость протоплазмы для электролитов.

5. Если завядание было не слишком глубоким, то после восстановления тургора, в результате полива, проницаемость протоплазмы снова возвращается к первоначальному уровню; однако, это оправление идет очень медленно, и ростовые процессы оказываются поэтому задержанными на длительный промежуток времени.

6. Если завядание было очень глубоким, то проницаемость плазмы в течение длительного промежутка времени остается на высоком уровне, что может приводить, в конце концов, к отмиранию клеток.

7. Медленное и длительное завядание при недостатке почвенной влаги в естественных условиях влечет за собою повышение проницаемости клеток совершенно так же, как и относительно быстрое подсыхание срезанных листьев и веток в лабораторной обстановке.

8. В дальнейшем необходимо подвергнуть изучению влияния засухи также и на другие физико-химические свойства плазмы. Такое изучение даст возможность более полно выяснить внутренние особенности, обуславливающие различную засухоустойчивость растений, и должно способствовать разработке мероприятий для повышения урожаев в засушливых условиях и выведению засухоустойчивых сортов культурных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, А. М. Физиологические основы влияния засухи на растения. Учен. записки Казанского университета, т. 97, кн. 5—6, 1937.
2. Arens, K. Die kutikuläre Exkretion des zaubblattes. Jahrb. f. wiss. Bot., Vol. 53 (1934), p. 248.
3. Boyesen-Jensen, P. Die Stoffproduktion der Pflanzen. Jena. 1932.
4. Васильев, И. М. Влияние засухи на превращения углеводов в пшеницах. Тр. по прикл. бот., ген. и селек., т. 27, в. 5, 1931, стр. 47.
5. Гальченко, И. Н. Критические периоды яровой пшеницы в связи с числом и сроками поливов. „Соц. зерн. хоз.“ № 4, 1935, стр. 50.
6. Голуш, В. М. Влияние температурного воздействия на проницаемость плазмы. Труды Инст. физиол. растен. Акад. наук, т. 1, вып. 2, 1937, стр. 111.
7. Иванов, С. М. Определение морозостойкости растений по изменению электропроводности их сока при повреждении морозом. Тр. по прикл. бот., ген. и селек., т. 27, в. 5, 1931.
8. Коломиец, И. А. Влияние почвенной засухи на продукцию сухого вещества пшеницы в различные фазы развития растений. Труды лаборат. физиол. и биохимии раст. Акад. наук, т. 1, 1934, стр. 63.
9. Лобов, М. Ф. Влага, как фактор роста и развития на стадиях яровизации и световой. Саратов, 1939 (диссертация, рукопись).
10. Максимов, Н. А. О вымерзании и холодостойкости растений. Петербург, 1913.
11. Максимов, Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости растений. Ленинград, 1926.
12. Максимов, Н. А. и Красносельская-Максимова, Т. А. Исследование над завяданием растений в связи с их засухоустойчивостью. Труды Петроград. об-ва естеств., т. 53, 1923, стр. 81.
13. Northen, H. Effect of drought on protoplasmic elasticity—plant Physiology, v. 13 (1938), p. 658.
14. Osterhout, W. Injury, recovery and death in relation to conductivity and permeability. Philadelphia 1922.
15. Сисакян, Н. М. Направленность ферментативного действия — как признак засухоустойчивости культурных растений. I и II. Биохимия, т. 2, 1937, стр. 687 и т. 3, 1938, стр. 796.
16. Сказкин, Ф. Д. Физиологическая оценка влияния на растение орошения. Учен. зап. Ленинград. пед. и-та им. Герцена, т. 12, 1938, вып. 5.
17. Талеева, С. В. Опыт изучения фотосинтеза в связи с фотопериодизмом. Труды по прикл. бот., ген. и селек., т. 27, вып. 5, 1931, стр. 197.
18. Чесноков, В. А. и Базырина, Е. Г. Воздушное питание и урожай. Тр. Ленингр. о-ва естествоисп., т. 11, 1932, вып. 3—4, стр. 270.

1940

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ПОДКОРМКИ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ ТОМАТОВ НА УРОЖАЙ И ЕГО КАЧЕСТВО *

Н. Д. Грязев

В докладе тов. Молотова В. М. о третьем пятилетнем плане на XVIII партийном съезде сказано: „нужно создать вокруг больших городов картофельно-овощные и животноводческие базы, обеспечивающие полностью снабжение этих городов овощами, картофелем, а, по возможности, также молоком и мясом“.

Для полного обеспечения населения городов овощами необходимо в ближайшее время создание вокруг них картофельно-овощных баз и наряду с значительным расширением площади, занимаемой под овощные культуры, добиться подъема урожайности.

До последнего времени урожайность овощных культур нашей области была исключительно низка и сильно колебалась по годам. В 1936 году она в среднем для области составляла 36, в 1937 году 50 и в 1938 году 35—40 центнеров с гектара (по материалам совещания по плодо-овощам при Саратовском областном земельном отделе в феврале 1939 г.).

Опыт передовиков сельского хозяйства показывает однако, что в Саратовской области можно получить высокий урожай овощей. Так тов. Витюшков (колхоз „18-й год Октября“, Бековского района) в засушливом 1936 г. получил 600 ц капусты с га.

В колхозе „Пахарь“, Ершовского района, на сортовом участке получено в 1938 г. 225 центнеров с гектара репчатого лука. На Ртищевском сортоучастке в колхозе им. Куйбышева (заведующий тов. Панфилова) получено огурцов 553 центнера, помидоров 444 ц с га. Колхозники колхоза „Крестьянский труд“, Вязовского района, тт. Вильгельм и Иванов в 1936 году получили 1000 центнеров свеклы и 350 центнеров моркови с гектара.

Путем правильной организации труда, максимального использования оросительных участков, всемерной механизации, применения высокой стахановской агротехники и, в частности, широ-

* Работа проводилась в 1936 г. за счет средств Саратовской зональной плодо-овощной станции и в 1937 г. на средства кафедры агрохимии Саратовского сельскохозяйственного института имени товарища Сталина.

кого использования удобрений, организации борьбы с болезнями и вредителями овощных культур имеется полная возможность для нашей области выйти из прорыва в овощеводстве.

В комплексе различных агротехнических приемов повышения урожайности овощных культур внесение удобрений должно сыграть исключительно важную роль.

Стахановцы социалистического земледелия своей прекрасной работой не только показали образцы социалистического отношения к труду, преданность колхозному строю и партии Ленина—Сталина, но и блестяще доказали возможность высоко сознательного управления развитием культурных растений путем правильного сочетания агротехнических приемов их возделывания с внешними условиями произрастания и физиологическими особенностями питания и роста.

Очень часто, не зная точно физиологии питания и роста данной культуры, но замечая нарушение нормального развития растений, стахановцы с поразительной точностью определяли и применяли именно такие приемы, которые необходимы были в данном случае для восстановления нормальных условий. Позднее, вооружившись знанием агрономической науки, они показали непревзойденные образцы сознательного управления развитием растений.

Одним из новых приемов, выдвинутым стахановцами социалистического сельского хозяйства, является подкормка, или дополнительное внесение удобрений во время роста сельскохозяйственных растений.

Никакой другой прием в полеводстве не получил столь быстрого развития и масштабов применения, как подкормка.

Высокая результативность подкормки доказана многочисленными опытами стахановцев социалистического земледелия (М. Демченко⁸, Кошева⁴, Гнатенко⁴, Казакова², Аренков¹ и т. д.) на громадных площадях колхозов и совхозов Союза.

Наилучшее действие удобрений при подкормке в каждом отдельном случае возможно только при выполнении определенных условий.

В условиях Саратовской области накоплен достаточный теоретический материал и получены практические итоги по подкормке культур зернового севооборота и очень мало сделано для культур овощного севооборота.

Такие первые предварительные попытки разработки системы подкормки для ведущей культуры овощного севооборота—томатов—нами делаются в настоящей работе.

При внесении удобрений в почву последние должны создать лучшие условия для роста и развития растений и в конечном итоге повысить урожай овощных культур.

Сбор более высоких урожаев сельскохозяйственных культур всегда неизбежно сопровождается увеличением выноса из почвы питательных веществ.

Для иллюстрации этого положения приведем следующие данные:

Растения	Урожай корней, зерна, плодов в ц/га	Вынос в кг с га			Примечание
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Сахарная свекла	249	94,1	44,3	123,5	По иссл. Вор. оп. ст. 14а
	810	351,6	151,0	437,8	
Горох	12,5	72,0	18,1	42,0	" " "
	20,0	115,0	30,5	—	
Томаты	400	103	16	144	По Лизигангу ¹⁵ По Хейдеману для закрытого грунта ¹²
	495	191	55	353	

Размеры выноса питательных веществ урожаями зависят от очень многих причин. Среди последних в первую очередь следует указать на высоту урожая, дозы удобрений и на погодные условия. Меньшее значение имеют формы удобрений, особенности почвенного покрова и сортовые различия.

Поэтому различные авторы очень часто дают различные показатели этого выноса для одного и того же растения.

Например: Лизиганг¹⁵ при урожае томатов в 400 ц/га указывает на вынос азота 103 кг/га, фосф. кислоты 16 кг/га и калия 144 кг/га; в то же самое время Беккер-Дилленген¹¹ при том же урожае томатов дает другие цифры—110; 25 и 150 кг/га тех же питательных веществ; Хейдеман¹⁶ для урожая в 495 ц/га для закрытого грунта дает указание на следующие выносы: 61, 27 и 167 кг/га и т. д.

По этим данным томаты имеют очень большой вынос калия и азота при сравнительно малом выносе фосфора.

Многочисленные суммарные данные по выносу различными растениями отдельных элементов за весь вегетационный период не позволяют судить о потребности растений в этих элементах по отдельным периодам их развития и поэтому не могут быть использованы в целях управления минеральным питанием возделываемых культур.

Наряду с этим имеется большое количество работ в области изучения динамики поглощения растениями питательных элементов в процессе их развития, но они большей частью имели дело с произвольно взятыми питательными элементами, при случайных условиях выращивания растений.

Для томатов, по данным Хейдемана¹³, небольшое поступление питательных веществ в начале развития после высадки рассады сменяется резким увеличением потребности в июле, августе месяце, т. е. в период цветения и плодоношения.

Подобную же картину поступления питательных веществ в томаты отмечают в своих работах Беккер-Дилленген¹¹ и Лизиганг.¹⁵ Темп поступления питательных веществ у томатов заставляет нас время внесения удобрительных подкормок приурочивать к моменту цветения и плодоношения растений. Если удобрения вносятся в один прием перед посадкой, то можно предположить, что за длинный период от внесения их до поступления в растения они могут частично теряться. Чем ближе момент внесения удобрений от момента наибольшего потребления соответствующих питательных элементов, тем, очевидно, последнее должно полнее его использовать.

Если подходить к вопросу проектировки по выносу питательных веществ для более высоких урожаев томатов, чем это имело место у выше указываемых исследователей, то мы должны дать растениям очень большое количество удобрений.

Внесение больших доз минеральных удобрений, непосредственно перед высадкой томатной рассады в грунт в один прием, может создать в почвенном растворе очень высокую концентрацию солей, которая в свою очередь может угнетающе действовать на растение⁹.

Этот момент является одной из важнейших предпосылок, позволяющих аргументировать необходимость внесения удобрений не в один, а в несколько приемов. Есть кроме того указания в литературе (И. С. Авдонин⁹), что с возрастом растений последние лучше противостоят повышенным концентрациям почвенного раствора.

Внесение удобрений в несколько приемов в течение вегетации не должно подменять внесения основного удобрения до посадки рассады в грунт, так же как не должно подменять внесения удобрений при выгонке рассады в парниках.¹⁰

По вопросу хорошей эффективности дробного внесения удобрений под томаты имеется ряд указаний как в русской, так и в иностранной литературе. Остановимся на разборе некоторых из них. Р. Wagner¹⁸ предлагает вносить в три срока N и K и в два срока P, применяя такую систему удобрений:

перед посадкой	N—50	P ₂ O ₅ —50	K ₂ O—60
при завязыв. плодов	"—40	"—30	"—70
еще через 21 день	"—30	"—	"—35

На благоприятное действие повторных удобрительных поливов (из смеси удобрений суперфосфата, 40% калийной соли и сернокислого аммония) на урожай томатов указывает в своей работе Беккер¹¹.

О необходимости применения азотных удобрений после завязывания плодов мы находим указание в работах F. E. Bear¹⁹, E. K. Lancashira²⁰ и W. R. Beattie²¹.

Wenck¹⁷ в Германии рекомендует вносить под томаты азотные удобрения в 2—3 приема, через 2—3 недели после посадки и еще через 3—4 недели (по 10—30 кг/га азота).

С. Ш. Антошин¹² указывает на интересные опыты Work'a в Менизотте, проведенные в условиях песчаной культуры с томатами. В опыте Work'a некоторые сосуды получили азотное удобрение в 2—4 срока, при этом растения в них отличались более сильным развитием и повышенной урожайностью. Последнее обстоятельство говорит также за преимущество дробного внесения азота.

Наряду с этим Н. С. Томсон²² однако придерживается другого мнения. Он предпочитает однократное внесение минеральных удобрений перед посадкой.

Низкие дозы и недостаточная обеспеченность растений основным удобрением явились причиной выводов Томсона, а также и Смита²³ о неэффективности дробного внесения азотных удобрений.

Опытные данные с томатами, проведенные в условиях нашего Союза, крайне противоречивы.

Однако большинство из них говорят за целесообразность дробного внесения удобрений при больших дозах.

Если же применяются небольшие дозы удобрений, то рациональней вносить их сразу перед посадкой.

В 1933 г. ВНИОХ¹³ проводился вегетационный опыт на супесчаной почве совхоза им. Горького. В этом году все испытываемые сроки внесения удобрений в разбивку дали пониженные урожаи, по сравнению с внесением сразу всей дозы удобрений при набивке сосудов. Автор объясняет это недостатком питательных элементов, которое получает растение в начале своего развития.

Повторенный опыт в 1934 г. на той же почве, но с большими дозировками минеральных удобрений, дал противоположный результат, говорящий в пользу дробного внесения. Автор считает, что одновременное внесение всей дозы удобрений при посадке создает вредную концентрацию почвенного раствора, сказывающуюся на снижении урожаев.

Подобные результаты положительного действия дробного внесения удобрений были установлены в опыте 1933 г. на суглинистой почве совхоза имени Горького в полевом опыте. Однако в полевых опытах Полтавского опорного пункта, а равно на Херсонском опорном пункте Украинской зональной опытной станции в 1932 г. на буром черноземе, внесение полной дозы при посадке давало лучшие результаты, чем дробное внесение.

* * *

Желая установить, когда и чем следует подкармливать томаты для получения наиболее высокого урожая, нами были проведены опыты в 1936 и 1937 г. в совхозе „Ударник“, находящемся в 3 км от г. Саратова. Опыты одновременно проводились и полевым и вегетационным методами.

В 1936 г. полевой опыт был заложен на 5-м отделении совхоза „Ударник“, на почве обыкновенного чернозема, в 1937 г. на 3-м отделении, на той же почвенной разности.

Перед закладкой опыта нами было произведено изучение почвы участков.

Приводим данные химического анализа почвы (пахотного горизонта).

Химический анализ почвы

Таблица 1

Химические показатели	1936 год 1 участок	1937 год 2 участок
pH	6,8	6,9
Гидролит. кислотность по Каппену в м/экв. на 100 г почвы	0,13	0,12
Сумма поглощ. оснований по Каппену в м/экв. на 100 г почвы	44,79	43,86
Степень насыщенности почв основаниями в %	99,87	99,72
Содержание общ. азота по Кьельдалю в %	0,154	0,123
Содержание гумуса по Тюрину в %	6,94	6,73
Содерж. P ₂ O ₅ мг на 100 г почвы по Аррену	6,3	4,2
Содержание K ₂ O в мг (по Пейве) на 100 г почвы	23,4	23,6

Вышеприведенные результаты анализов показывают, что почва двух опытных участков по химическому составу была как в 1936 г., так и в 1937 г. очень похожа одна на другую. Обращает на себя внимание высокое содержание в почве обменного калия, и наряду с этим очень низкое содержание фосфора. Почва обоих участков сильно насыщена основаниями.

Данные анализа почвы давали нам основание для предположения о возможной высокой эффективности в первую очередь фосфорно-кислых и азотных удобрений, что было подтверждено позднейшими исследованиями.

Участки, где нами закладывались опыты в 1936 и 1937 гг., по рельефу ровные с небольшим уклоном к югу.

Предшественники в опыте 1936 г. для томатов имелись: в 1935 г.—капуста, в 1934 г.—огурцы без удобрений, в 1933 г.—томаты без удобрений. В опыте 1937 г.: в 1936 г.—огурцы, в 1935 г.—капуста и в 1934 г.—томаты.

Метеорологические условия постановки опытов 1936 и 1937 гг. были резко различные.

В 1936 г., по данным метеорологической станции ВИЗХ, выпало осадков в мм за апрель—сентябрь всего 165,5, в то время как в 1937 г. за этот же период 216,5 мм.

При высоких средних месячных температурах воздуха и при малых количествах осадков 1936 год отличается сильной засушливостью.

В 1937 г. мы имеем равномерное выпадение осадков во времени, с более низкими средними месячными температурами воздуха, с большей относительной влажностью воздуха и т. д.

В 1936 г. 6 июля пронесся сильный вихрь, вызвавший сильное опадение завязей у томатов. В 1937 г., в первых числах августа в „Ударнике“ имел место сухой. Так как растение—томаты в связи с обильным выпадением осадков в июне и июле в 1937 г. были сравнительно изнежены, то резкая перемена сухости воздуха сказалась резко отрицательно на томатах. У растений наблюдалось засыхание верхней точки роста, засыхание завязей и их опадение.

В 1936 году дано всего 7 поливов (20/V, 25/V, 2/VI, 12/VI, 3—4/VII, 11/VII, 22/VII). Так как стебли томатов от урагана, пронесшегося над плантацией в июле, были разломаны и лежали на земле, то вести поливы в августе было уже невозможно.

Как было уже сказано, в 1937 г. выпадало осадков больше, поэтому такого напряжения с поливами в связи с недостатком общего запаса воды, как это имело место в 1936 г., здесь не наблюдалось.

В 1937 г. дано всего 5 поливов (28/V, 2/VII, 17/VII, 25/VII, 8/VIII).

Общее количество данной воды в куб. м, учитываемой по водомеру Чиполетти, в 1936 г.—820,29 куб. м на га, а в 1937 г. 1 085,89 куб. м на га.

Если в 1936 г. такого количества поливной воды было недостаточно, то в 1937 г. оно было вполне нормальным.

Площадь участка как в 1936 г., так и в 1937 г. осенью пахалась тракторным плугом на глубину 21 см.

Весною участки снова перепаживались трехлемешным тракторным плугом, глубина пахоты 16—18 см. Как в 1936, так и в 1937 г. перепашка проводилась почти в одно время (в 1936 г.—13 мая, то в 1937 г.—12 мая).

Одновременно с пахотой шло боронование бороною „Зиг-Заг“ при тракторной тяге и через два дня боронование на лошадях бороною „Зиг-Заг“ в 2 следа.

После разбивки схемы опыта на участках по отдельным делянкам схемы было внесено вручную основное удобрение, которое заделывалось в 1936 г. мотыгами, а в 1937 г. бороною „Зиг-Заг“.

Затем следовала нарезка борозд для посадки и полива. Последние нарезывались агрегатом, дающим возможность делать сразу две борозды на расстоянии 110 см друг от друга.

Сорт томатов, взятый для опытов, был „Спаркс Эрлиана“.

Рассада выращивалась при однообразных условиях выведения (в смысле теплового, светового, водного и питательного режима).

В 1936 г. 20 мая и в 1937 г. 28 мая были произведены посадки томатной рассады в грунт. Посадку растений произво-

дили на расстоянии 30 см в рядке друг от друга. Одновременно с посадкой шел посадочный инфильтрационный полив. В конце каждой делянки при поливе делались земляные валики, не позволяющие воде переливаться с делянки на делянку. При всех следующих поливах на это всегда обращалось серьезное внимание.

Каждый раз через 1 или 2 дня после полива шла рыхление почвы конной планеткой или мотыгой. При этом одновременно с рыхлением почвы шла полка сорняков. От этих мероприятий участки имели вполне культурный вид.

ОПЫТ 1936 года

В опыте 1936 года нами для изучения была взята одна дозировка минеральных удобрений $N-90$, P_2O_5-120 и K_2O-45 кг/га.

В опытах прошлых лет эта дозировка давала наилучшие результаты в повышении урожая томатов.

Фосфор, вносимый в виде суперфосфата, равномерно разбрасывался по всей делянке и заделывался (как было уже сказано выше) ручным способом мотыгами.

Азотные и калийные удобрения (сульфат-аммония и калийная 40% соль) давались в разные сроки, но при общей сумме питательных веществ за вегетационный период $N-90$, K_2O-45 . Эти удобрения вносились в сухом виде путем ручного их разбрасывания лентой с обеих сторон куста и с последующей заделкой мотыгой.

В опыте 1936 г. было 13 вариантов (схему опыта см. в табл. 2).

Учетная делянка взята размером 54 кв. м ($10 \times 5,4$). В опыте была принята 4-кратная повторность.

В течение вегетационного периода как в 1936 г., так и в 1937 г. проводились фенологические наблюдения, измерялся рост растений, учитывалась заболеваемость растений и т. д.

Данные измерения роста растений в 1936 г. показывают на усиление интенсивности роста растений от удобрений вообще; разные сроки внесения удобрений не сказались на изменении интенсивности роста.

Наиболее раннее цветение и плодоношение у растений наблюдалось у варианта, получившего все удобрения при посадке растений в один срок. К 26/VI наибольший процент растений, завязавших плоды, наблюдался, кроме того, у варианта, получившего азотное удобрение в 3 срока по фосфорно-калийному фону, данному растениям при посадке.

18 июня нами был произведен поделночный подсчет больных растений вирусными заболеваниями. В результате этого учета мы пришли к следующим выводам:

1. Наибольшее количество растений, больных мозаикой, наблюдалось в варианте, у которого половинное количество азота и калия давалось в начале, при посадке, одновременно с внесением фосфора, половинная же доза азота—калия давалась при начале плодоношения.

2. Как общее правило, наблюдалось увеличение растений, больных мозаикой, при недостаточном обеспечении растений азотным и калийным питанием в начале их развития. Запаздывание со временем внесения азотно-калийной подкормки до момента плодоношения томатов вызывало увеличение заболеваемости.

С 20 июля начинаются первые сборы урожая томатов.

Всего за весь период в 1936 г. проведено 11 сборов. При уборке томатов нами проводилось сортирование их на товарные плоды, нетоварные и больные. Те и другие каждый раз подсчитывались отдельно и взвешивались на десятичных весах по каждой делянке отдельно.

Приводим ниже средние данные по учету урожая томатов опыта 1936 г. (см. табл. 3).

Рассматривая приводимые в таблице данные по учету урожая опыта 1936 г., мы приходим к следующим выводам:

1) Подкормка азотом и калием оказывает определенный эффект в повышении урожая томатов при условии достаточного обеспечения растений питательными элементами в начале своего развития. Точно также, только на фоне достаточного обеспечения растений питательными элементами в начале вегетационного периода, положительно действует подкормка одним азотом (45 кг/га), проводимая в момент цветения.

Задержка с подкормкой азотом до момента плодоношения растений вызывает некоторое снижение урожая.

2) Подкормка калием по азотно-фосфатному фону не вызывает заметного повышения урожая, но сильно сказывается на улучшении качества получаемой продукции, как мы увидим ниже.

3) Взятая в 1936 г. дозировка $N_{90} P_{120} K_{45}$ для изучения действия различных сроков внесения была мала.

Таблица 2

Данные химического анализа плодов томатов. Опыт 1936 года.

Название варианта			В % к сырому весу					В % к контролю	
Удобрения внесены									
При посадке	При начале цветения	При начале плодоношения	Влажность	Сухой остаток	Инвертный сахар	Общая кислотность	Отношение сахара к кислоте	Содержание сахара	Общая кислотность
0	0	0	91,95	8,05	2,8	0,75	3,7:1	51,8	107,1
$P_{120} N_{90} K_{45}$	—	—	91,85	8,15	5,4	0,70	8,8:1	100	100
P_{120}	$N_{90} K_{45}$	—	91,15	8,85	5,2	0,67	7,7:1	96,2	95,7
P_{120}	—	$N_{90} K_{45}$	92,25	7,75	5,1	0,68	8,9:1	94,4	97,1
$P_{120} N_{30} K_{15}$	$N_{30} K_{15}$	$N_{30} K_{15}$	91,75	8,25	5,0	0,40	12,5:1	92,5	57,1
$P_{120} N_{30} K_{45}$	N_{30}	N_{30}	93,50	6,50	3,9	0,89	4,3:1	72,7	127,1
$P_{120} N_{90} K_{15}$	K_{15}	K_{15}	90,30	9,70	2,9	0,49	5,9:1	53,7	70,0
$P_{120} N_{45} K_{20}$	$N_{45} K_{20}$	—	92,10	7,90	4,3	1,02	4,3:1	79,6	145,7
$P_{120} N_{45} K_{20}$	—	$N_{45} K_{20}$	91,20	8,80	3,9	0,78	5:1	72,2	111,4
$P_{120} N_{45} K_{45}$	N_{45}	—	90,70	9,30	8,1	0,62	13:1	150,0	88,5
$P_{120} N_{45} K_{45}$	—	N_{45}	91,20	8,80	3,0	0,56	5,3:1	55,5	80,0
$P_{120} N_{90} K_{20}$	K_{20}	—	92,75	7,25	4,2	0,37	11,3:1	77,7	52,8
$P_{120} N_{90} K_{20}$	—	K_{20}	90,65	9,35	3,7	0,59	6,2:1	68,5	84,2

Средние данные по учету урожая томатов

Название варианта			Средний урожай в центнерах на гектар					
Время внесения удобрений			Товарных плодов			Общий урожай плодов M ± m *	Больных	
При посадке	При начале цветения 24/VI	При начале плодоношения 31/VII	Зрелых	Зеленых	Всего			
д о з а			Зрелых	Зеленых	Всего	Нетоварных		
Без удобрений			234,84	52,16	287,10	19,04	306,06 ± 0,13	2,89
P ₁₂₀ N ₉₀ K ₄₅	—	—	263,86	59,66	323,52	34,52	358,04 ± 1,02	3,97
P ₁₂₀	N ₉₀ K ₄₅	—	281,37	54,01	335,38	25,84	361,22 ± 0,93	2,37
P ₁₂₀	—	N ₉₀ K ₄₅	262,74	56,67	319,41	21,91	341,32 ± 0,10	1,65
P ₁₂₀ N ₃₀ K ₁₅	N ₃₀ K ₁₅	N ₃₀ K ₁₅	238,37	61,48	293,85	27,35	327,20 ± 0,54	2,08
P ₁₂₀ N ₃₀ K ₄₅	N ₃₀	N ₃₀	266,67	59,55	326,22	22,29	348,0 ± 0,63	2,07
P ₁₂₀ N ₉₀ K ₁₅	K ₁₅	K ₁₅	289,90	51,94	341,91	31,93	372,84 ± 1,11	4,30
P ₁₂₀ N ₄₅ K ₂₀	N ₄₅ K ₂₀	—	288,25	60,89	349,17	40,35	389,52 ± 1,14	3,52
P ₁₂₀ N ₄₅ K ₂₀	—	N ₄₅ K ₂₀	289,07	59,67	348,74	28,03	376,77 ± 1,12	4,05
P ₁₂₀ N ₄₅ K ₄₅	N ₄₅	—	296,50	52,17	347,67	28,75	376,41 ± 2,03	2,86
P ₁₂₀ N ₄₅ K ₄₅	—	N ₄₅	290,93	47,31	338,24	27,37	365,61 ± 1,01	4,12
P ₁₂₀ N ₉₀ K ₂₀	K ₂₀	—	261,74	60,57	322,31	30,26	351,57 ± 0,34	2,68
P ₁₂₀ N ₉₀ K ₂₀	—	K ₂₀	286,99	49,21	336,20	34,74	370,94 ± 0,51	3,83

$$* \pm m = \frac{\alpha}{\sqrt{n}} \text{ и } \alpha = \pm \sqrt{\frac{\xi d^2}{n-1}}$$

Таблица 3

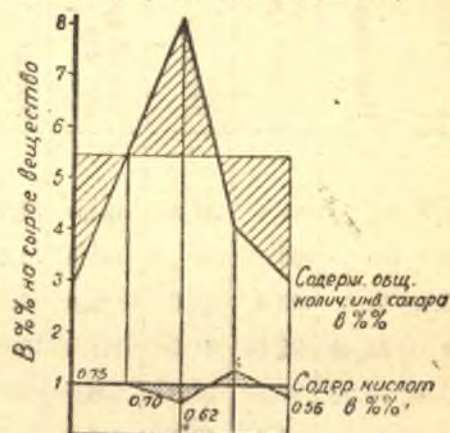
опыта 1936 года (из 4-х повторностей)

В % к удобренному варианту в один срок при посадке						Общий урожай в % к варианту без удобрений	В % к общему урожаю плодов					
Товарных плодов			Нетоварных	Общий урожай	Больных		Товарных плодов			Нетоварных	Общий урожай	Больных
Зрелых	Зеленых	Всего					Зрелых	Зеленых	Всего			
89,0	87,42	88,71	55,7	85,4	97,3	100,0	76,7	17,0	93,7	6,3	100	0,94
100,0	100	100	100	100	100	116,9	73,6	16,6	90,2	9,8	100	1,10
106,64	90,52	103,66	74,8	100,8	59,6	118,0	80,6	17,7	98,3	1,7	100	0,65
99,57	94,98	98,72	63,40	95,83	41,5	111,4	76,9	16,6	93,5	6,5	100	0,48
90,33	103,05	92,68	79,20	91,30	52,3	106,9	72,8	18,7	91,8	8,5	100	0,63
101,06	99,81	100,83	64,50	97,3	52,1	113,7	76,5	17,0	93,5	6,4	100	0,59
109,86	87,06	105,68	92,40	104,4	108,3	121,8	77,5	19,8	91,3	8,7	100	1,13
109,25	102,06	107,92	116,8	108,7	88,6	127,2	74,0	15,6	89,6	10,4	100	0,9
109,55	100,01	107,79	81,1	105,2	102,0	123,1	76,7	15,8	92,5	7,5	100	1,7
112,37	85,76	107,45	83,2	105,1	72,0	122,8	78,7	13,5	92,2	7,8	100	0,75
110,25	79,29	104,50	79,29	102,1	103,7	119,4	79,5	12,9	92,4	7,5	100	1,12
99,19	101,52	93,67	87,65	101,5	57,5	114,8	74,5	17,1	91,6	8,3	100	0,77
108,76	82,48	103,91	100,6	103,6	96,4	121,1	77,3	13,2	90,5	9,5	100	1,03

4 сентября нами были взяты пробы плодов с каждой делянки по 3 шт., из которых собирали средние пробы в 12 плодов для каждого варианта. Эти плоды поступали для анализа в химическую лабораторию кафедры агрохимии СХИ. Определение влажности плодов проводили путем высушивания при 105°C.

Общее содержание инвертного сахара в плодах проводили по методу Макс-Мюллера. Общую кислотность плодов определяли путем титрования 1/10 п NaON (кислотность выражаем в яблочной кислоте).

Влияние дробного внесения азота на содержание сахара и кислотность в плодах томатов (полевой опыт 1936 г.)



Время внесения удобрений	при посадке	—	$P_{120}N_{90}K_{45}$	$P_{120}N_{45}K_{45}$	$P_{120}N_{30}K_{45}$	$P_{120}N_{45}$
	при цветении	—	—	N_{45}	N_{30}	—
	при плодоношении	—	—	—	N_{30}	N_{45}

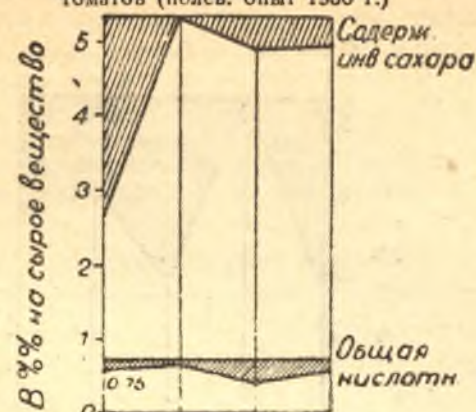
Рис. 1.

Анализируя полученные материалы, мы должны сказать следующее:

1) Минеральные удобрения значительно повышают содержание сахара в плодах томатов (без удобр. 2,8, NPK—5, 4), расширяя соотношение между содержанием сахара и кислотностью плодов.

2) Наиболее расширенное соотношение между содержанием сахара и кислотностью наблюдалось в варианте с внесением азота в момент цветения по фону $P_{120}N_{45}K_{45}$, у этого варианта наблюдалось и наибольшее содержание сахара в плодах томатов.

Влияние времени внесения $N_{90}K_{45}$ на содержание сахара и кислотность томатов (полев. опыт 1936 г.)



Время внесения удобрений	При посадке	—	$P_{120}N_{90}K_{45}$	P_{120}	P_{120}
	При цветении	—	—	$N_{90}K_{45}$	—
	При плодоношении	—	—	—	$N_{90}K_{45}$

Рис. 2.

Опыт 1936 г. позволяет нам сделать следующие общие выводы:

1) в момент посадки томатов в грунт растения должны быть обеспечены достаточным количеством питательных веществ (азота не менее 45 кг/га, фосфора 120 кг/га и калия 45 кг/га);

2) первая подкормка азотом 45 кг/га должна быть дана не позже начала цветения, дальнейшее запаздывание с подкормкой приводит к увеличению заболеваемости томатов, и, наконец, к снижению урожая;

3) при внесении по фону $P_{120}K_{45}N_{30}$ двух азотистых подкормок по 30 кг/га, не дает положительного эффекта перед внесением азота в первую подкормку 45 кг/га по фону $P_{120}K_{45}N_{45}$;

4) при установлении сроков внесения подкормки следует брать большие дозировки, чем брали мы в 1936 г.

Опыты 1937 года

В 1937 г. мы, при составлении схемы опыта, прежде всего обращали внимание на фон, по которому будут даваться различные подкормки.

Нами было поставлено два опыта: первый с подкормками по фону из минеральных удобрений и второй по навозному фону. Разберем вначале первый опыт—изучение действия подкормок по минеральному фону.

Влияние дробного внесения калия на содержание сахара и кислотность томатов (полев. опыт 1936 г.)



Время внесения удобрений	При посадке	—	P_{120} N_{90} K_{45}	P_{120} N_{90} K_{15}	P_{120} N_{90} K_{20}	P_{120} N_{90} K_{20}
	При цветении	—	—	K_{15}	K_{25}	—
	При плодоношении	—	—	K_{15}	—	K_{25}

Рис. 3.

Опыт № 1—1937 г.

Схема опыта нами была составлена следующим образом:

Внесено при посадке растений 26/V	Дано подкормки			Всего внесено за вегетационный период удобрений
	До цветения 16/VI	При начале цветения 25/VI	При начале плодонош. 27/VII	
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	—	—	$N_{70} P_{60} K_{45}$
$N_{60} P_{60} R_{45}$	N_{10}	$N_{60} P_{60} K_{45}$	—	$N_{130} P_{130} K_{90}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{30} P_{30} K_{25}$	$N_{30} P_{30} K_{20}$	$N_{130} P_{120} K_{90}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{60} P_{60}$	—	$N_{130} P_{120} K_{45}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{30} P_{30}$	$N_{30} P_{30}$	$N_{130} P_{60} K_{90}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{60} K_{45}$	—	$N_{130} P_{60} K_{45}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{30} K_{22,5}$	$N_{30} K_{22,5}$	$N_{130} P_{60} K_{90}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	N_{60}	—	$N_{130} P_{60} K_{45}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{30} P_{30} K_{45}$	$N_{30} P_{60} K_{45}$	$N_{130} P_{60} K_{45}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{60} P_{60}$	$N_{60} P_{60}$	$N_{100} P_{180} K_{135}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	$N_{60} P_{60}$	$N_{60} P_{60}$	$N_{100} P_{180} K_{45}$
$N_{60} P_{60} K_{45}$	N_{10}	N_{60}	—	$N_{100} P_{60} K_{45}$
Без удобрений	—	—	—	—

Опыт был заложен при 4-кратной повторности и при величине делянки в 54 кв. м (10 × 5,4).

В опыте 1937 г. нельзя было подметить какую-либо зависимость между ростом растений и даваемой дозировкой удобрений или сроком внесения их.

В вариантах, получивших в подкормку один азот, наблюдалась вначале заметная задержка в цветении растений. Позднее этот вариант по интенсивности цветения выравнивается с другими вариантами, что видно из нижеприводимой таблицы:

Таблица 4

Процент цветущих растений

Название варианта	20/VI	30/VI	8/VII	15/VII
фон ($N_{60} P_{60} K_{45} + N_{10}$)	34	60,9	63,3	90,1
фон + подкормк. $N_{60} P_{60} K_{45}$	64,5	74,0	83,9	100
фон + $N_{30} P_{30} K_{25}$	66,2	71,4	88,3	100
фон + $N_{60} P_{60}$	54,2	70,9	71,3	98,1
фон + $N_{30} P_{30} + N_{30} P_{30}$	61,2	62,5	70,0	89,3
фон + $N_{60} K_{45}$	48,2	61,3	75,4	83,1
фон + $N_{30} K_{2,5} + N_{30} K_{2,5}$	57,7	59,0	74,0	91,0
фон + N_{60}	33,1	57,1	80,0	93,1
фон + $N_{60} + N_{30}$	54,3	63,1	73,1	86,7
фон + $N_{60} P_{50} K_{45} + N_{60} P_{60} K$	53,9	63,1	74,4	100
фон + $N_{60} P_{60}$	51,6	70,9	76,1	99,9
фон + $N_{60} + N_{60}$	49,0	70,3	78,6	98,0
Без удобрений	28,3	48,2	62,3	78,3

Начиная со 2 августа начались на опытном участке сборы помидоров. Всего за вегетационный период проведено 9 сборов. Недостаток для уборки рабочих на третьем отделении совхоза „Ударник“, да кроме того отсутствие автотранспорта для отправки продукции в город, не позволили нам в 1937 г. выдержать вначале намеченный график сборов плодов через два дня на третий.

Сравнивая различные системы подкормок томатов, примененных в опыте 1937 г. мы, должны сказать следующее:

Влияние односторонней подкормки растений азотом

Название вариантов			Урожай в ц/га плодов			В % к контролю без подкормки
Удобрение вносилось			Товарный	Нетоварный	Общий	
При посадке и до цветения	При цветении	При плодоношении				
$N_{60} P_{60} K_{45} + N_{10}$	—	—	412,61	1,69	414,30	100
$N_{60} P_{60} K_{45} + N_{10}$	N_{60}	—	382,46	1,30	383,76	92,3
$N_{60} P_{60} K_{45} + N_{10}$	N_{60}	N_{60}	399,74	1,83	401,58	96,9

1. Односторонняя подкормка только азотом вызывает сильный рост вегетативной массы у растений с одновременным уменьшением количества плодов на растениях, а поэтому и уменьшение общего урожая.

2. Сравнивая систему односторонней подкормки азотом с подкормкой одновременно и азотом и фосфором, мы наблюдаем общую тенденцию к увеличению урожая от дополнительного внесения фосфора.

Название вариантов			Урожай в ц/га плодов			В % к контролю без подкормки
Удобрение вносилось			Товарный	Нетоварный	Общий	
При посадке и до цветения	При цветении	При плодоношении				
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	N_{60}	—	382,46	1,30	383,76	92,3
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}$	—	441,18	2,18	443,36	107,5
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	N_{60}	N_{60}	399,74	1,83	401,58	96,9
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}$	$N_{60}P_{60}$	456,48	1,39	457,87	110,1

3. При сравнении системы подкормки из NP и NPK, получаемых в один прием, и ту же дозу в два приема, наблюдается увеличение урожая при дробном внесении подкормки от NPK на + 3,9 и наоборот уменьшение от NP на 11,3%.

Название вариантов			Урожай в ц/га			В % к общему урожаю к контролю без подкормки
Удобрение вносилось			Товарный	Нетоварный	Общий	
При посадке и до цветения	При цветении	При плодоношении				
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}$	—	441,18	2,18	443,36	107,5
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{30}P_{30}$	$N_{20}P_{20}$	397,60	1,96	398,56	96,2
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}K_{45}$	—	424,58	2,68	427,26	103,2
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{30}P_{30}K_{20}$	$N_{30}P_{30}K_{20}$	441,38	2,21	443,60	107,1

При сравнении систем дробной подкормки NP и NPK, при пониженных дозах (в два приема) мы наблюдаем увеличение общего урожая от дополнительной дачи K на + 10,9%.

4. Сравнивая систему подкормки в два приема по $N_{60}P_{60}$ с системой подкормки по $N_{60}P_{60}K_{45}$ мы наблюдаем на 3,7% повышение общего урожая от дополнительного внесения калия.

Название вариантов			Урожай в ц/га плодов			В % к общему урожаю к контролю без подкормки
Время внесения удобрений			Товарный	Нетоварный	Общий	
При посадке и до цветения	При цветении	При плодоношении				
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}K_{45}$	$N_{60}P_{60}K_{45}$	466,58	3,61	470,20	113,8
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}$	$N_{60}P_{60}$	456,48	1,39	457,87	110,1

5. Увеличивая количества даваемых удобрений в подкормках в виде всех трех форм удобрений (N, P и K), мы наблюдаем систематическое увеличение урожая (+ 13%) при сравнении с контролем без подкормки.

Название вариантов			Урожай в ц/га плодов			В % к общему урожаю к контролю по удобрениям $N_{60}P_{60}K_{45}$
Время внесения удобрений			Товарный	Нетоварный	Общий урожай	
При посадке и до цветения	При цветении	При плодоношении				
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	—	—	412,61	1,69	414,30	100
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}K_{45}$	—	424,58	2,68	427,26	102,6
$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{10}$	$N_{60}P_{60}K_{45}$	$N_{60}P_{60}K_{45}$	466,58	3,61	470,20	113,8

Качество плодов томатов при разных системах подкормки

2/IX 1937 г. при 7-м сборе томатов были взяты средние пробы с каждой делянки по 4 штуки, затем от каждого варианта составлялись пробы по 16 плодов, которые и шли на анализ.

Влажность плодов определялась простым высушиванием при $t 105^{\circ}C$. Кислотность определялась методом титрования $1/20$ п NaOH, данные титрования переводились на яблочную кислоту.

Общее содержание инвертного сахара проводили по методу Макс-Мюллера.

Данные результатов анализов приводятся нами в следующей табл. 6.

Сравнивая результаты анализов плодов различных вариантов, мы должны сказать следующее:

1. Влажность плодов мало колеблется от изучаемых вариантов. Наибольший процент сухого остатка (5,23 и 5,31) дают плоды от вариантов двукратной подкормки минеральным удобрением NP и NPK. Наименьший процент сухого вещества в плодах получен в варианте с двукратной подкормкой $N_{30}K_{20}$.

2. Во всех вариантах при односторонней подкормке одним азотом при сравнении их с вариантом без подкормки заметно снижается процент содержания инвертного сахара с одновременным уменьшением общей кислотности плодов.

3. Внесение в подкормке при цветении вместе с азотом и фосфора еще более заметно уменьшает процент содержания сахара плодов при почти неизменяющейся общей кислотности их.

4. Во всех случаях внесения в подкормке всех трех элементов NPK заметно увеличивается процент содержания сахара, при одновременном некотором увеличении общей кислотности плодов.

5. Наилучшее соотношение между процентом содержания сахара и общей кислотностью наблюдалось в вариантах, получивших в подкормку N_{60} , но не следует забывать, что этот же вариант дал наименьший процент содержания сахара (всего 57,13% на сух. вещество). Хорошее соотношение (1:9) дал вариант с подкормкой $N_{60}K_{45}$.

Данные по учету урожая полевого опыта

Название вариантов				В ц/га						
Доза внесения удобрений				Товарных плодов			Неговарных плодов	Общий урожай плодов M ± m *	Больных плодов	
При посадке	До цветения	При цветении	При плодоношении	Зрелых	Зеленых	Всего				
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	—	—	390,12	22,49	412,61	1,69	414,30 ± 0,98	1,37	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	—	397,35	27,23	424,58	2,68	427,26 ± 1,11	2,28	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₂₅	N ₃₀ P ₃₀ K ₂₀	417,19	24,29	441,38	2,21	443,60 ± 1,14	2,17	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₆₀	—	364,10	18,36	382,46	1,30	383,76 ± 0,89	1,30	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₃₀ P ₃₀	N ₃₀ P ₃₀	367,26	30,34	397,60	1,96	398,56 ± 1,12	1,73	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₆₀ K ₄₅	—	392,05	31,22	423,27	1,39	424,66 ± 1,23	1,26	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₂₀ K _{22,5}	N ₃₀ K ₂₅	Вариант погиб						
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₆₀ P ₆₀	—	414,07	28,11	441,18	2,18	443,36 ± 1,21	1,85	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₃₀	N ₃₀	421,33	27,03	448,35	2,54	450,91 ± 1,24	2,45	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	444,10	22,48	466,58	3,61	470,20 ± 2,13	3,52	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₆₀	429,80	26,68	456,48	1,39	457,87 ± 1,87	0,95	
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	N ₁₀	N ₆₀	N ₆₀	373,96	25,78	399,74	1,83	401,58 ± 1,53	1,57	
Без удобрений				190,30	20,10	210,40	1,16	211,56 ± 1,23	1,08	

$$\pm = \frac{\alpha}{\sqrt{n}} \text{ и } \alpha = \pm \sqrt{\frac{\xi d^2}{n-1}}$$

Таблица 5

№ 1 1937 г. (средние из 4-х повторностей)

В % к варианту без подкормки							В % к общему урожаю						
Товарных плодов			Неговарных плодов	Общий урожай плодов	Больных плодов	Общий урожай плодов в % к варианту без удобрений	Товарных плодов			Неговарных	Общий урожай	Больных	
Зрелых	Зеленых	Всего					Зрелых	Зеленых	Всего				
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	195,8	94,17	5,42	99,59	0,41	100	0,33	
101,8	121,0	102,9	158,5	103,2	166,4	201,9	93,02	6,37	99,39	0,61	100	0,53	
106,9	107,5	106,9	130,7	107,1	158,3	209,6	94,06	5,45	99,51	0,49	100	0,48	
93,3	81,6	92,6	80,4	92,3	94,8	181,4	94,89	4,78	99,67	0,33	100	0,33	
94,1	134,9	96,3	115,9	96,2	126,2	188,3	91,41	7,61	99,02	0,98	100	0,43	
101,2	138,8	102,5	82,2	102,5	91,9	108,7	92,33	7,35	99,68	0,32	100	0,29	
106,1	124,9	106,9	128,9	107,5	135,0	209,5	93,17	6,34	99,51	0,49	100	0,41	
108,0	120,1	108,6	150,2	108,8	178,8	213,3	93,45	5,99	99,44	0,56	100	0,54	
113,8	99,9	113,0	213,6	113,7	256,9	222,2	94,46	4,78	99,24	0,76	100	0,74	
110,1	118,6	110,6	82,2	110,5	69,3	216,4	93,88	5,82	99,70	0,30	100	0,20	
95,8	114,6	96,8	108,2	96,9	114,5	189,8	93,14	6,41	99,55	0,45	100	0,39	
48,7	89,7	51,0	68,6	51,1	78,8	100,0	90,1	9,5	99,60	0,40	100	—	

Данные химического анализа плодов томатов полевого опыта № 1 1937 г.

Название варианта	Время внесения		Средний вес 1 плода	В % на сырое вещество				% на сухое вещество		Отношение содержания сахара к общей кислотности		В % к фону	
	При посадке	При цветении		При плодоношении	Влажность	Сухой остаток	Кислот. общая (абс. кислот.)	Содержание нитратного сахара	Общая кислотность	Содержание нитратного сахара	Содержание общей кислотности	Содержание нитратного сахара	Содержание общей кислотности
Доза внесения на га в кг	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅		N на все делянки до цветения внесено по 10 кг	44,7	95,31	4,69	0,42	2,82	8,94	60,06	1:6,7	100,0	100,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅			74,5	96,13	3,87	0,43	2,71	11,10	69,99	1:6,3	123,2	116,0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₂₀			73,0	96,18	3,82	0,39	2,39	10,20	62,54	1:6,1	113,0	103,0
	N ₆₀ P ₆₀			90,1	95,05	4,95	0,42	2,34	8,48	47,26	1:4,5	94,0	78,0
	N ₃₀ P ₃₀			67,0	96,15	3,85	0,54	2,87	14,02	74,53	1:5,3	155,0	123,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅			72,0	95,92	4,08	0,29	2,66	7,10	65,17	1:9,1	155,0	108,0
	N ₃₀ K _{22,5}			71,5	96,43	3,57	0,44	2,82	12,22	79,01	1:6,4	135,0	131,0
	N ₆₀			45,6	95,17	4,83	0,26	2,76	5,38	57,13	1:10,6	59,0	94,0
	N ₃₀			66,8	95,05	4,95	0,40	3,04	8,08	63,21	1:7,8	89,0	105,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅			65,0	94,77	5,23	0,70	3,94	13,38	74,33	1:5,5	148,0	123,0
	N ₆₀ P ₆₀			65,0	94,69	5,31	0,49	3,35	9,22	63,08	1:7,9	102,0	104,7
	N ₆₀			66,5	95,16	4,84	0,37	2,92	7,64	60,32	1:7,8	84,8	100,1
	Без удобрений			42,5	95,16	4,84	0,41	2,31	8,47	47,77	1:5,6	97,6	81,1

Большой процент содержания сахара наблюдался в варианте, полученном в подкормке два раза N₆₀P₆₀K₄₅.

Общий вывод из первого опыта 1937 г.

1. Система подкормки томатов должна строиться на внесении одновременно с азотом и фосфора и калия.
2. Добавление в подкормку к азоту и фосфору калия вызывает в сильной степени увеличение сахаристости плодов.
3. Из всех изучаемых систем подкормки в нашем опыте наилучшие результаты показала та, при которой растения получали удобрения в следующих количествах и в следующие сроки:

при посадке внесено	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	} всего дано удобрений:	N ₁₀₀
до цветения	N ₁₀		P ₁₆₀
при цветении	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅		K ₁₂₅
при плодоношении	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅		

Опыт № 2—1937 г.

По соседству с первым опытом был заложен другой по изучению действия подкормки по наземному фону. 10 мая был подвезен перепревший конский навоз (из расчета 40 т/га), который равномерно был разбросан по участку, 12 мая он был заделан тракторным многолемешным плугом, при одновременном бороновании бороною „Зиг-Заг“ в 1 след. 21 мая участок был снова заборонан в 2 следа бороною „Зиг-Заг“. 26 мая нарезаны были агрегатом борозды на расстоянии 110 см борозда от борозды. 28 мая произведена посадка томатной рассады в грунт. Рассада томатов сорта „Спарк Эрлиана“ была выведена при одних и тех же условиях, как и в первом опыте 1937 г.

Опыт был заложен при 4 кратной повторности. Делянка принята размером в 54 кв. м (10 × 5,4). Уход за посевом (полив, рыхление, полка и пр.) был аналогичным с 1-м опытом.

Схема опыта

Фон—навоз	Подкормка минеральными удобрениями	
	При цветении	При плодоношении
1. 40 т/га	—	—
2. 40 „	K ₄₅	—
3. 40 „	P ₆₀	—
4. 40 „	N ₆₀	—
5. 40 „	N ₆₀ P ₆₀	—
6. 40 „	K ₄₅ N ₆₀	—
7. 40 „	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	—
8. 40 „	N ₆₀ P ₆₀	—
9. Без удобрения	—	N ₆₀ P ₆₀

За вегетационный период было проведено 9 сборов. Ниже приводим данные по учету урожая (см. табл. 7).

Данные по учету урожая томатов полевого опыта № 2 1937 г.
(Средние данные из 4-х повторностей)

Название варианта			В и на га плодов						В % к варианту с навозом без подкормки				Общий урожай в % к неубр. варианту		
Основное удобрение	Подкормка		Товарных		Всего $M \pm m$	Болезных	Товарных		Болезных	Урожай	Нетоварных	Товарных		Болезных	
	При цветении	При плодоношении	Зрелых	к % от общ. урожая			Зрелых	Всего				Зрелых	Всего		
Навоз 40 т	—	—	326,66	26,69	353,36	0,94	354,40 ± 1,11	0,94	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	167,5	
"	P ₆₀	—	347,14	14,30	361,44	1,89	363,33 ± 2,33	1,08	106,2	53,4	103,37	200,0	102,4	114,0	171,8
"	N ₆₀	—	311,41	17,80	329,21	0,84	340,05 ± 2,50	0,27	96,2	66,5	97,01	89,0	95,89	98	160,7
"	N ₆₀ P ₆₀	—	344,67	13,62	358,29	2,44	360,78 ± 1,31	2,44	105,4	60,9	102,47	248,0	101,7	248	170,5
"	N ₆₀ K ₄₅	—	305,71	16,26	321,97	2,15	324,12 ± 3,10	2,12	93,5	60,81	92,08	228,0	91,40	225	153,2
"	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	—	350,60	20,38	370,98	2,08	373,06 ± 1,35	2,02	107,2	76,22	106,1	221,0	105,2	214	176,3
"	N ₆₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₆₀	345,52	18,70	364,22	2,95	386,18 ± 2,38	2,95	105,7	69,9	104,16	233,3	108,9	233	182,5
"	K ₄₅	Вариант	выпал	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Без удобрений	—	—	190,30	20,10	210,4	1,16	211,56 ± 1,13	1,08	58,3	375,5	59,6	124,2	59,6	114,8	100

Рассматривая приведенные данные второго опыта 1937 г., по изучению действия подкормок из минеральных удобрений, приводимых по навозному фону, мы должны сделать следующий вывод:

1. По навозному фону особое значение приобретает подкормка фосфором при цветении томатов в количестве 60 кг P₂O₅ (прибавка получена от этого варианта + 8,08 ц/га, при сравнении с контролем — навоз без подкормки).

2. Наибольшая масса товарной продукции получена в варианте с подкормкой N₆₀ P₆₀ K₄₅ (+ 17,62 ц/га при сравнении с контролем — навоз без подкормки). Полученная прибавка обеспечивалась, повидимому, наличием в подкормке как фосфора, так и калия.

3. Сопоставляя вариант, получивший в подкормку один фосфор, с вариантом, получившим фосфор + азот, мы наблюдаем даже некоторое уменьшение урожая от дополнительной дачи азота (— 3,15 ц/га).

4. При применении односторонней подкормки одним азотом наблюдается еще сильнее падение урожая при сравнении с вариантом, получившим один навоз. Вегетативная масса бурно при этом развивается и плодоношение сильно уменьшается.

5. Сравнимый вариант с подкормкой N₆₀ P₆₀ с вариантом N₆₀ P₆₀ K₄₅, мы наблюдаем рост урожайности товарных плодов (+ 12,69 ц/га) за счет дополнительной дачи калия в подкормке.

6. По навозному фону мы должны рекомендовать подкормку в первую очередь фосфором, затем калием и, наконец, азотом.

1/IX нами были взяты пробы плодов томатов для производства химического анализа. Методика взятия проб и методы анализа были такие же, как в первом опыте. Данные анализа нами приводятся в следующей таблице (табл. 8).

На основании рассмотрения полученных данных по анализу плодов мы должны сказать следующее:

1. Наибольшее содержание сахара имеют плоды, получившие в подкормке калий или калий + азот.

Одностороннее внесение в подкормке одного азота уменьшает содержание инвертного сахара в плодах.

3. Наилучшее соотношение между процентным содержанием общей кислотности и процентным содержанием сахара имеют варианты, получившие в подкормке азот + калий или азот + фосфор.

Общие выводы по второму опыту

1. Один навоз, внесенный непосредственно под томаты весной, вызывает значительное повышение урожая + 67,5% при сравнении с вариантами без удобрения (по 3-му отделению совхоза средний урожай томатов в 1937 г. был 20 т/га, у нас по навозу мы имели урожай 35,4 т/га). Навоз в очень сильной степени сказывается на качестве получаемой продукции. Он вызы-

Химический анализ плодов томатов полевого опыта 1937 г.

Название варианта		Средний вес 1 плода		В % на сырой вес плодов				На сухое вещество		В % к контролю — навоз 40 т/га		Отношен. % содержания общей кислотности к сахару
		Влажность плодов	Сухой остаток	Общая кислотность (ньютонов. кислот.)	Инвертный сахар	Общая кислотность	Инвертный сахар	Общая кислотность	Инвертный сахар			
Перед посадкой	При цветении	При плоношении	Внесение удобрений		В % к контролю — навоз 40 т/га		На сухое вещество		В % к контролю — навоз 40 т/га		Отношен. % содержания общей кислотности к сахару	
			При цветении	При плоношении	Общая кислотность (ньютонов. кислот.)	Инвертный сахар	Общая кислотность	Инвертный сахар				
Навоз 40 т	—	—	—	54,0	93,84	6,16	0,54	5,25	8,76	85,20	100,0	1:9,7
"	K ₄₅	—	—	61,0	94,02	5,98	0,64	5,62	10,70	93,93	122,1	1:8,7
"	P ₆₀	—	—	57,1	93,96	6,04	0,48	5,17	7,94	85,56	90,6	1:10,7
"	N ₆₀	—	—	52,0	93,66	6,34	0,58	5,22	9,14	82,31	104,3	1:9,0
"	N ₆₀ P ₆₀	—	—	62,2	93,92	6,08	0,42	5,40	6,90	88,77	78,8	1:12,8
"	N ₆₀ K ₄₅	—	—	59,3	93,16	6,84	0,42	6,36	6,13	92,91	69,9	1:15,1
"	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	—	—	60,1	93,83	6,17	0,66	5,34	10,69	86,50	122,0	1:8,0
"	N ₆₀ P ₆₀	—	—	61,0	94,30	5,70	0,45	4,95	7,89	86,82	90,0	1:11,0
Без удобрений	—	—	—	42,5	95,16	4,84	0,41	2,31	8,47	47,77	96,6	1:5,6

вает значительное увеличение содержания сахара в плодах томатов (по навозу инвертного сахара 5,25%, без удобрений " " 2,31%, по минеральному удобрению " " 2,82%).

2. Внесение по навозному фону подкормки фосфора (60 кг P₂O₅) в форме суперфосфата вызывает повышение урожая томатов на 3,3%, или в абсолютных цифрах на 8,08 ц/га.

Наибольшая прибавка получена от внесения N₆₀ P₆₀ K₄₅ (+17,62 ц/га), или в процентах от неудобр. +82,5%.

Вегетационные опыты 1936 и 1937 гг.

Параллельно с полевыми опытами нами проводились вегетационные опыты как в 1936 г., так и в 1937 г. С опытного участка перед закладкой опыта нами отбирались средние пробы почвы на глубину пахотного слоя, которые помещались в мешки и направлялись в СХИ, в вегетационный домик. Почва просеивалась через сито 3 м/м и набивалась в сосуды типа Кирсанова (размер 25 × 20) с поддонниками, позволявшими регулировать полив сосудов до полного насыщения почвы водой.

В сосуд набивали по 7 кг почвы на сухой вес. В каждый сосуд высаживалось по 1 растению томатной рассады, выведенной при одинаковых условиях. Сорт томатов взят „Спаркс Эрлиана“.

В течение всего вегетационного периода растения в сосудах поливались до полной влагоемкости почвы, узнаваемой по появлению в поддоннике воды и взвешиванием сосудов. Все растения выдерживались при одинаковых условиях влажности и света, последнее достигалось путем перестановки сосудов на столбиках.

При набивке сосудов почвой вносились первые порции удобрений в форме (NH₄)₂ SO₄, Ca (H₂PO₄)₂ + 2H₂O и KCl в виде химически чистых солей, там, где это требовалось по схеме опыта. Через месяц после высадки растений, т. е. 26/VI, в сосуды внесена была первая подкормка и 23/VII вторая подкормка или из азота и калия, или один азот и один калий. На сосуд вносились удобрения в общей сумме за вегетационный период N—1 г, P₂O₅—1 г и K₂O—1 г.

Рассматривая полученные данные вегетационного опыта 1936 г., приведенные в табл. 9, мы должны сказать следующее: 1. Дробное внесение азота, а также и калия, в условиях вегетационного опыта 1936 г. дает преимущество перед внесением этих удобрений в один срок перед посадкой.

2. Положительное действие подкормки растений азотом, фосфором и калием проявляется лишь в том случае, если растениям обеспечены основные формы питательных веществ, даваемых в начале при посадке.



Внесение удобрений при посадке

P ₁	P ₁	P ₁	P ₁ K ₁ N ₁ ²	P ₁ N ₁ K ₁ ²	P ₁ K ₁ N ₁ ²	P ₁ K ₁ N ₁ ²	P ₁ N ₁ K ₁ ²	P ₁ N ₁ K ₁ ²	P ₁ N ₁ K ₁ ²	P ₁ N ₁ K ₁ ²	P ₁ N ₁ K ₁ ²	Bez удоб- рений
----------------	----------------	----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------

Внесение удобрений при начале цветения растений

—	N ₁ K ₁	N ₁ K ₁ ²	N ₁ ²	K ₁ ²	—	K ₁ ²	—	N ₁ K ₁ ²	N ₁ K ₁ ²	N ₁ K ₁ ²	—	—
---	-------------------------------	--	-----------------------------	-----------------------------	---	-----------------------------	---	--	--	--	---	---

Внесение удобрений при начале плодоношения растений

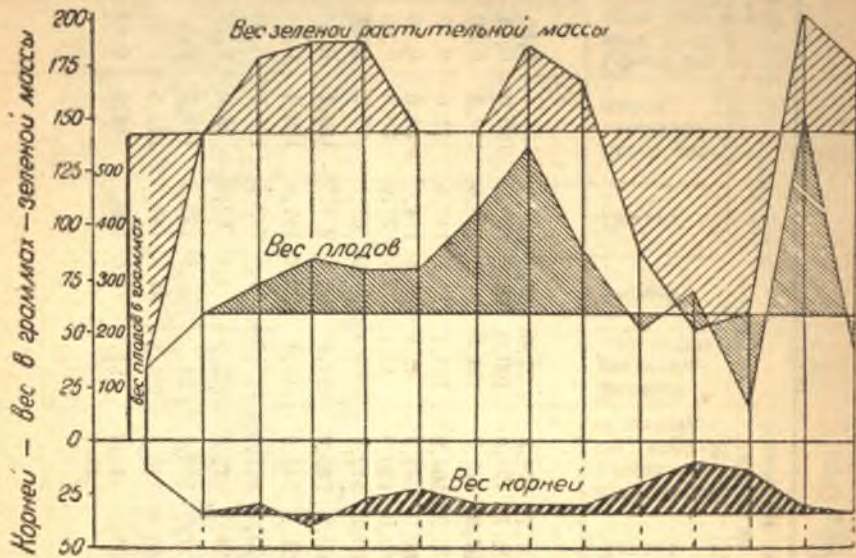
N ₁ K ₁	—	N ₁ K ₁ ²	N ₁ ²	K ₁ ²	—	K ₁ ²	—	N ₁ K ₁ ²	—	N ₁ K ₁ ²	—	—
-------------------------------	---	--	-----------------------------	-----------------------------	---	-----------------------------	---	--	---	--	---	---

Таблица 9

Вегетационный опыт 1936 года

Название варианта, время внесения удобрений	Средний вес из 3-х повтор- ностей в г на сосуд			В %/о				% содержа- ние				
	При начале цветения	При начале плодоношения	Плодов	Корней	Зеленой раститель- ной массы	Плодов	Корней	Зеленой раститель- ной массы	Общей кис- лоты (в аб- солт. числ.)	Инвертного сахара		
N ₁ P ₁ K ₁	—	—	91,7	12,1	31,6	134,8	21,6	37,9	21,6	37,9	0,56	2,58
P ₁ N ₁ ²	—	—	246,7	31,8	146,3	424,8	100,0	100,0	100,0	100,0	0,44	3,40
P ₁ N ₁ K ₁ ²	—	—	267,6	29,1	179,0	475,7	121,3	91,3	121,3	108,6	0,60	2,28
P ₁ N ₁ K ₁ ²	—	K ₁ ²	346,2	35,6	183,0	564,8	125,1	111,7	125,1	140,5	0,33	4,58
P ₁ N ₁ K ₁ ²	—	N ₁ K ₁	281,0	15,1	67,0	363,1	45,8	47,4	45,8	114,0	0,48	4,30
P ₁	—	N ₁ K ₁	68,8	10,5	51,6	130,9	42,1	32,9	42,1	27,9	0,65	3,60
P ₁	—	N ₁ K ₁ ²	204,7	19,0	88,3	312,0	60,4	59,6	60,4	83,1	0,41	3,90
P ₁ N ₁ ² K ₁ ²	—	N ₁ K ₁ ²	563,5	33,5	189,0	786,0	124,4	105,1	124,4	228,8	0,64	2,30
P ₁ N ₁ ² K ₁ ²	—	K ₁ ² N ₁ ²	351,3	26,5	165,0	542,8	112,8	83,2	112,8	142,6	0,54	3,90
P ₁ K ₁ N ₁ ²	—	—	600,4	33,3	223,3	857,0	152,7	104,5	152,7	243,7	0,60	3,35
P ₁ K ₁ N ₁ ²	—	N ₁ ²	154,3	39,0	179,3	372,6	122,6	122,4	122,6	62,6	0,27	3,20
P ₁ K ₁ N ₁ ²	—	N ₁ ²	427,0	28,0	188,3	593,3	94,59	87,9	94,59	173,3	0,57	4,30
P ₁ N ₁ K ₁ ²	—	K ₁ ²	325,1	26,0	183,3	534,4	125,3	81,6	125,3	132,0	0,60	4,00
P ₁ N ₁ ² K ₁ ²	—	N ₁ ² K ₁ ²	335,3	24,1	134,0	493,4	91,6	75,6	91,6	136,1	0,42	4,00

Влияние различных сроков внесения удобрений на урожай зеленой массы, плодов и корней томатов (вегетац. опыт 1936 г.)



Внесение удобрений при посадке

—	$P_1 N_1 K_1$	$P_1 N_1 K_{1/2}$	$P_1 N_1 K_{2/3}$	$P_1 N_1 K_{1/3}$	$P_1 N_{1/2} K_{1/2}$	$P_1 N_{1/2} K_{1/3}$	$P_1 N_{1/2} K_{2/3}$	P_1	P_1	P_1	$P_1 K_1 K_{1/2}$	$P_1 K_1 N_{1/2}$
---	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-------	-------	-------	-------------------	-------------------

Внесение удобрений при цветении

—	—	—	$K_{1/2}$	$K_{2/3}$	$N_{1/3}$	$N_{1/3}$	$N_{1/2}$	—	$N_{1/2} K_{1/2}$	$N_1 K_1$	—	$N_{1/2}$	—
---	---	---	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---	-------------------	-----------	---	-----------	---

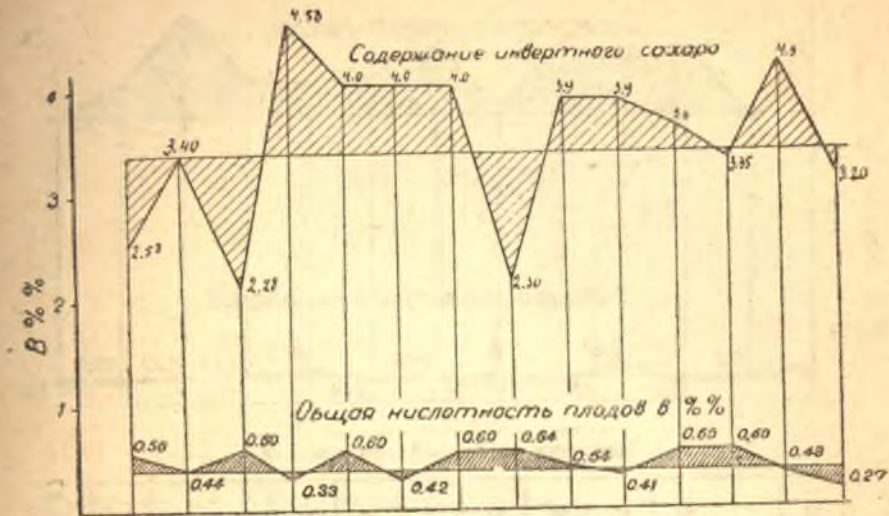
Внесение удобрений при плодоношении

—	—	$K_{1/2}$	—	$K_{2/3}$	$N_{1/3}$	$N_{1/3}$	—	$N_{1/2} K_{1/2}$	$N_{1/2} K_{1/2}$	—	$N_1 P_1$	—	$N_{1/2}$
---	---	-----------	---	-----------	-----------	-----------	---	-------------------	-------------------	---	-----------	---	-----------

Рис. 4.

3. Наибольший урожай с наибольшей растительной массой и сравнительно развитой корневой системой дали варианты: 1) получивший урожай при посадке P_1, K_1, N_2 и при начале цветения $N_{1/2}$ и 2) вариант, получивший при посадке $P_1 K_1 N_1$ и при начале цветения $K_{1/2} N_{1/2}$.

Влияние времени внесения удобрений на содержание сахара и общей кислотности томатов (вегетац. опыт 1936 г.)



Внесение удобрений при посадке

—	$N_1 P_1 K_1$	$P_1 N_1 K_{1/2}$	$P_1 N_1 K_{1/2}$	$P_1 N_1 K_{2/3}$	$P_1 N_{1/2} K_{1/2}$	$P_1 N_{1/2} K_{1/2}$	P_1	P_1	P_1	$P_1 N_{1/2} K_1$	$P_1 N_{1/2} K_1$
---	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------------	-----------------------	-------	-------	-------	-------------------	-------------------

Внесение удобрений при цветении

—	—	$K_{1/2}$	—	$K_{2/3}$	$N_{1/3}$	$N_{1/3}$	$N_{1/2}$	—	$N_{1/2} K_{1/2}$	$N_1 P_1$	—	$N_{1/2}$	—
---	---	-----------	---	-----------	-----------	-----------	-----------	---	-------------------	-----------	---	-----------	---

Внесение удобрений при плодоношении

—	—	—	$K_{1/2}$	$K_{2/3}$	$N_{1/3}$	$N_{1/3}$	—	$N_{1/2} K_{1/2}$	$N_{1/2} K_{1/2}$	—	$N_1 K_1$	—	$N_{1/2}$
---	---	---	-----------	-----------	-----------	-----------	---	-------------------	-------------------	---	-----------	---	-----------

Рис. 5.

4. Наибольший процент содержания сахара наблюдался у вариантов, получивших в подкормке калий (без удобр. процент содержания сахара 2,58 в варианте $P_1 N_1 K_1 + K_{1/2} - 4,58\%$).

Так как опыт 1936 г. показал со всей очевидностью, что вначале своего развития растения были недостаточно обеспечены питательными веществами, то в схеме 1937 г. мы даем

Влияние различных систем подкормки томатов минер. удобрениями на качество плодов (вегет. опыт 1937)



Внесение удобрений при посадке

N_1 P_1K_1	—	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 E_1K_1	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1
-------------------	---	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Внесение удобрений при цветении

N_1 K_1	—	$N_{1/2}$	N_1	P_1	N_1 P_1	N_1 P_1	$N_{1/2}$ $P_{1/2}$	K_1	$N_{1/2}$ $K_{1/2}$	$N_{1/2}$ $P_{1/2}$	N_1 P_1K_1	N_1 P_1K_1
----------------	---	-----------	-------	-------	----------------	----------------	------------------------	-------	------------------------	------------------------	-------------------	-------------------

Внесение удобрений при плодоношении

N_1 K_1	—	$N_{1/2}$	N_1	P_1	—	N_1 P_1	$N_{1/2}$ $P_{1/2}$	—	$N_{1/2}$ $K_{1/2}$	$N_{1/2}$ $P_{1/2}$	—	N_1 P_1K_1
----------------	---	-----------	-------	-------	---	----------------	------------------------	---	------------------------	------------------------	---	-------------------

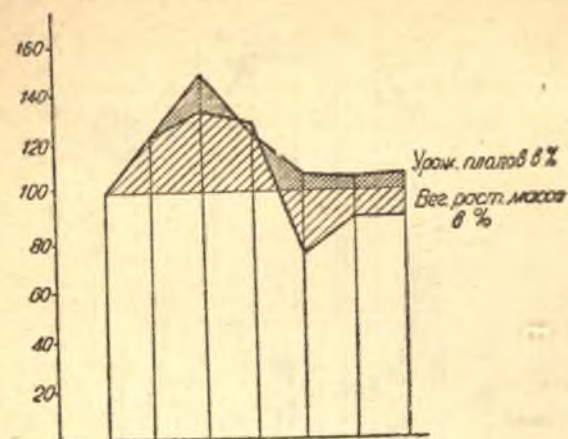
Рис. 6.

во всех вариантах фон из минеральных удобрений в виде $N-1$ г, P_2O_5-1 г и K_2O-1 г на сосуд и по этому фону мы даем различные подкормки.

3 мая была произведена набивка сосудов. 2/VI растения были высажены в сосуды. 2/VII мы дали первую жидкую подкормку тем растениям, где эта подкормка следует по схеме (теми же формами минеральных удобрений) и 22/VII дана вторая жидкая подкормка.

Каких-либо резких различий в ходе роста растений при разных системах подкормок в вегетационном опыте 1937 г. мы не наблюдали.

Влияние подкормки одним азотом, одним фосфором или одним калием на урожай томатов (плодов и вегет. массы). Вегет. опыт. 1937 г.



Подкормка при цветении	—	N_1	$N_{1/2}$	N_1	K_1	P_1	P_1
при плодоношении	—	—	$N_{1/2}$	N_1	K_1	—	P_1

Рис. 7.

Особенно сильная облиственность стеблей томатов и большая вегетативная масса вообще наблюдалась у вариантов, получивших одностороннюю подкормку азотом.

В первых числах июля началось цветение томатов.

Цветение растений во всех сосудах всех вариантов началось дружно, почти в одно время. Некоторая задержка с цветением наблюдалась во всех случаях у сосудов, получивших в подкормке один азот.

28/VI нами было учтено общее количество всех цветов как главного стебля, так и стеблей, появившихся из пазухи листьев. Одновременно подсчитывалось количество опавших цветов.

Наибольшее количество цветов (62) наблюдалось в вариантах, получивших одностороннюю азотистую подкормку и одностороннюю фосфорно-кислую подкормку (60—64). Но у первых вариантов наблюдался одновременно наибольший процент опадения цветов (47%), у вторых процент опадения сравнительно не велик.

21 сентября опыт был закончен. При этом стебли были срезаны и взвешены, корни отмыты и также взвешены. Средние данные по учету урожая и хим. анализу плодов приводятся нами в следующих таблицах 10 и 11, анализируя которые, мы должны сделать следующие выводы:

Влияние подкормки азотом с калием и калием с фосфором на урожай плодов и зеленой массы томатов (вегет. опыт 1937 г.)



Рис. 8.

1. Подкормка томатов одним азотистым удобрением при начале цветения вызывает увеличение урожая при сравнении с вариантом без подкормки на +22,7%. Вторичная подкормка при начале плодоношения азотистым удобрением в том же количестве дает незначительную прибавку в урожае плодов при значительном увеличении вегетативной массы.

При сравнении систем подкормки одним азотистым удобрением, даваемым в полной дозе при цветении, с системой подкормки азотистым удобрением, но даваемым в два приема при цветении и плодоношении, при одинаковом общем количестве питательных веществ, мы наблюдаем от дробного внесения удобрений сильное увеличение урожая плодов с высоким качеством получаемой продукции.

2. Подкормка томатов одним калийным удобрением или одним фосфорнокислым удобрением вызывает сильное уменьшение растительной массы при незначительном повышении урожая плодов.

3. Подкормка томатов калийным и фосфорнокислым удобрениями одновременно в один или два приема вызывает сильное снижение урожая плодов при сравнении с контролем без подкормки.

Название варианта			Всего цветов на 1 растение	Из них опало	% опадения цветов
Дано удобрений					
При посадке	При начале цветения	При начале плодоношения			
Без удобрения	—	—	13,6	1,09	7
$N_1 P_1 K_1$	—	—	53,4	19,6	36,6
$N_1 P_1 K_1$	$N_1 P_1 K_1$	—	51,4	11,0	21,3
$N_1 P_1 K_1$	$N_1 P_1 K_1$	$N_1 P_1 K_1$	43,2	10,0	23,1
$N_1 P_1 K_1$	$N_1 P_1$	—	39,9	22,0	55,1
$N_1 P_1 K_1$	$N_1 P_1$	$N_1 P_1$	46,9	19,6	41,7
$N_1 P_1 K_1$	$N_1 K_1$	—	54,8	17,3	31,5
$N_1 P_1 K_1$	$N_1 K_1$	$N_1 K_1$	45,5	14,6	32,0
$N_1 P_1 K_1$	$K_1 P_1$	—	53,1	18,0	39,8
$N_1 P_1 K_1$	$K_1 P_1$	$K_1 P_1$	25,9	16,3	62,9
$N_1 P_1 K_1$	$N_{1/2} P_{1/2}$	$N_{1/2} P_{1/2}$	39,8	13,3	33,4
$N_1 P_1 K_1$	$N_{1/2} K_{1/2}$	$N_{1/2} K_{1/2}$	44,6	18,6	41,7
$N_1 P_1 K_1$	$P_{1/2} K_{1/2}$	$N_{1/2} K_{1/2}$	57,5	21,6	37,5
$N_1 P_1 K_1$	$P_{1/2} N_{1/2} K_{1/2}$	$N_{1/2} P_{1/2} K_{1/2}$	43,9	19,6	44,6
$N_1 P_1 K_1$	N_1	—	39,1	18,0	45,9
$N_1 P_1 K_1$	N_1	N_1	62,2	29,3	46,8
$N_1 P_1 K_1$	$N_{1/2}$	$N_{1/2}$	45,5	21,6	47,3
$N_1 P_1 K_1$	P_1	—	60,7	17,0	28,0
$N_1 P_1 K_1$	P_1	P_1	64,8	28,3	43,6

Если в подкормке к калийному и фосфорнокислому удобрениям добавляется азотное удобрение, то наблюдается сильный скачок в увеличении вегетативной массы растений с одновременным ростом урожая плодов.

4. При сравнении системы подкормки томатов азотным и фосфорнокислым удобрениями, даваемых одновременно в полной дозе при начале цветения, с системой подкормки теми же формами удобрений, но даваемых в два приема по полдозе — все преимущества остаются за последней системой.

5. Две подкормки азотным и фосфорнокислым удобрениями, даваемых по полной дозе в момент цветения и плодоношения, дают в условиях вегетационного опыта значительное снижение урожая плодов при сравнении с системой подкормки теми же формами удобрений, но даваемых по половинной дозе.

6. Введение в подкормку к азотным и фосфорнокислым удобрениям калийных удобрений во всех случаях вызывает значительную прибавку в урожае плодов.

7. Наилучшее качество полученной продукции плодов томатов отмечается у вариантов, получивших двукратную подкормку $N_1 K_1$ и $N_{1/2} P_{1/2} K_{1/2}$. Но у первого варианта наблюдалось

Средние данные по учету урожайности плодов томатов вегетационного опыта 1937 г.

Название вариантов		Вес плодов в граммах на сосуд			Вес в граммах на сосуд			Средний вес 1 плода		В %/о	
При посадке	Внесение удобрений	Товарных	Нетоварных	Всего	Растительной массы	Корней	Всего (всей растит. + плоды + корни)	Лидов (общее количество)	Лидов Vegetativной массы		
										При начале цветения	При начале плодоношения
Без удобрений	—	76,5	4,1	80,6	69,3	2,3	152,20	23,3	16,4	20,5	
N ₁ P ₁ K ₁	—	487,1	1,34	488,4	336,4	10,0	834,84	54,6	100,0	100,0	
N ₁ P ₁ K ₁	—	521,0	5,2	526,2	485,3	26,0	1037,6	36,1	107,3	144,1	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	737,6	1,8	739,4	508,3	14,3	1262,3	51,7	150,8	151,0	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁	648,0	0,6	648,8	376,6	12,3	1138,2	47,7	132,3	111,7	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁	567,0	19,6	586,6	460,0	32,0	1078,6	46,1	119,6	136,6	
N ₁ P ₁ K ₁	K ₁ N ₁	662,3	0,63	662,4	468,3	6,6	1137,3	60,4	135,1	139,0	
N ₁ P ₁ K ₁	K ₁ N ₁	644,1	6,2	650,3	463,3	21,6	1135,2	39,1	132,6	137,6	
N ₁ P ₁ K ₁	P ₁ K ₁	526,0	1,2	527,2	308,3	6,3	841,8	53,5	107,5	91,5	
N ₁ P ₁ K ₁	P ₁ K ₁	432,5	0,05	432,5	380,0	11,6	824,15	66,5	88,2	112,8	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁	601,3	0,16	601,5	410,0	23,6	1035,1	52,7	122,7	121,7	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁	606,5	0,6	607,1	443,0	16,3	1065,4	58,9	123,8	131,5	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁	729,0	4,6	733,6	426,0	14,6	1174,2	53,9	149,5	126,5	
N ₁ P ₁ K ₁	K ₁	513,6	12,5	526,1	245,0	14,0	785,1	26,3	107,3	72,7	
N ₁ P ₁ K ₁	P ₁	525,0	—	525,0	300,0	25,6	850,6	63,2	107,1	89,1	
N ₁ P ₁ K ₁	P ₁	529,0	1,3	530,3	295,0	7,3	832,6	53,0	108,1	87,6	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	762,2	2,8	729,0	457,0	8,3	1194,3	43,5	148,7	135,7	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁	755,8	10,3	766,1	458,3	10,0	1234,4	44,2	156,2	136,1	
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ K ₁	713,8	4,2	718,0	511,6	19,1	1348,7	16,3	146,4	151,9	
N ₁ P ₁ K ₁	K ₁ P ₁	368,6	10,65	379,3	355,9	19,0	754,2	45,6	77,3	105,7	

Химический анализ плодов томатов вегетационного опыта 1937 г.

Название варианта		Средний вес 1 плода	В % на сыр. вес плодов			На сухое вещество		Отношение общей кислотности к сахару	
При посадке	Дано удобрений		Важность	Сухой остаток	Общ. кислотность (в % к кисл.)	Общая кислотность	Соержание сахара		
		При посадке						При цветении	При плодоношении
N ₁ P ₁ K ₁	—	54,66	99,48	6,52	0,41	4,61	6,2	70,5	1 : 11
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	36,79	93,59	6,41	0,35	5,23	5,4	81,5	1 : 16
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	51,70	93,55	6,65	0,30	4,68	4,5	70,2	1 : 17
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁	47,7	93,51	6,49	0,28	4,69	4,3	72,2	1 : 18
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁	46,1	93,44	6,56	0,49	5,99	7,4	91,0	1 : 13
N ₁ P ₁ K ₁	K ₁ N ₁	39,17	93,79	6,21	0,59	6,02	8,9	90,9	1 : 10
N ₁ P ₁ K ₁	P ₁ K ₁	53,5	93,21	6,79	0,55	5,16	8,0	75,8	1 : 9
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁	58,90	93,20	6,80	0,67	5,52	9,8	81,1	1 : 9
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁	53,94	93,42	6,58	0,39	5,85	5,9	88,3	1 : 14
N ₁ P ₁ K ₁	P ₁	53,03	93,40	6,60	0,36	5,85	5,4	88,3	1 : 17
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	49,93	93,51	6,49	0,42	6,40	6,4	98,5	1 : 16
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁	44,23	93,61	6,39	0,44	5,32	6,8	82,9	1 : 11
N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ K ₁	42,11	93,39	6,61	0,37	5,00	5,5	90,6	1 : 18

наряду с высоким процентным содержанием инвертного сахара высокое процентное содержание общей кислотности, поэтому качество оцениваемого плода должно быть ниже, чем у второго варианта.

Общие выводы

1. На почвах обыкновенного чернозема, при наличии у томатов в севообороте безнавозных предшественников, система удобрений должна строиться с максимальным использованием минеральных удобрений. Вначале перед вспашкой поля под томаты должно быть внесено основное полное удобрение из расчета азота 60, фосфора 60 и калия 45 кг/га.

Дней через 18—20 после высадки рассады томатам необходимо дать небольшую подкормку азотом для лучшего развития куста (не более 10 кг).

Эту подкормку азотом можно заменить подкормкой из органических удобрений (настой из коровяка, разбавляемый водой при поливе).

При начале цветения следует дать подкормку в виде полного удобрения из азотных, фосфорнокислых и калийных удобрений из расчета N—60, P₂O₅—60 и K₂O—45 кг/га.

При начале плодоношения подкормку из минеральных удобрений следует повторить.

При внесении в междурядья удобрений, последние, если они не вносятся в растворенном виде, должны заделываться на глубину не менее 10—12 см для более полного использования их растением.

Процесс внесения удобрений в подкормках должен быть по возможности механизирован, для какой-либо цели должны быть оборудованы в хозяйстве совхоза подкормочные машины.

2. При наличии в овощном севообороте бобовых культур или унавоженного предшественника томаты должны получить уменьшенное количество удобрений перед посадкой растений. При начале цветения томаты получают первую подкормку и при начале плодоношения вторую подкормку в полной дозе фосфорнокислым и калийным удобрениями (60 кг P₂O₅ и 45 кг/га K₂O) и, в зависимости от отдаленности томатов от навоза или от бобовых растений, тем или иным количеством азота.

При этом если навозное удобрение или бобовые культуры отстоят от томатов близко, то азотное удобрение в подкормке можно давать в уменьшенном количестве. Если же навозное удобрение и бобовые культуры отстоят в севообороте далеко, то можно в подкормке к фосфору и калию дать азот в два приема не более 60 кг в подкормку.

3. Если под томаты вносится навозное удобрение (хорошо разложившееся, в количестве не менее 40 т/га), то система подкормки в этом случае строится на внесении азотно-калийно-

фосфорных удобрений, даваемых в одну подкормку. Подкормка должна быть дана при начале цветения. Калийное удобрение в этом случае дается из расчета 44 кг/га, и фосфорнокислое—из расчета 60 кг/га P₂O₅ и азотное 60 кг/га N.

4. Почвы совхоза „Ударник“ при отсутствии правильных на них севооборотов с подсевом трав, при ежегодных многократных поливах овощных площадей и, наконец, при незначительном количестве внесения в почву навозного удобрения, имеют чрезвычайно плохое физическое состояние. Это обстоятельство заставляет с особой настойчивостью требовать, с одной стороны, перехода совхоза к правильному севообороту с подсевом трав, а с другой стороны, максимально использовать на своих полях органические удобрения—громоздкое количество которых может дать гор. Саратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Аренков. 630 центнеров томатов с одного гектара в бочной теплице. „Флодо-овощ. хоз.“ № 3, 1937, стр. 35.
2. И. И. Казакова. Как я боролась за стахановский урожай томатов. „Флодо-овощ. хоз.“ № 11, 1937.
3. М. С. Демченко. Как получить не менее 500 центн. свеклы с гектара. Москва. СХГ. 1936.
4. „Свекловичное полеводство“. 1936 и 1937 г. Статьи пятисотниц и тысячниц №№ 1, 2, 3, 4.
5. Авад. Т. Д. Лысенко. Теоретические основы яровизации. 1935.
6. Д. А. Сабинин. Физиологические основы техники применения удобрений. „Химиз. соц. землед.“ 1934.
7. Д. А. Сабинин. Физиология растений и агротехника на новом пути. „Химиз. соц. зем.“ № 1, 1934.
8. Е. Г. Минин. Физиологические основы техники внесения удобрений, труды ВИАУТ вып. 1. 1935.
9. И. С. Авдонин. Новое в агрономической науке. „Химиз. соц. землед.“ № 2, 1937.
10. Е. Новикова. Влияние условий питания рассады томатов на урожай „Флодо-овощ. хоз.“ № 4, 1937.
11. Беккер-Дилленген. „Овощеводство“ СХГ, 1934.
12. Антошин. „Удобрение овощных культур“ НУА № 120, 1934.
13. Журбицкий и др. Удобрение в овощеводстве. 1935. СХГ.
14. „Инструкц. по орошению овощных культур“. Научно-исслед. институт гидротехники и механиз. с.-х. наук имени Ленина, за 1931 г.
- 14а. М. Е. Пронин. Подкормка сельскохозяйственных растений. Воронежская обл. опытная станция. Отдел агрохимии, вып. 3. 1937 г.
15. H. Liesegang. Untersuchungen über der Nährstoffverbrauch und der Verfall der Nährstoffaufnahme verschiedener Gemüsearten. Landwirtschaft. Jahrbücher. Bd. 67. № 5. 1928.
16. F. Heydemann. Untersuchungen über den Nährstoffbedarf und den Verlauf der Nährstoffaufnahme bei der Tomate. Unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Kohlensäurebegasung. Gartenbauwissenschaft. Bd. № 2 по реферату в журн. „Ernährung der Pflanze“ № 4. 1931.
17. H. Wencck. Düngerversuche mit Nitrofoska zu verschiedenen gemüsearten C-g-bau № 6. 1928.

18. P. Wagner. Die Ernährung gartnerischer Kalfurpflanzen Berlin. 1928.
 19. F. E. Bear. Theory and practice of the use of fertilizers (перевод на русский Мальмана).
 20. E. K. Lancashire. Tomatoes for canning Fetter crops vol. XVI № 5 1931.
 21. W. R. Beattie. Tomatoes as a truck crop. Form B. 1. 1923. № 1338.
 22. H. C. Thompson. Vegetable crops. New York 1923.
 23. Smith, Grandall and Frear. The relative effect of single and fractional applications of soluble nitrogen on nitrates in soil and plant and on the yields of certain vegetable crops. Journal of America Soc. of Agr. Vol 24. № 3. 1932.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Камышево, В. Г. К вопросу о возможности одновременной добычи фосфоритов и горючих сланцев в пределах Саратовского Заволжья	3
2. Кузин, В. Н. Шахтные воды Савельевского месторождения горючих сланцев	25
3. Лобанов, И. Ф. Выходы мела в районе Озинского известкового завода	64
4. Савенков, С. И. Географическое размещение промышленности минеральных строительных материалов Саратовской области	78
5. Васильев, В. С. Минеральные источники района Чапаевского курорта	106
6. Вахрушев, Г. В. К поискам редких элементов в Башкирии	124
7. Толкачева, П. М. Полезные ископаемые Серафимовичского района Сталинградской области	147
8. Шлезингер, Н. А., Зоркин, Ф. П. и Ларина, А. П. Химический состав Озинских солей и перспективы их промышленного использования	175
9. Усов, Н. И. Почвенные комплексы северной части Каспийской низменности и перспективы ее орошения	189
10. Малянов, А. П. Передвижение капиллярно-подвешенной воды в почве	202
11. Максимов, Н. А. и Сойкина, Г. С. О влиянии засухи на проницаемость протоплазмы растительных клеток	229
12. Грязев, Н. Д. Влияние различных систем подкормки минеральными удобрениями томатов на урожай и его качество	249

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Саратовское областное государственное издательство, 1940.

Ответ. редактор *Г. К. Русаков*. Уполномоченный Обллита № А/304

Ответ. секретарь ред. совета *А. П. Малянов*.

Техн. редактор *П. Минеев*.

Корректор *З. Чуднова*.

Сдано в набор 5/1 1940 г. Подписано к печати 20/V 1940 г. Инд. Нт-1г.
Изд. № 1. Тираж 500. Учетн.-изд. л. 21,25. Печ. л. 18+7 вклеек. Форм.
бум. 60×92¹/₁₆. Бум. л. 9. Знаков в бум. л. 94400. Цена 6 р. 40 к.

Саратов. Типография Облместпрома. Заказ № 159.