

2687

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

СБОРНИК

научно-исследовательских трудов

НИС-а Уполн. НКТП
при СНК ССР Армении

№ 1

Отв. редактор
Горн. инж. А. С. Зорабян

БИБЛИОТЕКА
Геологического Ин-та
Арм. Фил. Акад. Наук СССР

Издание НИС-а Уполн. НКТП при СНК ССР

ЭРИВАНЬ



Типография ГИЗ-а ССРА
Главлит № 9241 (б)
Заказ № 1598
Тираж 700



Корректор Л. В. Абовьян:

ПРЕДИСЛОВИЕ

Значительный масштаб строительства, имевший место на территории ССРА в период первой пятилетки, коренным образом изменил облик страны и превратил нашу далекую, отсталую окраину старой России в большую индустриальную область с мощными производственными перспективами. Страна примитивного земледелия и скотоводства в настоящее время находится в процессе строительства большого электрохозяйства и на базе дешевой электроэнергии заканчивает Кара-лисский химкомбинат (дианамид-дианид) и закладывает гигант синтетического каучука, открывая большие перспективы химической промышленности в Армении. Первая же пятилетка в основном провела реконструкцию медной промышленности, оформила промышленность стройматериалов (Артик-туф, Ани-цемза, Давалинский цемзавод). Постройка серно-кислотного завода и медно-купоросного на базе Аллавердского комбината еще более расширяет возможности развернутого фронта химической промышленности, намечая к осуществлению последующее строительство завода суперфосфата.

Все эти достижения с несомненностью показывают пути дальнейшего развития экономики ССРА и превращения этой страны в подлинно индустриальную страну, призванную сыграть немаловажную роль в общей экономике СССР. Совершенно естественно, что при разворачивании огромных промышленных перспектив второй пятилетки появится новый подъем и новые силы, призванные осуществить великие наметки. Те предприятия и заводы, которые выросли на территории Армении за истекающую первую пятилетку, являются ныне в достаточной степени крепким фундаментом для уверенной надстройки и развернутого фронта работ по осуществлению наметок второй пятилетки.

Огромный труд и энергия, вложенные в процесс строительства первой пятилетки, дали на сегодняшний день весьма ощутительные результаты. Армения имеет сейчас значительное количество организованных рабочих, десятки раз выросли его инженерно-технические силы, имеется сеть средних и высших учебных заведений, дающих уже достаточно квалифицированный национальный кадр, который за короткий срок практической работы на деле показал свое умение строить и овладевать производственными процессами всех наших новых предприятий и заводов.

В этом бурном росте производительные силы страны, естественно, оформились и дали свои ростки—значительные группы научно-исследовательских работников. Правда, на сегодняшний день страна не имеет еще достаточной сети научно-исследовательских институтов с полным

техническим оборудованием, чтобы можно было преодолеть всякие затруднения на этом пути, но и зачаточные институты по системе тяжелой промышленности, как-то: научно-исследовательская часть геологических работ на территории Армении, Отделение Института прикладной минералогии, Армянский Институт сооружений, Центральная химическая лаборатория, Политехнический институт,—все эти центры притягивали к себе кадры научных работников, которые не покладая рук работали над теми проблемами, кои актуально ставились в программу дня.

В итоге первой пятилетки накопилось немалое количество научно-исследовательских работ в этих основных ячейках. Работы эти заключают в себе весьма существенные результаты. Но, к сожалению, труды эти не могли получить свое освещение на страницах печати. Развитие научно-исследовательских работ шло параллельно росту промышленности.

Задача сегодняшнего дня в начале второй пятилетки—все накопленные научно-исследовательские результаты сделать достоянием всех наших трудящихся, в первую очередь научно-инженерных технических работников, кои призваны взять на свои плечи основные решающие задания второй и дальнейших пятилеток.

За истекшие годы накопилось немалое количество материалов в виде отчетных данных по проведению геолого-разведочных работ Армении; имеются ценные работы, проведенные Институтом прикладной минералогии; немало интересных проблем развернуты Арм. Институтом сооружений в области как строительства, так и применения стройматериалов и т. д. Но все эти работы, к сожалению, неопубликованы и зачастую они оставались доступными весьма ограниченному кругу лиц.

Сборник наш ставит целью—все наши теоретические и практические достижения сделать общедоступными, вовлечь в научно-исследовательские работы широкие массы трудящихся, в первую очередь инженерно-технические силы и, тем самым, подковать теоретическими и опытными данными гигантский масштаб строительства, намеченный к осуществлению во второй пятилетке.

Ответственный редактор

Горный инженер А. ЗОРАБЯН

НУРНУССКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ДИАТОМИТА

Вступление и история разведки

Нурнусское месторождение диатомита было открыто осенью 1929 г. У небольшого обнажения на правом берегу сухого русла Ашри-Дара к востоку от деревни Нурнус встречен пласт прекрасно-го чистого белого диатомита мощностью 7 метров.

Диатомит обнаружен во время разведок на пемзу в Сухофонтанском районе.

С самого начала представлялось вероятным распространение пластов диатомита к востоку от деревни Нурнус. Были предприняты работы на западном склоне плоскогорья, отделяющего месторождение от деревни. Попытки в этом направлении не дали результатов. Наступившие затем холода приостановили работу на поверхности, и была заложена штольня на месте расположения шурфа, направленная на запад в сторону Нурнуса. Штольня показала, что пласты диатомита прерываются многочисленными скоплениями больших глыб черной пористой лавы и включениями зеленой глины. Невозможность подвозки на место работы в зимнее время крепежного материала, необходимого для проходки прямой штольни по твердым обломочным породам и глине, заставила при встрече препятствий обходить их, ведя работы исключительно по пласту диатомита. Штольня в главной части была пройдена в зимнее время, когда нужно было или вовсе остановить работы, или не придерживаться строгой прямолинейности. С наступлением весны были начаты работы с поверхности.

Разведка шурфами обнаружила пласты диатомита лишь в непосредственной близости района штольни и на противоположном берегу ущелья Ашри-Дара в 60 метрах выше по руслу, где был вскрыт мощный пласт диатомита в 16 метров. Это месторождение левого берега, как мы увидим ниже, не может иметь большого распространения. По правому берегу, наоборот, вероятно распространение пластов до западного края плоскогорья и по седловине к северу от плоскогорья. Разведка, однако, не дала этому прямого доказательства.

Орографическое описание

Нурнус находится на $40^{\circ} 21' 30''$ сев. широты и $62^{\circ} 16'$ долготы на высоте 1.420 метров над уровнем моря. Деревня расположена на террасе, круто обрывающейся к Занге и окруженной постепенно

повышающимися к востоку холмами. У восточной окраины деревни возвышается небольшое плоскогорье, обтекаемое с юго-востока притоком Занги, Ашри-Дара, обычно сухим на всем протяжении. Лишь у самого устья в лощину Ашри-Дара стекают воды обильных родников, выходящих по юго-западному склону плоскогорья. Каньон Занги в районе Нурнуса несколько расширен оползнями и обвалами. На противоположном берегу Занги, на одном уровне с деревней тянется широкая терраса, граничащая с запада с цепью холмов, параллельных течению реки. Месторождение диатомита находится в одном километре к востоку от деревни по обоим берегам сухого русла Ашри-Дара, имеющего здесь меридиональное направление.

Геологическое описание

1. Общий обзор

Район Нурнуса находится на границе андезитовых лав и базальтов. Последние слагают глубокий каньон Занги и прилегающие к нему холмы и перекрапывают андезитовую лаву, обсидиановые брекчии и пемзу, которые залегают выше по направлению к Ново-Николаевке и Сухому Фонтану.

Обнажение сплошной стены базальта высотой в 70 метров в каньоне Занги дает обманчивое представление о мощности базальтового покрова. Многочисленные факты указывают на то, что лава заполнила существовавшее ущелье и что река впоследствии вновь пропилила заполнившую ее ложе лаву. Укажем на многочисленные обнажения осадочных пород в каньоне Занги у Арзни и Джаткрана, на залегание пемзы под тонким покровом базальта по склонам холмов, тянущихся параллельно Занге по направлению к Караджорану и на характер залегания базальтов между Нурнусом и Аркелом, где стена базальта как бы прижата к отрогам, сложенным обсидиановой брекчией.

В каньоне Занги под Нурнусом, на месте расположения деревни и по ущелью Ашри-Дара обнажены под базальтовым покровом зеленые глины, переслаиваемые пластами мелкой пемзы, бурой глины и вулканическими пеплами. Простирание пластов меридиональное, с небольшим падением на запад. Линия контакта выше деревни Нурнус проходит на уровне родников (1464 метра абс. высоты) и прослеживается вверх по ущелью Ашри-Дара на значительном протяжении. В 200 метрах выше поворота ущелья на север, по правому берегу под базальтами залегают пласты диатомита. На небольшом протяжении диатомит имеется и на левом берегу, где он достигает наибольшей мощности—16 метров.

К моменту составления настоящего отчета не получено еще, к сожалению, определения фауны, найденной в зеленых глинах Нурнуса, в известковых отложениях, перекрывающих диатомит в штольн

в открытом карьере на левом берегу Ашри-Дара и по руслу выше штольни, а также в Арзни, Гюмуше и против Джаткрана.

По общему характеру фауны можно пока сказать, что диатомит и зеленые глины относятся к верхне-третичным пресноводным отложениям, что подтверждается также нахождением остатков гиппариона в диатомите левого берега Ашри-Дара. Там же были найдены прекрасно сохранившиеся хвощи и остатки мелких млекопитающих и птиц. Приводимая нами карта в масштабе $1/5000$ составлена без указания возраста осадочных пород.

Подошвой диатомита служат андезитовые лавы, слагающие также бугры на противоположном берегу Ашри-Дара. Образование озерного бассейна следовало, таким образом, за извержением более кислых лав и предшествовало извержению базальтов.

Вулканическая деятельность, впрочем, не прерывалась, как видно из прослоек пемзы и пеплов в глинах. Интересно сопоставить с этим переслаивание диатомитов с мелким пемзовым песком к северу от Теджабака.

Следует также отметить месторождение диатомита в каньоне Занги против Джаткрана и у селения Арзни. Пласты против Джаткрана перекрыты базальтовой лавой, которая ниже по течению реки у Арзни перекрывается в свою очередь слоями мелкой гальки с *dreissensiae* и диатомитами.

Границы озерного бассейна не могут быть определены пока даже приблизительно. Вполне установленным можно считать лишь прохождение берега по теперешнему руслу Ашри-Дара в районе нурнусского месторождения диатомита.

Озерные отложения у Гюмуша по левому склону ущелья Занги, где залегают горизонтальные слои пемзового песку, залежи караджоранской окатанной пемзы, вероятно также озерного происхождения*), пемзовые туфы на правом берегу Занги у Арзакенда с пресноводной фауной**), нахождение озерной фауны у Джаткрана, Арзни и Кетрана, отложения мелкой пемзы у Эйляра, несомненно, озерного происхождения и, наконец, месторождение диатомита к северу от Теджабака свидетельствуют о широком распространении озерной системы. Детальное изучение ее, помимо теоретического интереса, дало бы ценные для дальнейших поисков полезных ископаемых указания.

2. Каньон Занги в районе Нурнуса

Дорога из Нурнуса в Аркел, идущая вдоль верхнего края каньона, проходит по границе обсидиановых осыпей, слагающих холмы выше дороги, и базальтов, образующих стены каньона. Вдоль

*) Дж р б а ш я н — „Отчет о месторождении пемзы Сухого Фонтана и Ахты“.

**) Сообщение Д. А. Кантора.

русла реки коренные породы перекрыты обломками и наносами среди коих встречены пемза, обсидиан и базальты. По общему характеру взаимоотношения этих двух пород, базальты, лежащие топографически ниже кислых лав, перекрывают последние.

Верхний край обрыва сложен обломочной лавой, отвесная же стена обрыва от 5 до 20 метров высоты—лавой столбчатой отдельности. Под ней ясно обозначается контактный горизонт с ошлакованной поверхностью, вдоль которого выходит ряд родников.

Всего отмечено 5 родников от границы Нурнусского планшета (сев. широты $40^{\circ}22'15''$) до места поворота дороги Нурнус—Аркел на восток.

Порода, лежащая под контактом, не обнажается. Нижняя часть склона покрыта скоплением базальтовых глыб и целых утесов, оторвавшихся от края обрыва и сползших на дно ущелья. На уровне контакта по обоим берегам Занги находятся пещеры, некоторые со следами древних построек.

У северной окраины Нурнуса впадает в Зангу небольшой пересыхающий приток, ложе которого образует небольшое ответвление каньона Занги. Под деревней каньон значительно расширяется; под лавой обнажены бурые и зеленые глины. Против центра деревни лава прерывается, и лежащие ниже глины непосредственно соединены с глинами террасы Нурнуса. С обеих сторон этого перерыва лавы, в контакте базальта с глинами найдены небольшие включения диатомита в виде комочков размером до 2 см. Ниже перерыва у берега Занги возвышается небольшой холм, сложенный базальтом, сползший, очевидно, от верхнего края обрыва. Такие же сползшие утесы наблюдаются и на противоположном берегу каньона в меньшем масштабе по всему ущелью Занги выше сел. Нурнус.

Ниже деревни до устья Ашри-Дара продолжают те же базальты, но они не обрываются отвесно, а образуют горку с крутым спуском к Занге.

Южное подножье горки, обращенное к Ашри-Дара, сложено туфо-брекчией, заключающей в себе обломки черного пористого базальта, восточный же склон горки сложен бурыми глинами с вулканическими пеплами.

3. Ущелье Ашри-Дара (см. табл. II*), Профиль ущелья)

У устья ручей (отметка 1329 м) протекает по туфобрекчии; выше на небольшом протяжении, до впадения вод нурнусских родников, по обоим склонам ущелья обнажены бурые глины, переходящие в светло-оранжеватые, благодаря содержанию вулканических пеплов. На правом берегу глины переслаиваются пластами пемзового песка, имеющими западное падение (аз. падения 280° , угол 30°). Нами со-

*) Все таблицы помещены в конце статьи.

ставлен разрез от холмов, лежащих выше по левому берегу Ашри-Дара поперек ущелья к каньону Занги (см. приложение, табл. III) по аз. NW 299°.

Вершины холмов левого берега Ашри-Дара и, как мы увидим ниже, весь склон левого берега, за поворотом ущелья на север, сложен однородной лиловато-желтой лавой с ясно видными вкраплениями роговой обманки (петрографическое описание породы ниже). На самой вершине холма—отметка 1600 м—в лаве найдены ксенолиты основной интрузивной породы. Ниже отметки 1550 склон ущелья до русла сложен андезит-базальтовой лавой, перекрывающей роговообманковые андезиты.

Линия контакта совпадает с резкой каменистой грядой крупных глыб базальта, отмеченных также на карте. В верхнем горизонте лава плотная, темного цвета, без ясной отдельности. Ниже—вплоть до русла, цвет лавы серый, с ярко выраженной плитчатой отдельностью. Направление плоскости отдельности и угол падения ее в точности соответствует падению осадочных пород, которые по линии разреза обнажены на противоположном правом склоне ущелья (аз. падения NW 280°, уг. 30°) и на склоне, обращенном к Занге. Напластования глин незаметно. Простираие их было замерено по пласту пемзового песка мощностью около 2 метров, переслаивающего глину на правом склоне Ашри-Дара. Кроме этого пласта, который прослеживается по простираию на 50 метров, глины переслаиваются многократно с более тонкими пластами пемзы и вулканических пеплов. Сами глины по склону Ашри-Дара светлые и очень легкие. У подножья бугра—с отметкой 1448,7—они переходят в светлую сыпуную легкую породу вулканического характера.

Вершина бугра сложена базальтовой лавой обломочного неоднородного характера.

Западный склон холма до русла Занги сложен зелеными глинами с включением мелких кусочков пемзы, сильно выветренных. По характеру эти зеленые глины сильно напоминают также глины, обнаженные по террасе Нурнуса, однако, фауна у них найдена не была.

Выше впадения воды родников Нурнуса ущелье Ашри-Дара почти всегда сухое, что объясняется залеганием в верховьи водопроницаемых пород. По свидетельству местных жителей, даже во время ливней воды в ущельи бывает очень мало. На протяжении 0,5 километров выше впадения, серая лава плитчатой отдельности слагает оба берега ущелья. Выше на правом берегу обнажены бурые глины, перекрытые покровом пористого темно-серого базальта мощностью от 3 до 7 метров, образующего верхний край каньона и являющегося южной границей базальта, покрывающего плоскогорье, которое находится между Нурнусом и месторождением диатомита.

Линия контакта ясно видна почти на всем протяжении до поворота ущелья на север, где она доходит до русла. Верхний гори-

зонт глины обложен в коричнево-красный цвет, и нижняя граница базальта ошлакована и покрыта известковым налетом. У места поворота ущелья лава плитчатой отдельности, слагающая его левый берег, заходит и на правый берег.

Выше поворота по левому берегу имеем холмы, сложенные светлой лавой роговообманкового андезита, который имеется также по правому берегу впадающего у поворота притока Ашри-Дара. Дальше к востоку лава перекрыта пемзой.

По правому берегу мы вступаем в район месторождения диатомита. Пласты породы, обнаруженные Т. А. Джрбашьяном в 200 метрах выше поворота у самого русла, были прослежены нами на 56 м вниз по течению реки, как будет описано более подробно в следующей части отчета, и на 30 метров вверх по течению. Диатомит с общим падением на запад 13° перекрывает роговообманковые андезиты и перекрыт базальтовой лавой, слагающей плоскогорье между месторождением и деревней Нурнус. Таким образом, продолжение пластов диатомита на восток по левому склону ущелья, сложенному подстилающей его породой, невозможно. На 60 м выше месторождения правого берега базальты на небольшом участке 400 кв. метров заходят и на левый берег; как раз здесь, по южной границе базальта были открыты мощные пласты диатомита 16 м, однако очевидно, что на левом берегу площадь распространения породы ограничена небольшим участком базальтового покрова. На остальном протяжении всюду залегает подстилающая их андезитовая лава.

Пласты диатомита перекрыты местами непосредственно зеленой глиной, которая выходит также по руслу у поворота ущелья на северо-восток. В глине наблюдаются пласты оолитового известняка *chelix* и *hydrobia*; фауна эта, к сожалению, пока подробно не изучена.

Выше русло пересекает туфобрекцию и андезитовую лаву, заходящую на небольшом протяжении на правый берег, и, наконец, до дороги на Ново-Николаевку мы встречаем опять бурые глины на правом берегу, перекрытые базальтом. По правому берегу пемза слагает пологий скат до обрыва ущелья.

4. Плоскогорье между месторождением и Нурнусом

От холма, лежащего против месторождения диатомита, нами составлен разрез на запад по азимуту $W\ 93^\circ$ к Занге (приложение к геологической карте, разрез А—Б).

Роговообманковые андезиты, слагающие этот холм, перекрыты к востоку пемзой. У русла Ашри-Дара лава перекрыта непосредственно пластом диатомита и подстилает породу до крайнего западного забоя штольни. Характер залегания диатомита будет описан в следующей части отчета.

Перекрывающая породу базальтовая лава слагает все плоскогорье до начала спуска в деревню, отвечая также на северо-восток до холмов, лежащих на полтора километра к северо-востоку от деревни, сложенных пемзой. Мощность базальта постепенно нарастает от русла Ашри-Дара и составляет в 270 метрах, где имеется буровая скважина,—34 метра. Ниже буровая прошла по обломочной лаве и глине. Эта обломочная лава по характеру отличается от базальта верхнего покрова и тождественна по минералогическому составу с глыбами, встречаемыми в штольне среди диатомита. Подробное описание лавы дано ниже в петрографической части отчета.

У начала склона к деревне базальты заканчиваются крутым обрывом в 5 метров, под которым проходит линия контакта с бурыми глинами на отметке 1460 метров. К югу на том же уровне выходят обильные родники, сбрасывающие воду к ущелью Ашри-Дара.

Описанный нами выше контакт базальта в средней части ущелья Ашри-Дара находится на той же отметке. Контакт же в верховьях ущелья—на 80 метров выше.

Склон к деревне сложен обломками с вулканическим пеплом, который, судя по шурфам, лежащим севернее линии разрезов, перекрывает зеленые глины. Такие же глины выходят в районе деревни и были встречены в буровой скважине, заложенной в центре деревни на глубине 33 метров под наносами.

На 55-м метре скважина пошла по зеленоватым пескам, перешедшим на 58-м метре в твердый песчаник. Последняя часть разреза описана выше и заканчивается в ущельи Занги.

5. Район к северу от Нурнуса

Долина пересыхающего притока Занги, впадающего у северной окраины деревни, сложена тоже базальтовой лавой, доходящей вверх по ложу до цели пологих холмов, сложенных пемзой. Западные склоны холмов сложены обсидиановой брекчией с утесами сплошного обсидиана, который тянется до деревни Аркел. У расхождения дорог на Аркел и Ново-Николаевку, на северной окраине деревни, отмечен контакт базальта с зелеными глинами с ясно выраженной кирпично-красной обожженной коркой из глины.

Описание работ

1. Разведка штольной

Штольня была начата от старого шурфа *Т. А. Джрбашяна* на правом берегу Ашри-Дара на уровне 1480 метров и направлена вкрест простирацию пластов диатомита на запад, перпендикулярно руслу реки.

На месте шурфа был вырыт котлован, отделенный от русла Ашри-Дара дамбой. Русло было расширено канавой для предохранения штольни от затопления.

Западная стенка котлована обнажает пласт диатомита мощностью 5,30 м, падающего к западу под углом 25° (аз. падения 270° , уг. 20°). Подстилающей породой является светлая, лиловато-желтая лава роговообманкового андезита, слагающая также холмы противоположного левого берега Ашри-Дара.

Пласты диатомита перекрыты зеленой глиной с валунами базальта и выше наносами, состоящими из светлой легкой глины с вулканическим пеплом, известковыми наплывами и слабо сцементированными обломками пород, которые встречаются выше по ущелью Ашри-Дара, обсидиана, пемзы, андезитовой лавы и туфобрекчии.

Вход в штольню из котлована был впоследствии закрыт из опасения наводнения. Первая штольня прошла по ровным пластам чисто белого диатомита, показавшего по анализам наибольшую чистоту. На 14-м метре пласты упираются на скопления черных пористых глыб андезито-базальта, лежащих в зеленой глине. Среди глины встречены глыбы известняка с пресновидными гастроподами. Пласты резко падают по направлению препятствия. Падение достигает у него 50° . По мере приближения к препятствию белый диатомит принимает оранжево-бурый оттенок.

От штольни было задано два квершлага на юг и на север (табл. № 1). Северный квершлаг № 3 начат от 5-го метра штольни, упирается на такие же препятствия, какие были описаны в конце первой штольни. Спустившись гезенком на 6 метров, квершлаг был продолжен в прежнем направлении и вновь встретил глыбы базальта на 18-м метре от начала квершлага. Как видно, глыбы базальта у гезенка не лежат на подошве пород, а как бы вкраплены в диатомит. Квершлаг и гезенк проходят по чистому диатомиту, который переслаивается оранжеватыми пластами и тонкими черными прослойками органического характера.

Квершлаг направлен на юг (№ 1), начат от конца штольни, заканчивается в глинистых наносах с вулканическим пеплом, проходя на всем протяжении по пластам диатомита, имеющим западное падение (на 16-м метре аз. падения 285° , уг. 13° , на 41-м метре аз. падения 270° , уг. 20°). Те же пласты прослеживаются на большом протяжении, так как квершлаг направлен по простиранию. Особенно бросается в глаза тонкий слой окрашенного в черный цвет диатомита, идущего на одном уровне почти на всем протяжении хода. Пласты чисто белого цвета чередуются с буроватыми и светло-серыми, местами наблюдается чрезвычайно тонкая слоистость, придающая породе характерную полосчатую структуру. Мощность пластов диатомита была замерена на 60-м метре и 47-м метре и достигает в первом замере 11 метров, во втором—около 6 метров.

От середины квершлага № 1 и также от крайнего северного пункта квершлага № 3 были заданы на восток поперек русла Ашри-Дара два узких квершлага, показавших мультобразное выклинивание диатомита, упирающегося в андезитовую лаву, которая слагает противоположный берег ущелья и является подошвой всего месторождения. Такую же картину дала небольшая штольня, направленная поперек русла от входного котлавана. Таким образом, совпадение береговой полосы с руслом Ашри-Дара не представляет никакого сомнения. Микрофотография встреченной здесь лавы рядом с такой же лавой левого берега Ашри-Дара приведена в приложении.

В первоначальном направлении на запад было задано два квершлага от 15-го и 27-го метра квершлага № 1.

Первый из них № 2 был составлен на 13-м метре перед таким же препятствием базальтовых глыб и глины, какие были описаны выше, а второй квершлаг № 4 имеет длину 88 метров, или 102 метра на запад, считая от начала штольни. В средней своей части он искривлен из-за встретившихся справа базальтовых глыб и глины (табл. 1).

Там же имеется выход на поверхность. Мощность пластов диатомита составляет здесь 6 метров.

Во второй трети квершлага мощность диатомита сильно уменьшается, достигая у 64-го метра лишь 0,75 метра. Пласты как бы частично вымыты и впоследствии перекрыты известковыми отложениями. Подошвой служит та же андезитовая лава. У забоя мощность породы зарастает; мы имеем три метра белого диатомита. Здесь содержание кремнекислоты значительно ниже, чем в восточной части месторождения.

На всем протяжении подземных работ наблюдается чередование чисто белого, чрезвычайно легкого диатомита с пластами, окрашенными в буровато-оранжевый и сероватый цвет, который обычно при высыхании дает почти совершенно белую породу.

Большой интерес представляют крупные кремнистые конкреции концентрической отдельности, иногда молочнобелого цвета, иногда же плотные опаловидные, представляющие собой отложения аморфной кремнекислоты. Плотные конкреции при полировке приобретают весьма красивую поверхность. Распространение их беспорядочное. У западного же забоя конкреции приурочены к определенному горизонту.

2. Разведка шурфами

В районе штольни, проходящей по пластам диатомита вверх и вниз по течению Ашри-Дара, был задан ряд шурфов для выяснения залегания диатомита и подстилающих его пород на север вверх по течению и на юг вниз по течению. Шурфы на левом берегу Ашри-Дара пройдены по пустым наносным и обломочным породам до 3—4 метров роговообманкового андезита. Шурф, находящийся тоже

на левом берегу Ашри-Дара, заданный выше месторождения правого берега на 60 м, после одного метра проходки по оползшим породам, вскрыл пласты прекрасного диатомита мощностью $16\frac{1}{2}$ метров с подстилающим роговообманковым андезитом. В верхнем, первом слое диатомита, а также на 13-м метре проходки встречен ряд кремнистых конкреций, описанных подробнее выше, которые здесь расположены правильными рядами. Пласты чистого белого диатомита по всей мощности имеют четыре загрязненных глинами прослойки около 0,75 м каждая. Общее падение пластов—то, что и в штольне месторождения правого берега (аз. падения 280° , уг. 13°).

На 25 м южнее и на одном уровне с описанным шурфом задан был шурф № 30, от которого проведена канава вверх на 25 м и вниз на 10 м. В шурфе на глубине 1,5 метра обнаружены пласты диатомита мощностью $3\frac{1}{2}$ метра с общим падением на запад. От дна шурфа проведена штольня на юг с целью проследить простираание диатомита. На 9-м метре проходки диатомит резко выклинивается, упираясь в подстилающий роговообманковый андезит.

В настоящее время месторождение левого берега разрабатывается Горстромом открытым карьером. Здесь в пластах диатомита, на глубине $4\frac{1}{2}$ метра найдено много окаменелостей: челюсти мелких млекопитающих, плохо сохранившиеся разрозненные позвонки, отдельные кости и зубы. Среди этих находок особое внимание обращают на себя копыта и запястья ног, а также голова гиппариона. Кроме этого найдены хорошо сохранившиеся окремненные остатки хвощей со спорангиями.

Остальные шурфы, расположенные на правом берегу Ашри-Дара выше и ниже месторождения, не дали положительных результатов.

Наиболее вероятным является распространение пластов диатомита на левом берегу под базальтовым покровом плоскогорья на запад.

Ряд шурфов, заданных на плоскогорьи, благодаря трудности прохождения по базальту на большую глубину, не достиг цели. Только в шурфе, расположенном в 40 метрах от северного забоя штольни, обнаружены сильные смятые пласты диатомита среди глыб базальта и зеленой глины. Остальные шурфы пошли по сплошному базальту.

На склоне, обращенном к деревне, были заданы шурфы, прошедшие по зеленой глине. Шурф, расположенный к северо-востоку от деревни у начала плоскогорья 17 метров глубины, обнаружил однородную зеленую глину с фауной, прослаиваемую песком, и был оставлен из-за показавшейся воды. Там же найдены плохо сохранившиеся обломки ребер. Фауна обнаружена также в шурфе № 11. Нигде не достигнута подстилающая глину порода.

Диатомита не было найдено ни шурфами, ни штольней, задан-

ной по контакту базальта с глиной на западном и южном краю плоскогорья, ни на месте деревни Нурнус, ни в каньоне Занги.

Шурфы, расположенные к югу от деревни по дороге в Арзни в ущельи Ашри-Дара, вскрыли в верхних горизонтах пемзовый песок мощностью до 1,5 м. Ниже они прошли по бурым глинам и были остановлены на разной глубине от 4 до 7 метров из-за выступившей воды.

В каньоне Занги под южной оконечностью села, на месте, где были найдены следы диатомита, был заложен у контакта базальтов с глинами шурф № 6, прошедший по обломочным породам и бурой глине на 4,5 метра. Канава ниже по каньону Занги около 80 м вскрыла в верхних горизонтах зеленую глину, перекрывающую зеленый песчаник, видимо мощности около 10 метров с песчаником. Ниже вскрыты обломочные базальты, которые найдены и в шурфе, заканчивающем собой канаву, прорытом на глубину 3,5 метра.

3. Буровые работы

Первая буровая скважина была заложена на месте расположения деревни Нурнус. Как мы видели выше, зеленые глины местами перекрывают пласты диатомита в штольне и залегают также в виде отдельных гнезд с крупными глыбами базальта. Такие же глины как по внешнему виду, так и по фауне, слагают район деревни. Общее падение пластов диатомита на запад давало основание предполагать продолжение их в направлении деревни. Скважина, пройдя 33 метра по наносам и обломочным породам с вулканическим пеплом, достигла зеленых глин, сменившихся на 58-м метре песками, которые постепенно и перешли в твердый песчаник. Скважина была остановлена на 65-м метре.

2-я и 3-я скважина были заложены на плоскогорьи, отделяющем месторождение от деревни; скважина № 2—на расстоянии 220 метров на запад от последнего забоя главной штольни, а скважина № 3—на расстоянии 100 метров от штольни № 2. Вторая скважина глубиной в 17 метров не достигла подстилающих базальты пород, а скважина № 3, пройдя 34,5 метра по сплошному базальту, достигла обломочных пород с глиной, которые продолжаются до забоя на глубину 65 метров.

Имея ввиду многочисленные скопления андезитово-базальтовых глыб и глин, перекрывающих пласты диатомита в штольне, единственный результат третьей скважины нельзя рассматривать как отрицательное указание на распространение пластов диатомита к западу, так как скважина вполне могла совпасть с местным скоплением базальтовых глыб. Извлеченные из скважин керны у забоя вполне соответствуют глыбам лавы в диатомите, отличающимся от базальта верхнего покрова.

Запасы диатомита

Как мы уже упоминали, распространение диатомита на запад до противоположного склона плоскогорья более чем вероятно, так как трудно представить себе существование изолированного клочка породы, имеющего у самого берега водоема мощность 16 метров.

Если ограничиться площадью плоскогорья с его северного ответвления, где базальтовый покров должен был предохранить пласты от размыва и принять мощность три метра, как меньшую из замеренных в штольне, запас должен быть порядка—1,5 миллионов кубич. метров, или если отбросить $\frac{2}{3}$ на включение глины и базальтовых глыб—0,5 миллиона.

Действительный запас месторождения правого берега исчисляется в 25.000 куб. метров. Расчет произведен нами разбиением участка на треугольники с умножением их площади на среднюю мощность пластов (см. прилож. к таблице № 1, чертеж вычисления запасов).

На чисто белый первосортный диатомит приходится приблизительно 15%; содержания кремнекислоты в нем 98,7% сухого вещества. Остальная порода после сушки также почти белого цвета и высокого качества.

На левом берегу запасы исчисляются в 16.000 куб. метров. Нижняя часть пластов представляет собою чисто белый диатомит.

Поисковые работы по Занге

Помимо основной задачи исследования нурнусского месторождения, производились поисковые работы по левому берегу Занги от Гюмуша к Арзни.

1. Г ю м у ш

Выше селения Аркел, против которого лежат на левом берегу Занги границы распространения упомянутых выше обсидиановых утесов, находится крупный выход липаритовой лавы. Между липаритом и обсидианом, против Аркелского моста, базальтовая лава правого берега переходит на небольшом протяжении на левый берег реки. У русла реки, у подножья липаритового склона находятся углекислые железистые источники. Начиная от 2-го километра от Аркела вверх до Гюмуша и выше, каньон Занги сложен базальтами. У южной и северной окраины деревни выходят чрезвычайно обильные родники. Особенно мощные—у северной окраины.

Родники выходят по линии контакта базальтовой лавы с подстилающей ее пемзой. Волонепроницаемая толща, очевидно подстилающая пемзу, нигде не обнажена. Следы чрезвычайно легких, белых пемзовых песков заметны во многих местах по склону ущелья под деревней. Здесь нами были заложены две траншеи, обе на 15 метров выше уровня реки, по склону залегают горизонтальными пластами ельс пемзовые пески и белые вулканические пеплы с небольшими

прослойками глинистых отложений, среди которых найдена челюсть мелкого грызуна. Пласты подстилаются окатанной галькой, состоящей из пород, выходящей выше по Занге: мрамора, хлористого сланца, порфирита и кварца с кварцевым песком. В верхней траншее среди галек отмечен также базальт. К сожалению, не удалось проследить пласты пемзы до их контакта с базальтовым покровом вверх по склону, покрытому свалившимся сверху крупными утесами лавы.

2. Диатомит на левом берегу против северной окраины селения Джаткран

Ниже Нурнуса левый берег каньона Занги сложен базальтовой лавой. Приблизительно в 2-х км ниже устья Ашри-Дара, немного выше русла реки, базальты перекрывают лиловатые пемзовые туфы и туфобрекчии, по характеру близкие к теджрабацким туфам. Приблизительно от сел. Джаткран и ниже к Арзни нижнюю часть склона каньона слагают осадочные породы: сероватые глины, соли-товые известняки и песчаники с богатой фауной. Под контактом этих осадочных пород с перекрывающими их базальтами, против северной окраины селения Джаткран на месте образуемого каньоном Занги входящего угла, под крутым обрывом вышиною приблизительно в 30 метров, залегают диатомиты.

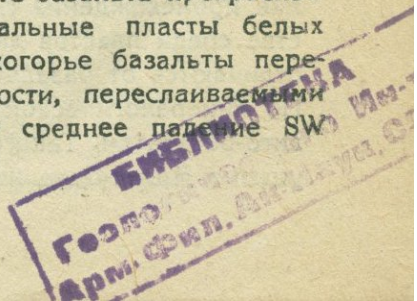
Как показали заложенные здесь шурфы, пласты диатомита сильно нарушены и переслаиваются с светло-желтыми глинами и вулканическими пеплами. В глинах, перекрывающих диатомит, находятся мелкие кристаллы гипса. Падение пластов диатомита крайне неправильно. Средний азимут падения 40° , уг. около 40° . Замечаются линзовидные включения серого пемзоватого песка, а также глыбы базальтовой лавы, окруженные бурой глиной. В диатомите найдены зубы и обломки костей.

Хвощи, значительно хуже сохранившиеся, чем в Нурнусе. Мощность пласта—около 2-х метров. В подошве—глинистые пласты с пемзой.

Ниже по каньону в 40 метрах от описанного шурфа, на том же уровне небольшой шурф глубиной 2 метра обнаружил продолжение пласта диатомита, залегающего под светло-серыми вулканическими пеплами, с таким же нарушенным характером залегания. За отсутствием крепления подошва достигнута не была.

3. Арзни

Как известно, по левую сторону дороги, ведущей от курорта Арзни к деревне, под обрывом серого андезито-базальта прекрасной столбчатой отдельности залегают горизонтальные пласты белых пемзовых песков. У выхода дороги на плоскогорье базальты перекрываются пластами диатомита небольшой мощности, переслаиваемыми с *drensens*; сильно перемятые пласты имеют среднее падение SW



235° уг. 30°. Пласты перекрыты горизонтальными слоями окатанной гальки.

Два шурфа, заданные в районе часовни Арзни, на расстоянии приблизительно 500 метров от обнажения, показали распространение диатомита в этом направлении. Пласты залегают на глубине 1,5 метра от поверхности, перекрыты черным пемзовым песком, подстилаются и переслаиваются серой пемзой мощностью 0,3 метра. По обрыву, спускающемуся к Занге от южной окраины Арзни под находящимися здесь пещерами, обнаружены небольшой расчисткой также залежи диатомита, ближе неисследованные. Месторождение это указано десятником М. Давидяном.

4. Правый берег Занги

По программе работ исследование правого берега было представлено Институту прикладной минералогии. Вследствие изменения программы этот район остался неизученным. Лишь к концу работ было произведено маршрутное обследование правого берега.

В районе селения Аркел среди глинистых пластов находятся незначительные пропластки диатомита. У западной окраины деревни за старым мусульманским кладбищем, на террасе, лежащей ниже уровня верхнего края каньона, найдена галька, состоящая из метаморфических пород, подобно описанным нами в Гюмуше.

Находка эта представляет большой интерес, указывая на уровень старого русла Занги. Следует отметить также магнитную аномалию в этом районе, объясняющуюся магнитностью лав, образующих верхний край каньона. Значительно более сильная аномалия наблюдается на холмах правого берега против селения Нурнус, где инженер-топографом Ивановым отмечено отклонение до 30°.

Петрографическое описание

Петрографический анализ изверженных пород нурнусского месторождения показал существование трех извержений лав, из которых первые два—андезитовые и андезито-базальтовые предшествовали отложению диатомита, а последние—базальтовые относятся к более позднему времени.

Особенно важным для геологии района мы считаем отождествление лав, подстилающих диатомиты с андезитами, слагающими холмы левого берега Ашри-Дара против штольни, а также объяснение происхождения глыб лавы, встречающейся в большом количестве среди пластов диатомита. Эти глыбы по внешнему виду мало отличаются от базальтового покрова, который слагает плоскогорье. По минералогическому составу принадлежит к более кислым андезито-базальтам. Такого же типа лава слагает отроги холма влево от ущелья Ашри-Дара ниже поворота его на запад. Глыбы оторвались,

очевидно, отсюда и скатились в водоем во время отложения диатомита.

Более подробно были исследованы нами следующие образцы:

Роговообманковые андезиты

1. Штрек № 4—10 метров от штольни № 1, образ. № 63.

Лава светло-серого цвета с красноватым и сиреневым отливом, шероховатая, с ясно различаемыми вкрапленниками роговой обманки. Под микроскопом лава имеет андезитовую структуру, светло-серое стекло, мелкие микролиты плагиоклаза, принадлежащие андезиту—45% анортита (максимальный угол погасания в зоне перпендикулярной (010) составляет 25°).

Кроме микролитов плагиоклаза, наблюдается небольшое число октаэдров магнетита и чрезвычайно мелких микролитов сильно дву-преломляющего минерала, в виде удлинённых столбиков с сильным рельефом и углом погасания до 45°, являющегося по этим признакам авгитом.

Вкрапленники представлены базальтической роговой обманкой с почти прямым погасанием и сильным плеохроизмом. $pg \parallel c$ —темно-коричневые, pr —светло-желтые. Вкрапленники плагиоклазов принадлежат андезиту с содержанием анортита от 46% до 49%, как показывают следующие измерения:

$2V = +80^\circ$, что соответствует 46% анортита.

Максимальный угол погасания в зоне перпендикулярной (010)—26°, что соответствует 46% анортита.

Координаты двойниковой оси параллельны полюсу плоскости сращения:

$=82^\circ$

$=32^\circ$, что соответствует 49% анортита

$=58^\circ$

с отклонением в 3° от диаграммы *) (Закон альбита).

2. Андезитовая лава с холмов левого берега Ашри-Дара. Образец № 187. Андезит с включением интрузиновой породы. Микро № 4.

Как по внешнему виду, так и микроскопическому исследованию, лава вполне соответствует предыдущей, что подтверждается также произведенными нами измерениями оптических констант плагиоклазов. Максимальный угол погасания в зоне перпендикулярной (010)—27°, что соответствует 47% анортита.

Координаты полюсов плоскости спайности

$=79^\circ$

$=32^\circ$ около 50% анортита

$=58^\circ$

также с отклонением на 2° от диаграммы, дающей координаты плоскости (010); в зависимости от содержания анортита.

*) Мы пользовались диаграммами, приведенными в работе Берек М.

Включения: следует отметить захват интрузивной габровой породы в этой лаве. Минералогический состав этой породы—плагиоклаз—64% анортита (максимальный угол погасания 44°), биотит (сильный плеохроизм, прямое погасание небольшой угол оптических осей, знак отрицательный) и магнетит.

Андезито-базальты

По внешнему виду лава сильно отличается одна от другой. По руслу Ашри-Дара, ниже поворота на запад, лава серая, ясно плитчатой отдельности, выше по левому склону—черная лава без заметной отдельности. По минералогическому составу обе разновидности очень близки. К этому же типу принадлежат включения в диатомитах и лава, встреченная в буровой № 3 у забоя. Подробно изучены следующие образцы:

1. Шурф № 8, образец № 269 на глубине 4,20 метра (правый берег Ашри-Дара, у места поворота на запад, близ русла).

Внешний вид: лава плотная, серая, с розоватыми прожилками, плитчатой отдельности. Под микроскопом структура андезитовая, стекла мало, оно прозрачно, слегка буроватого оттенка. Микролиты плагиоклазов принадлежат двум поколениям: крупные вкрапленники плагиоклазов отсутствуют. Мелкие микролиты относятся к лабрадору.

Максимальный угол погасания в симметрично погасающих разрезах равен 32°, что дает 55% анортита.

Крупные кристаллы плагиоклаза принадлежат также к лабрадору с содержанием анортита 62%—64%.

Полюс плоскости сращения перпендикулярен двойниковой оси. Максимальный угол погасания (010)=36°, что соответствует 62% анортита.

Координаты двойниковой оси

$$=33^{\circ}$$

$$=62^{\circ}, \text{ что соответствует } 64\% \text{ анортита}$$

$$=74^{\circ}$$

с отклонением на 2° от диаграммы (закон Карлсбад).

Кроме микролитов фельдшпата, отмечены магнетит и авгит. Последний находится также в виде вкрапленников. 2V авгита=+56°. Оливина нет.

2. Включения лавы в первой штольне у забоя. Обр. № 26.

Внешний вид: лава черная, плотная, с едва заметными мелкими порами, заполненными железистыми продуктами выветривания. Под микроскопом структура андезитовая, стекла много, прозрачно, буровато-серого цвета. Микролиты двух родов: более крупные и мелкие. У первых максимальный угол погасания в симметрично погасающих разрезах равен 32°, что соответствует 55% анортита. Имеются еще микролиты магнетита в небольшом количестве и микролиты гиперстена. Вкрапленники плагиоклаза содержат 62% анортита, как показали следующие измерения:

Координаты двойниковой оси и плоскости сращения

$=38^\circ$	$=73^\circ$
$=59,5^\circ$	$=36^\circ$
$=69^\circ$	$=59,5^\circ$

двойниковый закон Карлсбада.

Кроме плагиоклазов, находятся вкрапленники гиперстена, $2V$ которого равняется 78° . Плеохроизм слабый pg —зеленоватое, pr —желтоватое и av гита $2V=+54^\circ$.

3. Лава из забоя третьей буровой скважины. Глуб. 65 м.

Отличается она от предыдущих двух меньшей степенью кристаллизации и более окрашенным стеклом. В виде вкрапленников находятся опять: авгит, гиперстен и плагиоклазы с максимальным углом погасания 33° в зоне перпендикулярной (010), что соответствует 57% анортита.

Оливин отсутствует, как и в предыдущих образцах.

Как мы увидим ниже, лавы верхней части буровой другого типа и соответствуют типичным базальтам. Таким образом, микроскопический анализ показывает, что скважина, пересекши верхний базальтовый покров, достигла тех же лав, которые находятся в виде включения в диатомите.

Базальты

Базальтовая лава перекрывает месторождение диатомита, слагая все плоскогорье между месторождениями и сел. Нурнус. Лава эта характеризуется большим количеством оливина и, частично, долоритовой структурой. Более подробно мы исследовали образец из верхнего горизонта буровой № 3 с глубины 9,31 метра, как менее выветренный. Стекла мало, пространство между плагиоклазами выполнено авгитом. Довольно крупные октаэдры магнетита, кристаллы оливина, часто сгруппированные вместе, окружены буровато-черной каемкой. Плагиоклаз принадлежит к битовниту с содержанием анортита около 75%, как показали следующие измерения:

Координаты плоскости спайности (010)

$=65^\circ$
$=43^\circ$
$=58^\circ$

Максимальный угол погасания в зоне перпендикулярной (010) равняется 43° .

Месторождения диатомита

Диатомиты принадлежат к чрезвычайно распространенной породе; поэтому, несмотря на непрерывно возрастающий спрос на них и возрастающее применение в новых отраслях пророщдения, спрос на диатомиты удовлетворяется, благодаря благоприятному расположению в отношении доступности и близости к индустриальным центрам. Приведем описание наиболее значительных месторождений.

1. Лампокское месторождение с годовой добычей в 87 тыс. тонн, лежащее в 50 милях от Санта-Барбара в Калифорнии, занимает площадь в 3.000 акров и средней мощности в 700 фут. При приближении к месторождению, поражает сплошной белоснежный открытый с поверхности покров, истощение которого в ближайшее время кажется невероятным. Малый удельный вес породы, высокая, отражательная способность ее, выражающаяся в том, что незащищенными глазами больно смотреть на нее, и сильная капиллярность (благодаря чему даже в наиболее высоко расположенных местах постоянно сохраняется сырость) указывают уже при поверхностном обзоре на промышленное значение породы. Чистота ее колеблется в разных слоях от 88 до 80% кремнекислоты. Такая слоистость породы с чередованием почти чистой кремнекислоты с сероватыми и более или менее глинистыми слоями (от 20 до 30 слоев в дюйме), сближает ее с диатомитом Нурнуса, имеющим такую же структуру.

Близко к нурнусскому диатомиту по генезису другое значительное месторождение Калифорнии в каньоне Пита. В противоположность лампокским, диатомиты здесь пресноводные. Отложение диатомией, как это часто наблюдается, совпало с наибольшим развитием вулканической деятельности. Потоки лавы, преградив течение реки, создали многочисленные озера, в которых отлагались диатомеи, впоследствии вновь покрытые лавой.

Сходное залегание диатомитов в штате Вашингтон, в 15 милях к югу от Квинци, где порода отлагалась во впадинах и кривесах лавы и была впоследствии перекрыта новыми потоками лавы. Мощность породы достигает 40 футов и занимает площадь в несколько квадратных миль.

Мощные залежи диатомита имеются и эксплуатируются также в Оригане, Неваде, Аризоне и Флориде.

Месторождения Канады (известно уже более 100) находятся преимущественно в Новой Шотландии. Наиболее значительные месторождения находятся в Британской Колумбии. Они относятся к трем типам: 1) залегающие на дне водоемов, 2) сухие, но лежащие незначительно выше современного уровня озер и рек, 3) третичные отложения, лежащие на сотни метров выше уровня воды. Самые значительные месторождения последнего типа большой чистоты находятся в долине Квенеля на 800 фут. над уровнем реки, в виде пластов кремового цвета, достигающих 60 футов мощности. Диатомиты исключительно почти представлены видом.

Открытие диатомита и его применение началось в Германии. В продолжение долгого времени Германия занимала первое место по добыче, уступив его впоследствии Соединенным Штатам Америки. Вывоз диатомита составлял в 1927 г. 6.000 тонн. Потребление в стране, держащееся в секрете, предположительно от 5 до 10 тыс. тонн.

80% всей добычи Германии приходится на Лунебург. Месторождение тянется на 3 км в длину и имеет 1 км ширины. Пласты диатомита подстилаются и перекрыты делювиальными песками и переслаиваются с песком, имеют различную окраску—коричневатую, серую и белую. Средняя мощность всех слоев—от 10 до 15 метров.

В СССР имеются значительные количества месторождения диатомита, однако они пока мало изучены. Мощные залежи светло-желтоватого диатомита залегают в Корсунском уезде Ульяновской губ. Площадь распространения породы составляет несколько сот кв. километров. Средняя мощность от 20 до 25 метров. Содержание кремнекислоты 75—78%. Известны также залежи диатомита в Пензенской губ., на Урале у гор. Камышлова. Данные о месторождениях диатомита СССР находятся в недавно вышедшей книге Г. И. Эдиберидзе «Диатомит» (Тифлис, 1928 г.).

Физические свойства диатомита

Чистый диатомит совершенно белого цвета. Германский кизелгур обычно окрашен органическими веществами в коричневатый или зеленоватый цвет. Лампокский диатомит серого цвета. Диатомит с реки Пита цвета слоновой кости. В Нурнусе мы имеем совершенно белые пласты, главным образом под руслом Ашри-Дара, в нижних пластах месторождения левого берега и в последнем западном забое штольни. Порода, извлекаемая без отделения пластов в сухом виде, слегка желтоватого оттенка.

Неудачные попытки применения диатомита в качестве краски объясняются его низким показателем преломления от 1,41 до 1,46. В льняном масле, имеющем показатель преломления от 1,482 до 1,485, диатомит делается почти невидимым.

Удельный вес диатомита от 2,1 до 2,2 соответствует опалу и водной аморфной кремнекислоте.

Важным свойством является объемный вес. Свободно насыпанный воздушно сухой молотый диатомит имеет объемный вес 0,112. Лучшего качества диатомит в кусках—около 0,35. Ниже приведена таблица объемных весов диатомита некоторых американских месторождений и данные о нурнусском месторождении диатомита.

1. Лампок-Калифорния (в кусках)	0,456
2. Паист-Идаго	0,422
3. Сульфур-Невада	0,659
4. Вашингтон	от 0,505 до 0,536
5. Нурнус (у котлована)	0,37
6. » (шт. № 1, штрек № 4) серый	0,50
7. Последний забой	0,60
8. Открытый карьер (лев. берег Ашри-Дара)	0,77

Простой расчет показывает пористость породы. В диатомите

среднего качества, имеющем в прессованном порошке объемный вес 0,22—объем пор составляет 89%.

Благодаря чрезвычайно высокой пористости, одно кило диатомита поглощает 2,6 кило алкоголя или 6,1 кило нитроглицерина. На этом свойстве породы было основано ранее ее применение для изготовления динамита, теперь уже оставленное.

Адсорбционная способность диатомита весьма слабая. Ниже показана адсорбция сравнительно с костяным углем:

	% вещ. в водн. растворе	Адсорбция диатомита	Адсорбция кост. угля
Никотин	1	2,9	22,2
Метилен синий	0,15	6,3	100
Таннин	1,80	0.	10,1
»	2	0.	10,1
КОН	1	8,4	40,5

Как видно, диатомит, как кислота, сильно адсорбирует основные соединения.

Низкая теплопроводность обуславливает его главное применение. В зависимости от температуры, лучшими изоляторами являются более или менее плотные диатомиты.

Дают следующие цифры для теплопроводности диатомита объемного вещества в 0,08, 0,34 и 0,46 при 600°—0,000278, 0,000246, 0,000272.

Температура плавления чистого диатомита—1600°; при наличии примесей точка плавления сильно понижается. Содержание выше 92% считается необходимым для применения породы для целей изоляции при высокой температуре.

Химический состав диатомита

Наиболее чистые породы по химическому составу приближаются к содержащей воду кремнекислоте. Из примесей чаще всего встречаются глинистые вещества, судить о количестве которых можно приблизительно по процентному содержанию окиси алюминия. Примесь глины наиболее вредит в случае применения диатомита для фильтрации жидкостей, однако, для оценки породы недостаточно одного химического анализа.

Необходимо микроскопическое исследование и испытание на скорость и полноту фильтрации. Нередко в состав породы входят также органические вещества.

В приводимых анализах нурнусских диатомитов (см. табл.) содержание органических веществ не определялось и, если они имеются, что по цвету породы мало вероятно, количество должно составлять часть потери при прокаливании. В таблице приведены для сравнения анализы наиболее известных месторождений.

Таблица анализов диатомита (к стр. 24).

	Н У Р Н У С											Грузия		Германия *)			Америка **)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			Унтерлюс Гановер				
Пр-бег А.-Д. шт. № 1 у забое под баз. белый диатомит				Старые шурфы Джрба-шяна	Лев. бер. А.-Д. открыт. карьер 4 м гл. сер.-желт. диатомит	Прав. бер. А.-Д. кв. № 23 мет. от шт. красн. диатомит	Прав. бер. А.-Д. после забоя штольни	Лев. бер. А.-Д. откр. карьер нижн. пласт.	Лев. бер. каньона Занги пр. Джаткрана диатомит	Теджрабак диатомит	Арзни у часовни шт. № 3	Кисатипский диатомит белый ***)	Там же серый диатомит ****)	Белый	Серый	Зеленый	Лампов Калифорния	Эленсбург Вашингтон
Влаги гигроскопической . . .	7,01	8,06	8,60	10,85	8,30	7,96	13,98	12,26	6,65	7,60	10,93	2,93	6,50	7,01	13,69	11,00	5,00	5,98
Потеря при прокаливании . . .	3,17	3,04	3,08	—	3,82	3,64	—	—	5,44	4,67	—	—	7,90	—	—	—	—	—
Кремнекислоты	88,66	87,09	81,92	87,55	74,50	86,23	62,22	75,01	65,41	71,81	86,06	94,14	59,30	89,17	81,25	71,22	89,30	84,91
Окись алюминия	0,94	0,84	3,79	—	6,45	0,64	—	—	9,63	6,68	1,41	1,13	8,20	1,89	1,82	4,09	4,00	1,75
Окись железа / Закись железа	Следы	0,58	0,78	1,50	1,91	1,17	—	—	5,33	3,45	1,07	0,28	10,24	0,35	1,34	2,22	0,70	2,40
Окись магния .	—	следы	следы	0,47	1,48	—	—	—	2,13	2,21	0,22	0,17	0,36	0,22	0,20	следы	0,40	0,19
Окись кальция .	0,67	0,78	1,76	0,43	2,25	0,50	—	—	2,37	2,91	0,68	0,85	2,73	следы	0,18	—	0,40	0,11
Окись натрия .	—	10,47	10,53	—	1,29	10,55	—	—	2,06	11,13	—	—	—	0,69	0,68	0,54	10,20	14,94
Окись калия . .	—	—	—	—	0,87	—	—	—	1,48	—	—	—	—	1) 0,39	2) 0,69	3) 0,79	—	—
Сумма .	—	100,86	100,65	—	100,87	100,69	—	—	100,50	100,49	—	—	—	99,90	99,90	100,0	100,0	100,0
Процент кремнекислоты, отнесенный к сухому веществу	98,70	97,96	92,75	98,20	85,51	97,54	—	—	74,40	81,85	96,62	—	—	95,96	95,42	81,25	94,01	90,31

*) Dammer und Tietze Nutzbaren Mineralien. Stuttgart 1913. 207.

**) Robert Kalwert loc. cit.

***) Янишевский loc. cit. стр. 407.

****) Эдигеридзе, „Диатомит“, стр. 58.

1) Кроме того TiO_2 —0,06.

2) „ „ „ —0,12.

3) „ „ „ —0,15.

4) „ „ „ —0,14.

Отдельно приведено процентное содержание кремнекислоты по отношению к сухому веществу, дающее более наглядное представление о чистоте породы.

Анализы нурнусских диатомитов произведены ассистентом количественной лаборатории Пед. института М. Дарбиняном и № 4—С. Петросяном.

Кремнекислота определялась после двукратного выпаривания. Нерастворимый остаток, после обработки втористым водородом, присчитывался к окиси алюминия. В анализе № 9 и № 10, из-за порчи вытяжного шкафа, обработка втористым водородом не производилась. Железо и алюминий осаждались вместе. В осадке, сплавленном с бисульфатом калия, железо отделялось при помощи купферна. Закись железа не определялась. Помимо анализа, было исследовано действие на диатомит соляной кислоты, показавшее возможность получения практически чистой кремнекислоты. 2 грамма воздушно-сухой навески, дающей потерю при прокаливании 10,78%, с содержанием кремнекислоты 98,65% по отношению к прокаленному веществу, обрабатывались двое суток концентрированной соляной кислотой. Нерастворимая часть составляет 98,78%. Определение кремнекислоты в нерастворимой части показало 99,15%.

Таким же образом обработанная предварительно прокаленная порода дала нерастворимой части 99,58% с содержанием кремнекислоты 99,36%.

А. Тер-Арутюнян была исследована растворимость диатомита в насыщенном растворе едкого натрия. В виду незаконченности этой работы, мы пока можем сказать, что порода почти нацело растворяется, что показывает возможность применения ее для производства жидкого стекла, применяемого в мыловарении и при изготовлении силико-геля.

Преимущество изготовления жидкого стекла из диатомита вместо кварцевого песка заключается в возможности работать в водном растворе едкого натрия без сплавления.

Большое практическое значение имеет определение точных условий сушки породы. При эксплуатации до сих пор приходилось вывозить из рудника породу, заключающую большое количество воды, что, конечно, увеличивало расходы по транспорту. При составлении проектов сушки породы необходимо иметь в виду, что обезвоженная порода до известной степени вновь притягивает воду, и не стремиться напрасно доводить сушку до конца, так как невозможно хранить породу в герметической упаковке. Результат исследования условий сушки и гигроскопичности, произведенного также М. Дарбиняном, показаны в приводимых ниже диаграммах. Работа эта, за недостатком времени, далеко не закончена и полученные данные следует рассматривать лишь как ориентировочные. Породы, взятая для испытания, содержит 7,88% влаги. Большой интерес

представило бы испытание проб с различным содержанием влаги и различной чистоты, а также более длительное наблюдение поглощения воды в высушенной породе.

Применение диатомита

Главное применение диатомит находит для фильтрации жидкостей, как теплоизоляторы, как добавка к портланд-цементу и как полировочный материал.

1. Фильтрация

Особенно успешно применение диатомита при фильтрации жидкостей, содержащих клейкие вещества, закупоривающие фильтры.

Диатомит в виде порошка примешивают прямо к фильтруемому веществу в количестве нескольких десятых процента и затем пропускают жидкость через фильтр-прессы. Диатомиты образуют пористую корку на материи конвертов фильтра, способствующую быстрой фильтрации, повышающую прозрачность фильтра и также задерживающую большую часть микроорганизмов (99% в случае сахарного сиропа); для успешности фильтрации важно качество диатомита; планктонные водоросли, имеющие особенно тонкую оболочку, дают наибольший эффект.

Из примесей наиболее вредное действие оказывают глинистые вещества. В Америке широко распространено прокаливание таких диатомитов, обжигающее глинистые примеси и переводящее их в безвредную форму.

Не следует смешивать действие диатомита при фильтрации с действием флоридановых глин, костяного угля и других отбеливающих веществ. Являясь наилучшим адсорбентом, диатомиты имеют ничтожную адсорбационную силу, как уже упоминалось в предыдущем параграфе.

Наибольшее применение диатомиты нашли в сахарной промышленности. 90% производства Соединенных Штатов применяют их в качестве фильтровального порошка. Широкое применение диатомит имеет также при фильтрации растительных масел, фруктовых соков и эмульсий.

2. Индустрия нефти

Кроме обычного применения, как теплоизоляторов в установках крекинга и нефтеперегонки (о которых см. ниже), громадная экономия нефтяных продуктов особенно наиболее ценных легких фракций, достигается теплоизоляцией нефтяных хранилищ. Главная потеря легких фракций из нефти (из цистерн) вызвана суточными колебаниями температуры.

Нефтяные газы, расширяясь ежедневно с повышением температуры, выходят наружу через щели хранилищ, а охлаждение втягивает обратно наружный воздух. Потери нефти от испарения из хранилищ исчислялись для Соединенных Штатов в 1922 году 250.000.000 долларов и были с тех пор уменьшены наполовину.

Не менее важным, но неокончательно изученным является применение диатомита для отделения нефти из водных эмульсий. Как вода, так и нефть проходят через диатомитовые фильтры, но после фильтрации уже не представляют собою эмульсии и легко отделяются по удельному весу, вероятно из-за отделения защитных коллоидов.

Укажем еще на применение диатомита для регенерации загрязненного смазочного масла и на обезвоживание бывшего в употреблении трансформаторного масла, в котором следы сырости понижают диэлектрическую постоянную. Профильтрованное, с примесью высушенного диатомита, масло восстанавливает первоначальные свойства.

3. Добавка к цементу и гипсу.

Применение диатомита, как добавки к цементу, особенно возросло во время войны, когда из такого смешанного цемента строили флот Соединенных Штатов. Добавка нескольких процентов диатомита к портланд-цементу повышает его прочность, водонепроницаемость и понижает разрушительные действия на бетон соленой морской воды.

Причина такого действия диатомита на цементные растворы еще не может считаться окончательно выясненной. Обычно его приписывают связыванию кремнекислотой свободной извести цемента и лубрификационному действию на растворы, позволяющего достигать требуемой пластичности при меньшем количестве воды, что, как известно, повышает прочность бетона.

Добавкой диатомитов в количестве 5% к гипсу также достигается большая пластичность и твердость штукатурки и понижается ее теплопроводность.

4. Диатомит, как тепловой изолятор

Для тепловой изоляции употребляют диатомит в виде натуральной породы, распиленной в форме кирпича, обожженные натуральные кирпичи и также прессованный диатомит, иногда обжигаемый после добавления пробковой пыли для придания большей прочности.

Кроме указанных, отметим еще применение диатомита в мыловарении, изготовлении жидкого стекла, подрывных патронов с жидким воздухом, твердого спирта, дезинфекционных составов инсектицидов, составов для полировки металлов и лакировальных частей автомобиля, состав для катализаторов, особенно при гидрогенизации жиров и пр.

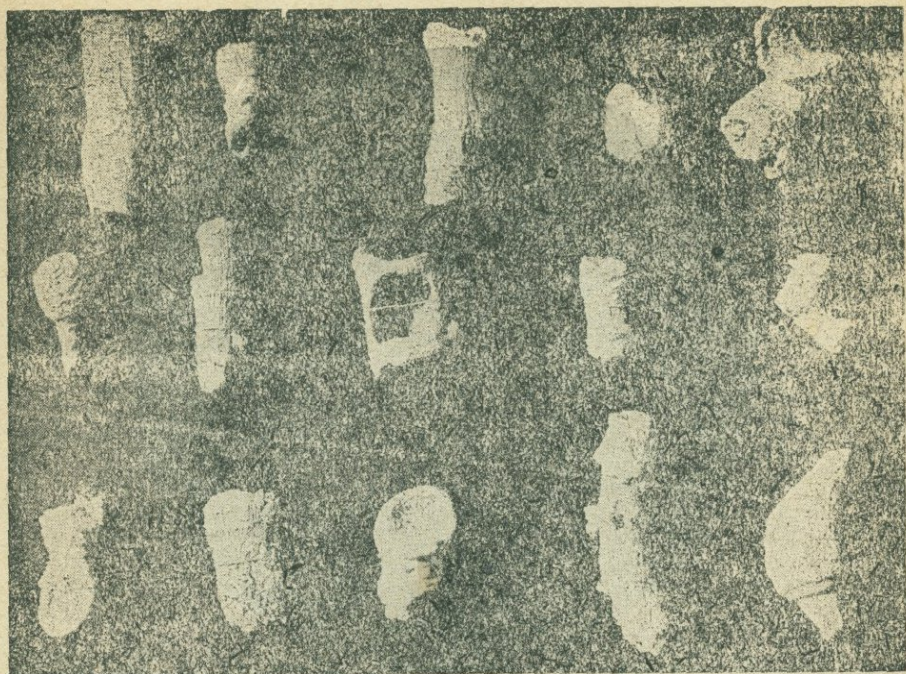
Закключение

По полученным пока данным, нурнусский диатомит можно отнести к разряду небольших месторождений. Несмотря на это, ввиду высокого качества породы, они могут иметь крупное промышленное значение. Большая часть приводимого нами действительного запаса доступна открытой разработке, а именно: пласты, залегающие на левом берегу Ашри-Дара, открытые с поверхности и часть месторождения правого берега, примыкающего к руслу, где потребуются небольшая вскрышка.

Остальная часть месторождения, а также вероятное его продолжение в направлении к деревне Нурнус, лежит под мощным покровом базальтовой лавы и может быть эксплуатируема только подземными работами, которые вообще редко применяют при разработке диатомита.

В программу дальнейшей разведки, помимо более детального изучения нурнусского месторождения, входит продолжение штольни в направлении деревни и проведение встречной штольни с противоположного склона проскогорья; желательно включить также обследование всей озерной системы нижнего бассейна Занги. Особый интерес представляют холмы, идущие параллельно течению реки на правом берегу ее, и разведка диатомита в районе Джаткрана и Арзни, а также исследование широкой равнины у родников Крх-Булаг, имеющих почти ту же отметку, что и нурнусское месторождение.

ОТКРЫТЫЙ КАРЬЕР



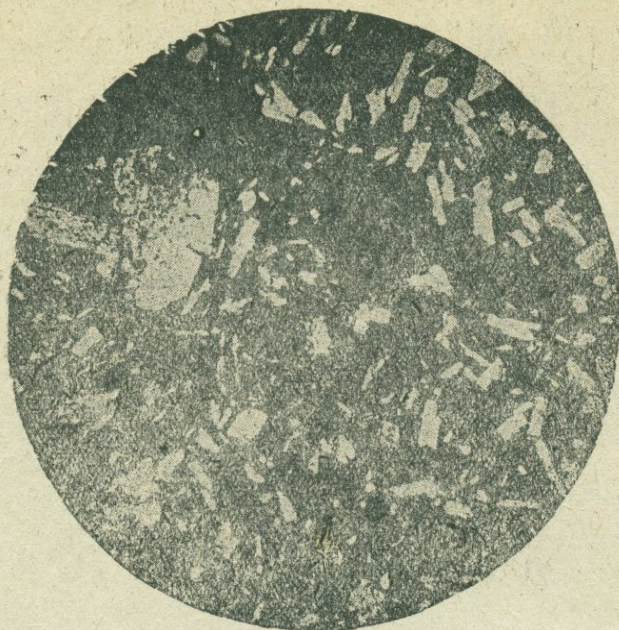
Хвосты со спорангиями

ОТКРЫТЫЙ КАРЬЕР



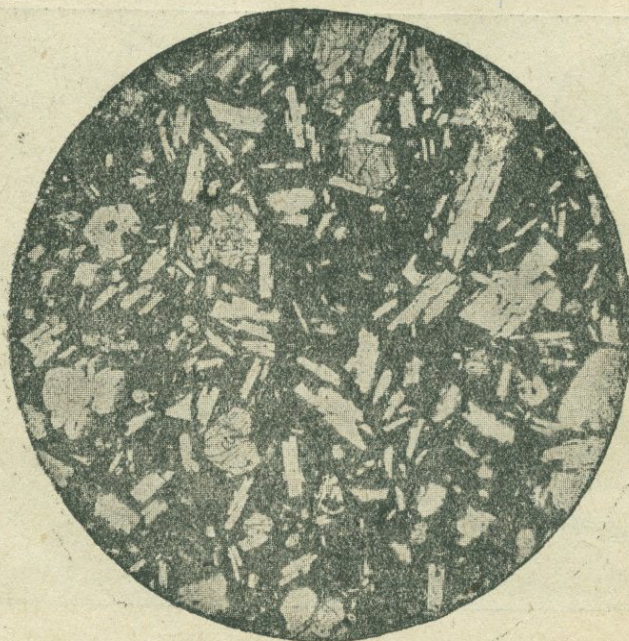
Челюсти и зубы грызунов

Шт. № 1 штр. 4



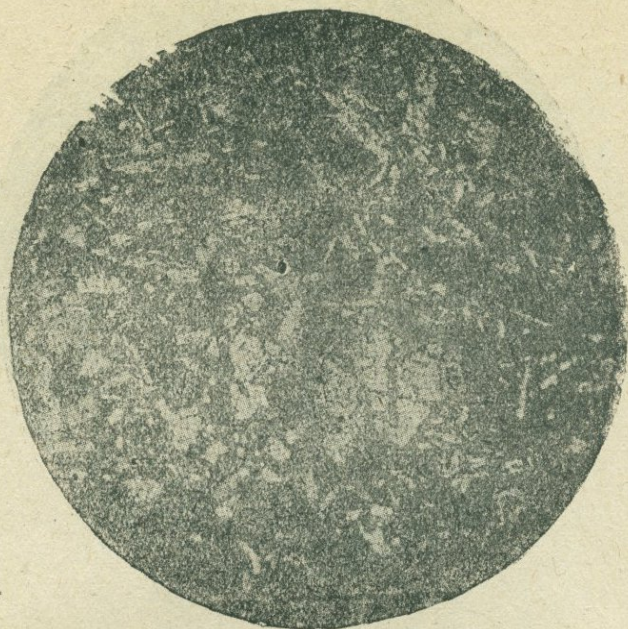
Андезит

Шурф № 8



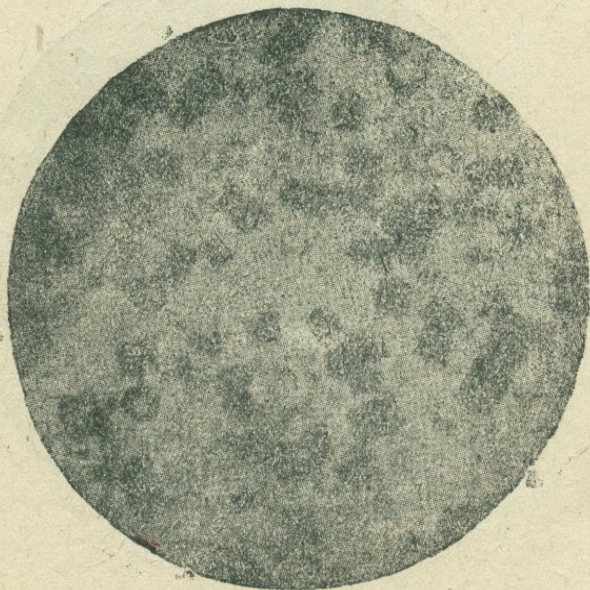
Андезито-базальт

Бур. № 2—9,34 м.



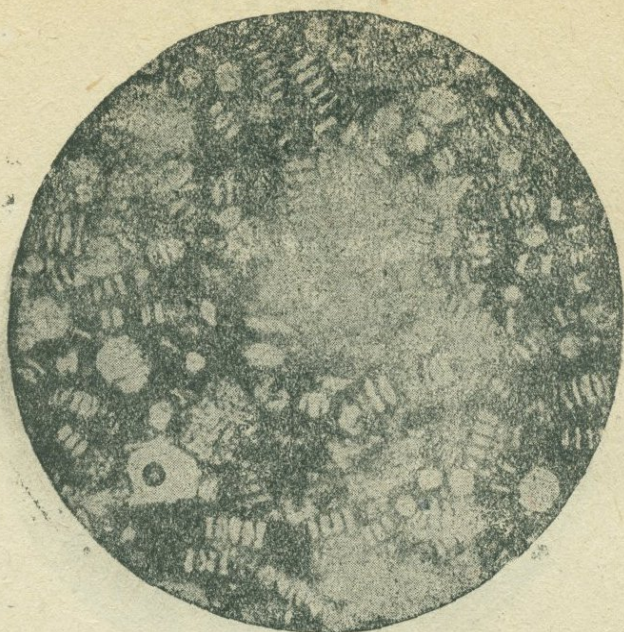
Базальт

Штольня № 1



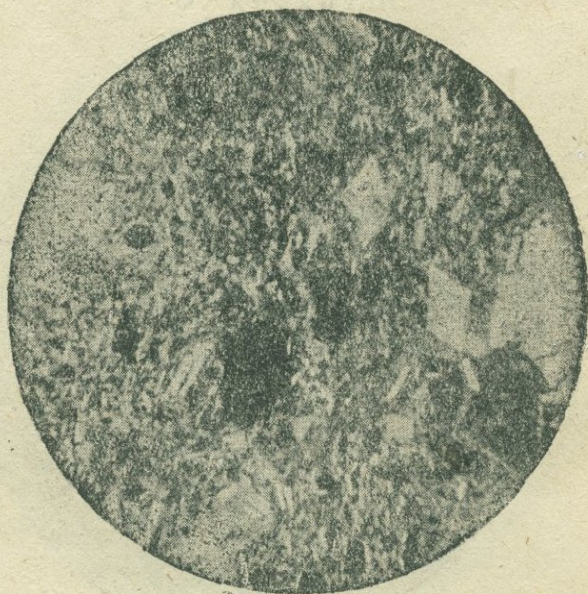
Диатомит

Шт. № 1, штрек № 4



Диатомит в известк. отл.

Лев. берег Ашри-Дара



Андезит

ПЛАН

ШТОЛЬНИ ПО ДИАТОМИТУ

с НУРНУС

Подсчет задач по дням работы

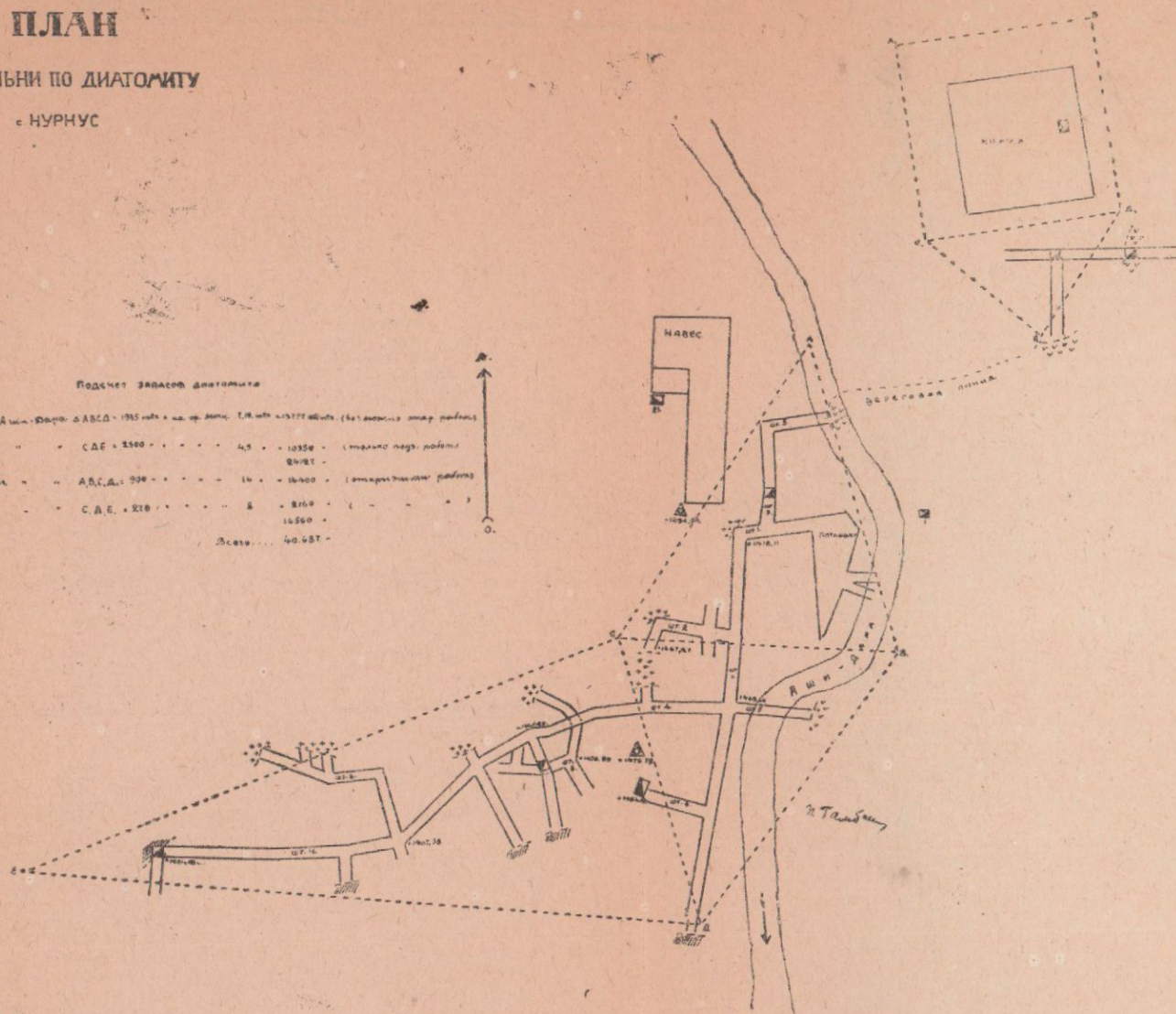
Anal. for $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_2$: $\text{C}, 80.0\%$; $\text{H}, 6.7\%$. $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_2$ (134.16) calcd: $\text{C}, 80.0\%$; $\text{H}, 6.7\%$. $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_2$ (134.16) calcd: $\text{C}, 80.0\%$; $\text{H}, 6.7\%$.

* C A E : 1380 - 4,5 . . 10350 . (maximo negs. profet
26/27 -

Rebusi Senar = " A.B.C.D. = 998 - " " " " " 14 " = 14400 " (komputer dan lain-lain)

C. A. E. 210 2 2160 14560

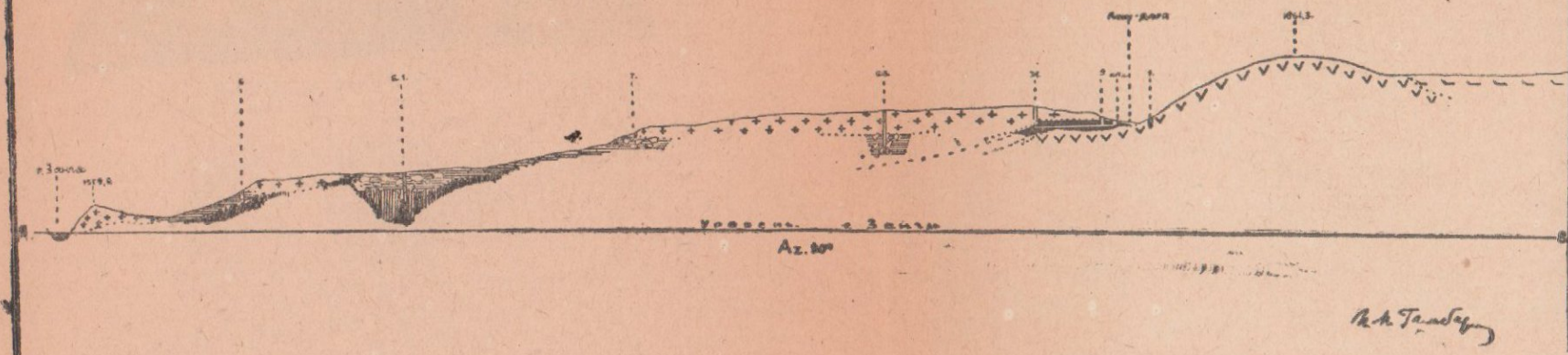
Aceto. . . 40.687 -



Разрез по линии А-В.

Приложение к геологической карте

Табл. III

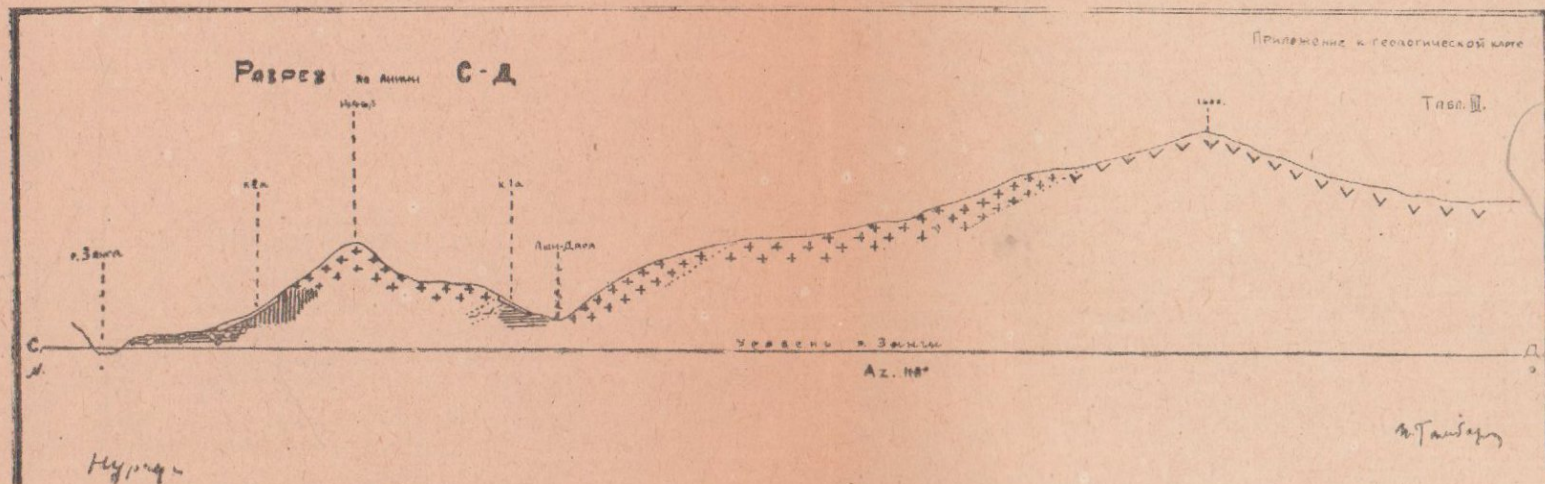


IV (к стр. 5-28).

Разрез по линии С-Д

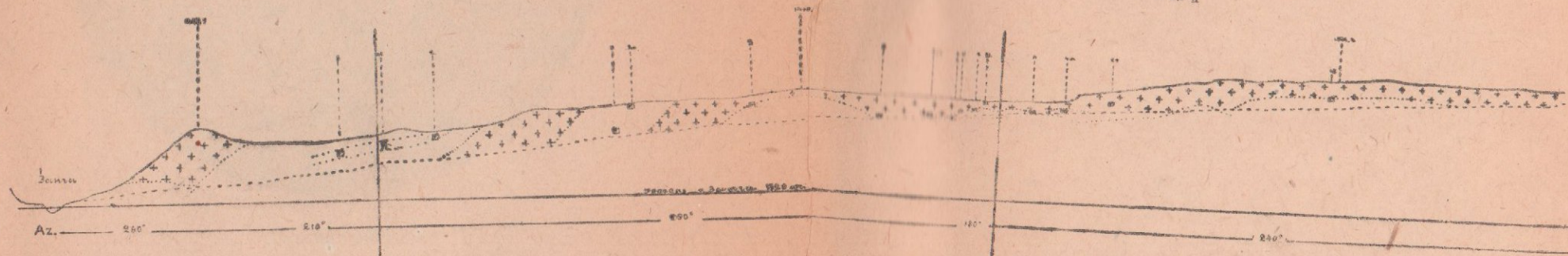
Приложение к геологической карте

Табл. IV

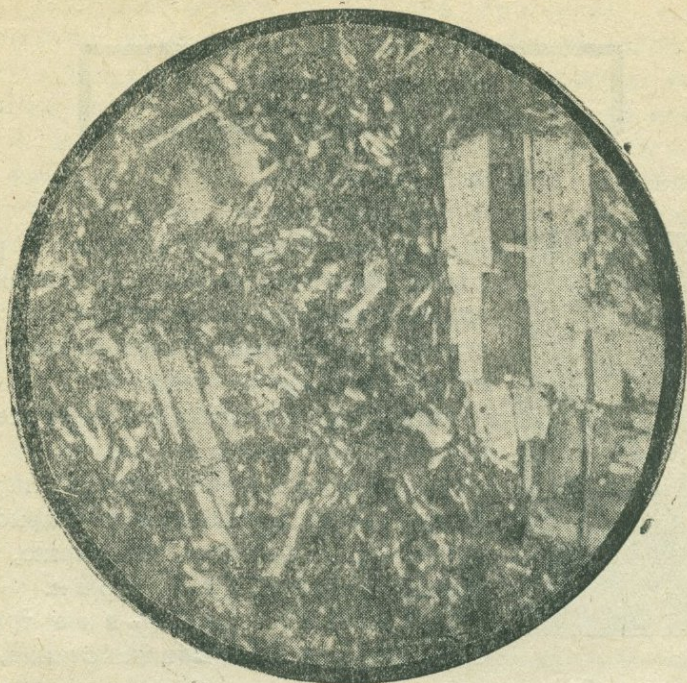


Профиль ул. Аши дара вид на левый берег

Табл. II



Бур. № 3



Андезито-базальт

ПЕТРОС ГАМБАРЯН

(Некролог)



Нелепый случай вырвал из рядов молодых советских ученых ССР Армении одного из наиболее талантливых и добросовестных исследователей ископаемых богатств нашей республики—геолога, доцента Политехнического института Петроса (Петра Павловича) Г а м б а р я н а.

8-го февраля тек. года при перелете из Баку в Тифлис, вследствие сильной облачности, аэроплан потерпел аварию, во время которой погиб П. Г а м б а р я н.

В лице П. Г а м б а р я н а трудящиеся ССР Армении потеряли работника, всецело посвятившего себя изучению недр Армении, изысканию новых источников для развертывания нашей молодой социалистической промышленности и культурного преуспеяния Армении.

На редкость скромный, самоотверженный, трудолюбивый и настойчивый в работе, прекрасный общественник и чуткий товарищ, П. Г а м б а р я н являл собою лучший образец ученого советской формации.

П. Г а м б а р я н родился в Тифлисе в 1899 году в семье интеллигента—отец его был магистром прав, мать—большая любительница музыки. Учился он дома под руководством родителей, сдавая экзамены экстерном. Имея сильную склонность к живописи, П. Г а м б а р я н до начала империалистической войны уделял много энергии и внимания занятиям живописью. Достигнутые им на этом поприще результаты: 1) многочисленные полотна, которые выставлялись на выставках в Тифлисе, 2) гравюры по дереву, одна из которых находится в Москве в Румянцевском музее и фотоснимок с которой был помещен в английском журнале „The Studio“, 3) фресковая живопись. Продолжительное изучение различных приемов фресковой живописи нашло свое завершение в большой фреске во всю стену флигеля д. № 13 по ул. Дзержинского в Тифлисе, изображающей деревню Чибухлы на берегу оз. Севан. Война 1914 г. прервала развертывавшуюся художественную деятельность его. По окончании войны, женившись и недолго пробыв в Тифлисе, П. Г а м б а р я н переезжает с семьей в Италию, а затем во Францию.

Предполагая вернуться в Закавказье и обосноваться в ССР Армении, П. Гамбарян в Париже приступает к изучению геологического цикла наук. Он работает в Сорбонне у проф. Могэна и у Лекруа в Музее. Большую помощь в занятиях по геологии оказывают ему геологи супруги Боннэ. Несмотря на предложение проф. Могэна работать у него в качестве ассистента, П. Гамбарян покидает Париж и в 1927 г. приезжает в Эривань; здесь он работает вначале в Университете в качестве заведующего химической лаборатории качественного анализа, а затем доцента по кристаллографии, петрографии и прикладной минералогии, сотрудничая одновременно в Геолого-разведочном управлении.

Остановимся кратко на его работах.

В 1928 и 1929 г. г. П. Гамбарян участвует в Севанской экспедиции Всесоюзной Академии Наук, как начальник Зангинской партии. Ему была поручена работа по геологическому исследованию середины и низовья р. Занги с составлением геологической карты Эривань—Арзни—Агбаш. Эти труды в ближайшее время выходят в издании Академии Наук.

В 1928 г. П. Гамбарян исследовал Теджрабакскую трассу (гидравлические добавки).

В 1930 г. им подробно обследован и изучен нурнусский диатомит с выявлением высоких экспортных качеств этого дистолита*). В том же году П. Гамбарян работал по мраморам в Арзакендском и Агверанском районах.

В 1931 году в поисках за дистолитом он исследует районы Паракара, Теджрабака и Парби.

В 1932 г. П. Гамбаряну поручается геологическое обследование Камарлинского, Вединского и Джаджурского районов.

В связи с постройкой Канакирской гидростанции им проведено детальное обследование грунтов площадки строительства.

Во все задания П. Гамбарян всегда вкладывал максимум энергии и инициативы, увлекая творческим энтузиазмом работавших вместе с ним лиц.

С 1927 г. П. Гамбарян состоял членом Французского минералогического общества.

П. Гамбарян в совершенстве владел четырьмя европейскими языками.

Трагическая поездка в Баку, имея целью консультацию с проф. Богачевым и передачу ему найденных при работах в Армении палеонтологических материалов, прервала богатую творческую жизнь молодого ученого.

РЕДАКЦИЯ

*) Результат исследования нурнусского диатомита мы помещаем в настоящем номере нашего сборника.

Проф. С. М. Веллер

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ И ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ АРМЕНИИ КАК ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ К ПОРТЛАНД-ЦЕМЕНТУ

Введение

Вопрос о применении вулканических пород для растворов в строительстве не нов и имеет за собою прошлое почти в две тысячи лет.

Известно, что еще римляне для своих сооружений пользовались растворами из извести с пуццоланой, греки — санторинской землей. Высокие строительные качества пемзы были известны в древней Персии и Армении, где из крупной кусковой пемзы на известковом растворе складывались купола и своды зданий и храмов, сохранившихся в течение тысячелетия.

Исследования за последние годы в СССР выявили высокую устойчивость растворов на пуццолановых портланд-цементх действию морских и минерализованных вод. Замена портланд-цемента пуццолановым цементом для гидротехнических, портовых и мелиоративных сооружений, для кладки фундаментов в водном, влажном и сыром пространстве, приобретает исключительное значение, так как в значительной мере смягчает острый дефицит в портланд-цементе, вызванный огромными размерами нашего социалистического строительства.

Кроме того, пуццолановый портланд-цемент обходится гораздо дешевле, так как прибавление к клинкеру значительного количества гидравлических добавок, не требующих обжига, создает большую экономию при производстве этого продукта.

Настоящая работа имела целью выявить свойства вулканических и осадочных пород ССР Армении в качестве гидравлических добавок к портланд-цементу.

Объектами исследования служили:

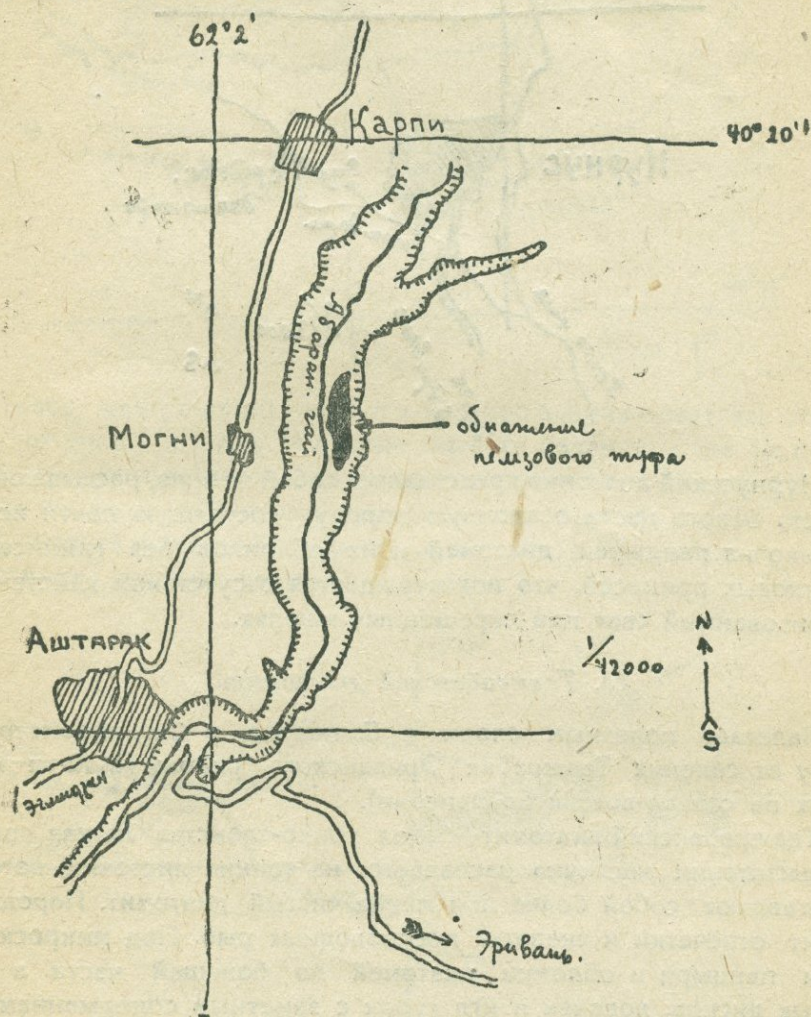
1. Могнинский пемзо-туф.
2. Нурнусский диатомит.
3. Теджрабакский диатомит.
4. Кулиджа-Мангусинский трасс.
5. Иджеванский „трепел“ и
6. Анийский трасс.

Форма залегания и петрографический состав объектов

1. Пемзовый туф могнинского месторождения

Залегают полезным слоем в 10—20 метров на левом берегу притока Аракса: Абаран-Чая (Касаха) против селения Могни у русла реки.

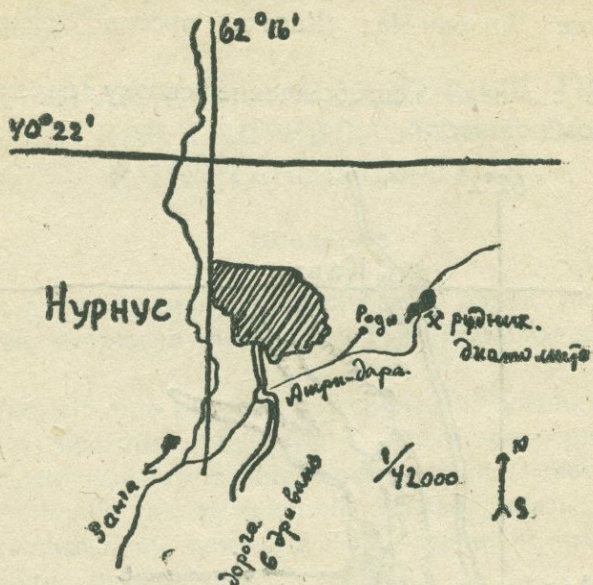
Открытое с запада месторождение сверху перекрыто лавой 100—200 метров мощности.



Могнинский пемзо-туф—это легкая, светло-розоватая, почти белая рыхлая порода. Под микроскопом бесцветное пемзовидное стекло без микролитов, крупные обломочные кристаллы кварца, биотита, роговой обманки и плагиоклаза, с резко выраженной зональной структурой. Содержание анортита в них не менее 45% по углу погасания в симметричной зоне 24°—26°.

2. Нурнусский диатомит

Залегают полезным слоем от 5—18 метров, в 2-х километрах от устья левого притока Занги: Ашри-Дара, впадающего у Нурнуса, в 28 километрах от Эривани к северу.



Нурнусский диатомит представляет собой легкую, рассыпающуюся чисто белого цвета осадочную породу, состоящую почти исключительно из панцрей диатомей и их обломков без глинистых и известковых примесей, что подтверждается отсутствием действия на поляризованный свет при скрещенных ниюлях.

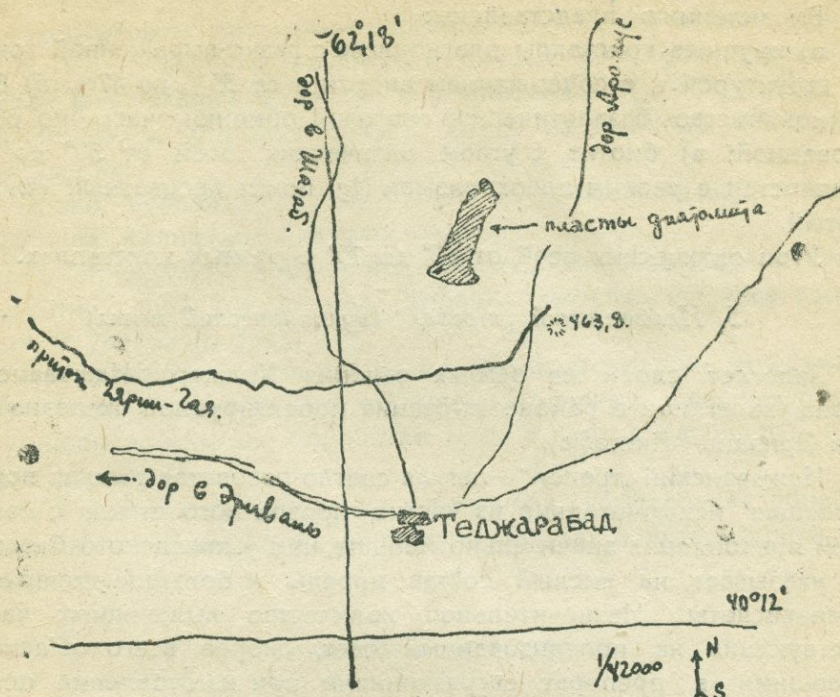
3. Теджабакский диатомит

Залегают полезным слоем в 7 метров, в 2-х километрах к северу от селения Теджабак Эриванского района (в 12-ти километрах на северо-восток от Эривани).

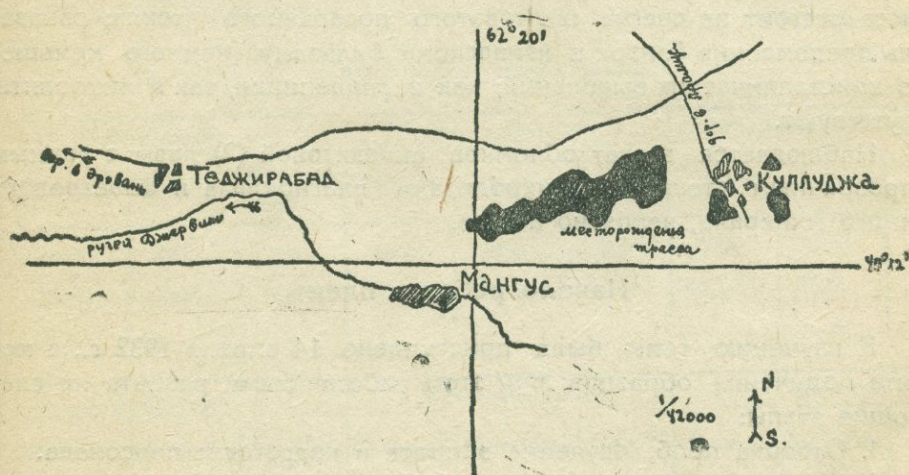
Теджабакский диатомит—белая тонко-слоистая легкая порода. При высыпании частично распадается на тонкие листочки, которые представляют собой более или менее чистый диатомит. Порода содержит отпечатки и скелеты пресноводных рыб. Под микроскопом видны панцири и обломки диатомей по большей части в виде круглых дисков, лодочек и игл губок с заметным содержанием глинистых и известковых примесей.

4. Трасс месторождения Мангус-Кулиджа

Залегают полезным слоем более 20 метров к востоку и юго-востоку от сел. Теджабак (Эриванского района) у подножья склонов между селениями Кулиджа и Мангус.



Трасс мангус-кулиджинского месторождения—светлая, розоватого оттенка порода. В породе можно различить две составные части: 1) округлые включения сероватого пористого стекла, отличающегося от пемзы большим содержанием вкрапленников плагиоклаза, биотита и роговой обманки (орнблента) и 2) уплотненная масса пепла более темного, розоватого оттенка.



Под микроскопом обе части содержат те же вкрапленники с ясными гранями в первой и обломочными—во второй. Стекло, прозрачное в пемзе, в этой породе, в розовой ее части загрязнено пылевидными включениями.

Вкрапленники представлены:

а) крупные кристаллы плагиоклаза с резко-выраженной зональной структурой и с содержанием анортита от 35% до 47%; б) большое количество базальтической роговой обманки, частично резорбированной; в) биотит с углом оптических осей от 30° до 0° и г) гиперстен с резким плеохроизмом Ng, почти бесцветный или желтоватый.

Угол оптических осей от 65° до 75° в разных кристаллах.

5. Иджеванский „трепел“ (вулканический пепел)

Залегают слоями на землях селения Ходжар Иджеванского района (залегание в районе тяготения проектируемой железной дороги Эривань—Акстафа).

Иджеванский „трепел“ — легкая светло-розоватая рыхлая порода, состоящая исключительно из частиц прозрачного стекла с показателем преломления значительно меньше, чем у канадского бальзама, что указывает на кислый состав породы и большое содержание кремнекислоты. Незначительное количество пылевидных частиц, действующих на поляризованный свет, скорее всего объясняется попавшими в препарат загрязнениями при изготовлении шлифа.

6. Трасс Анийского района

Залегают мощными слоями на землях предприятия Ани-пемза (станция Ани Эривань-Тифлисской жел. дороги). Порода представляет собой легкую, светло-розоватую легко-рассыпающуюся в порошок массу. Под микроскопом характерная ячеисто-губчатовидная структура. Масса состоит из слегка желтоватого прозрачного стекла; показатель преломления близок к канадскому бальзаму (немного меньше) без кристаллических выделений; как вкрапленники, так и микролиты отсутствуют.

Наблюдается захват обломков андезитовой (?) лавы с темным непрозрачным стеклом и микролитами плагиоклаза и выветрелого темного минерала, вероятно авгита.

Начало работ и план

К изучению темы было приступлено 14 апреля 1932 г., с момента получения образцов; при этом работа была разбита на следующие этапы:

- I. Отборка проб. Изучение вопроса и подготовка персонала.
- II. Классификация разновидностей образцов, выделение образцов проб для анализов и экспериментальные работы. Помол и просев сырья.
- III. Химические анализы и петрографические исследования по одному для каждого вида сырья. Определение активности доба-

вок стандартными методами—поглощением извести и набуханием.

IV. Приготовление различных смесей из портланд-цемента и добавок для каждого объекта в соотношениях: 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%. Для каждой смеси изготовлено 18 кубиков и 30 восьмерок.

Сроки испытания: 4 дня, 7 дней, 28 дней, 3 месяца, 6 месяцев 12 месяцев. Хранение образцов—водное.

V. Определение нормальной густоты, равномерности и изменения объема, тонкости помола, сроков схватывания, веса единицы объема и удельного веса.

VI. Испытание кубиков на сжатие и восьмерок на разрыв по мере созревания образцов по срокам хранения. Годовые образцы будут испытаны после обработки темы в виде добавочного приложения к работе.

VII. Синтетическая сводка материалов, камеральная обработка, вычерчивание кривых и графиков. Подсчет и литературная обработка темы.

Подготовка материала

Объекты, отобранные на месторождениях под руководством геолога Арм. базы Геолого-разведочного треста П. П. Гамбаряна († 1933) доставлялись в мешках в Арм. КИС. Предварительно подсушенные, объекты со степенью грануляции в грецкий орех загружались в лабораторную шаровую мельницу „тониндустрии“ и размалыванием до нижеуказанной тонкости помола.

Таблица № 1

Тонкости помолов добавок

Могни-пемзо-туф			Нурнус-диатомит			Теджрабак-диатомит		
Прошло	Остаток	Не прошло	Прошло	Остаток	Не прошло	Прошло	Остаток	Не прошло
4900	4900	900	4900	4900	900	4900	4900	900
75,40	20,60	3,65	42,10	49,50	7,80	66,90	27,00	6,00

Кулиджа-грасс			Иджеван-трепел			Ани-грасс		
Прошло	Остаток	Не прошло	Прошло	Остаток	Не прошло	Прошло	Остаток	Не прошло
4900	4900	900	4900	4900	900	4900	4900	900
64,50	34,80	0	83,20	13,10	3,20	7,02	22,72	0,06

Химический состав

До измельчения объектов обычным квартаванием была отобрана проба для химического анализа, результаты которого даны в таблице № 2.

Таблица № 2

Химический состав добавок

Наименование	Влага	Н а с у х о е						
		Потеря при прокал.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
Могни-пемзо-туф	0,62	9,15	58,56	11,38	2,35	11,46	0,82	Нет
Нурнус-диатомит	7,66	3,88	85,58	1,25	0,46	1,36	0,25	0,50
Теджрабак-диат.	8,88	4,44	68,12	10,00	5,41	10,20	1,58	следы
Кулиджа-трасс	1,00	1,73	63,04	16,93	5,79	5,45	2,07	0,25
Иджеван-трепел	2,42	6,54	64,22	15,92	4,42	3,66	2,70	0,27
Ани-трасс	1,76	4,50	66,90	16,80	3,42	4,17	0,98	0,99

Метод поглощения извести и мабухания дал следующие результаты:

Таблица № 3

Количество активной кремнекислоты

Могни-пемзо-туф	Нурнус-диатомит	Теджрабак-диатомит	Кулиджа-трасс	Иджеван-трепел	Ани-трасс
24,06	65,27	56,16	37,33	53,88	50,80

Физические константы объектов

В исследуемых объектах до их подсушивания была определена влажность, а затем уже после подсушки и измельчения—все остальные физические константы: 1) удельный вес, 2) объемный вес, 3) тонкость помола (см. таблицу № 1).

Таблица № 4

Физические константы добавок

Наименование добавок	Общая влажность	Удельный вес	Объемный вес
Могни-пемзо-туф . . .	10,44	2,454	0,774
Нурнус-диатомит . . .	—	1,420	0,1750
Теджрабак-диатомит .	47,37	2,930	0,446
Кулиджа-трасс	29,30	2,600	0,829
Иджеван-трепел . . .	22,8	2,260	0,557
Ани-трасс	—	2,413	0,758

Дозировки и составление смесей

Соотношение между вяжущим веществом и отощателем принято 1:3. За отощатель принят, согласно стандарта, нормальный песок Вольских карьеров с двухситной грануляцией (64 отв/см^2 — 144 отв/см^2)—50% и (144 отв/см^2 — 225 отв/см^2)—50%.

Вяжущим материалом для эталона служил портланд-цемент Каспийского завода марки «000» со следующими физическими константами:

Таблица № 5

Каспийский цемент марки «000»

Объемный вес	1,053		
Удельный вес	3,0775		
Тонкость помола	Прошло 4900	Остаток 4900	Не прошло 900
	69,4	27,00	3,26
Сроки схватывания	Нач. схв. 1 ч. 15 м.		Кон. схв. 4 ч. 30 м.
Нормальная густота раствора . . .	7,50%		H ₂ O
Нормальная густота теста	30%		H ₂ O
Равномерность изменен. объема . .	Наблюдается полная равн. объема		

Вяжущим-же материалом для образцов, согласно выработанной методологии, служил портланд-цемент в смеси с 6-ю вышеуказанными добавками с процентурой 10, 20, 30, 40, 50, 60 и 70.

Дозировки и шифр

Таблица № 6

Наименование объекта Состав				Могни- пемзо-туф	Нурус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
цем.	доб.	песок	шифр	I	II	III	IV	V	VI
90	10	300	a	I/a	II/a	III/a	IV/a	V/a	VI/a
80	20	300	b	I/b	II/b	III/b	IV/b	V/b	VI/b
70	30	300	c	I/c	II/c	III/c	IV/c	V/c	VI/c
60	40	300	d	I/d	II/d	III/d	IV/d	V/d	VI/d
50	50	300	e	I/e	II/e	III/e	IV/e	V/e	VI/e
40	60	300	f	I	II/f	III/f	IV/f	V/f	VI/f
30	70	300	g	I/g	II/g	III/g	IV/g	V/g	VI/g

Таким образом, нами было изготовлено 43 серии образцов (считая эталонную) с общим числом кубиков 774 и общим числом восьмерок 1290. Образцы изготовлялись обычными, предусмотренными в стандарте, методами. Трамбовка производилась на копре «тониндустрии» с весом баб 2 и 3 кило. При этом на кубик производилось 50 ударов трехкилограммовой бабы, а на восьмерку 20 ударов 2-х килограмм. Вынутые из трамбовочных форм образцы хранились одни сутки во влажном воздухе, а затем до момента испытания под водой.

Результаты механических испытаний

Результаты испытания на временное сопротивление сжатию и разрыву представлены в нижеследующих 14-ти таблицах:

Таблица № 7

Временное сопротивление сжатию 10⁰/₀-х кубиков

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		10 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀
4 д.	166,9	142,8	101,6	177,0	138,5	175,7	—
7 д.	250,0	259,7	139,3	275,0	176,7	200,0	248,2
28 д.	315,2	273,3	221,1	345,0	264,2	232,0	365,7
3 м.	328,4	308,6	243,0	392,0	412,6	249,8	380,0
6 м.	332,2	372,0	320,0	392,2	384,2	340,2	382,0

Таблица № 8

Временное сопротивление сжатию 20⁰/₀-х кубиков

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		20 ⁰ / ₀	20 ⁰ / ₀	20 ⁰ / ₀	20 ⁰ / ₀	20 ⁰ / ₀	20 ⁰ / ₀
4 д.	166,9	140,1	133,6	98,7	117,0	—	189,0
7 д.	250,0	186,0	194,0	165,0	176,0	232,0	243,5
28 д.	315,2	249,8	206,0	234,0	222,0	301,0	330,0
3 м.	328,4	261,6	263,5	282,8	293,0	376,0	352,0
6 м.	332,2	392,2	408,4	332,2	356,0	—	—

Таблица № 9

Временное сопротивление сжатию 30%-х кубиков

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		30%	30%	30%	30%	30%	30%
4 д.	166,9	144,0	138,9	166,5	103,7	149,7	149,1
7 д.	250,0	165,0	280,9	177,3	154,7	151,1	156,0
28 д.	315,2	269,4	365,5	249,3	265,0	273,0	274,0
3 м.	328,4	323,5	404,4	333,0	273,4	336,0	312,6
6 м.	332,2	404,0	400,0	424,0	320,0	420,0	424,0

Таблица № 10

Временное сопротивление сжатию 40%-х кубиков

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		40%	40%	40%	40%	40%	40%
4 д.	166,9	121,7	65,0	117,1	123,0	85,1	128,0
7 д.	250,0	149,5	73,8	117,9	136,0	140,9	152,9
28 д.	315,2	249,6	163,7	234,0	187,0	229,0	182,9
3 м.	328,4	312,6	262,0	270,3	245,8	277,4	293,0
6 м.	332,2	248,0	292,0	300,0	204,0	208,0	260,0

Таблица № 11

Временное сопротивление сжатию 50%-х кубиков

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		50%	50%	50%	50%	50%	50%
4 д.	166,9	129,0	27,1	77,3	113,7	82,6	97,0
7 д.	250,0	131,2	72,8	94,2	150,2	115,7	148,0
28 д.	315,0	208,0	141,6	163,7	167,8	147,6	190,0
3 м.	328,4	144,0	148,0	148,0	156,0	196,0	192,0

Таблица № 12

Временное сопротивление сжатию 60%-х кубиков

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		60%	60%	60%	60%	60%	60%
4 д.	166,9	77,3	16,3	24,0	63,2	40,8	72,8
7 д.	250,0	107,9	24,6	42,8	100,8	77,9	89,4
28 д.	315,2	133,0	32,9	82,6	104,7	95,5	117,8
3 м.	328,4	163,0	57,0	145,7	120,5	121,5	147,8

Таблица № 13

Временное сопротивление сжатию 70%-х кубиков

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		70%	70%	70%	70%	70%	70%
4 д.	166,9	29,7	11,2	28,4	47,4	30,4	40,2
7 д.	250,0	56,4	—	37,6	—	34,0	—
28 д.	315,2	127,2	27,2	46,8	77,2	90,0	82,7
3 м.	328,4	—	—	—	—	—	—

Таблица № 14

Временное сопротивление растяжению 10%-х восьмерок

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		10%	10%	10%	10%	10%	10%
4 д.	16,5	16,9	19,0	20,9	19,1	18,6	22,7
7 д.	20,0	23,7	23,1	24,8	23,0	21,6	22,3
28 д.	28,5	30,5	31,1	36,4	22,2	19,1	26,5
3 м.	32,0	37,9	32,8	37,0	28,5	30,8	—
6 м.	35,2	42,0	41,2	44,2	35,2	32,5	—

Таблица № 15

Временное сопротивление растяжению 20%-х восьмерок

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		20%	20%	20%	20%	20%	20%
4 д.	16,5	13,3	20,0	17,9	19,6	15,1	22,8
7 д.	20,0	18,6	28,8	22,5	21,9	24,3	23,6
28 д.	28,5	18,2	34,4	29,3	24,7	29,0	26,3
3 м.	32,0	26,4	46,5	41,6	31,1	—	—
6 м.	35,2	42,3	54,0	50,0	39,0	—	—

Таблица № 16

Временное сопротивление растяжению 30%-х восьмерок

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		30%	30%	30%	30%	30%	30%
4 д.	16,5	21,0	20,0	17,0	24,0	19,8	17,8
7 д.	20,0	25,9	16,4	18,9	25,1	20,4	19,7
28 д.	28,5	30,8	29,6	28,9	26,7	24,8	24,9
3 м.	32,0	41,0	43,7	38,0	32,6	36,0	30,4

Таблица № 17

Временное сопротивление растяжению 40%-х восьмерок

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		40%	40%	40%	40%	40%	40%
4 д.	16,5	16,6	17,8	12,1	13,8	16,4	17,8
7 д.	20,0	21,4	20,3	14,6	15,2	20,4	19,7
28 д.	28,5	29,9	43,0	29,4	23,7	25,8	25,2
3 м.	32,0	41,2	53,9	36,7	24,3	34,0	34,2
6 м.	35,2	48,5	58,5	44,20	27,20	37,6	—

Таблица № 18

Временное сопротивление растяжению 50%-х восьмерок

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		50%	50%	50%	50%	50%	50%
4 д.	16,5	14,5	8,3	11,1	16,7	15,9	16,2
7 д.	20,0	—	9,5	18,8	13,0	18,6	17,7
28 д.	28,5	30,5	17,8	26,9	19,6	24,9	22,1
3 м.	32,0	38,7	24,4	27,7	23,7	31,9	32,5

Таблица № 19

Временное сопротивление растяжению 60%-х восьмерок

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		60%	60%	60%	60%	60%	60%
4 д.	16,5	15,0	5,0	6,5	8,6	7,8	9,8
7 д.	20,0	14,6	6,8	10,2	9,3	10,4	11,7
28 д.	28,5	23,3	16,7	23,3	12,7	16,5	13,0
3 м.	32,0	34,0	20,0	27,0	18,50	25,0	22,0

Таблица № 20

Временное сопротивление растяжению 70%-х восьмерок

Возраст	Эталон	Могни- пемзо-туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диато- мит	Кулиджа- трасс	Иджеван- трепел	Ани-трасс
		70%	70%	70%	70%	70%	70%
д.	16,5	6,8	3,4	9,0	7,2	6,7	7,4
7 д.	20,0	10,4	6,6	12,8	8,0	8,8	8,8
28 д.	28,5	19,0	11,6	22,0	10,5	9,3	13,3
3 м.	32,0	—	—	—	—	—	—

Физические константы цементов, составленных из портланд-цемента марки „000“ и изучаемых добавок

Таблица № 21

Таблица удельных весов

Добавка		Могни- пемзо- туф	Нурнус- диатомит	Теджра- бак-диа- томит	Кулиджа трасс	Идже- ван-тре- пел	Ани-трасс
Состав							
Цем.	Доб.						
90	10	3,015	2,912	2,992	3,030	2,996	3,015
80	20	2,952	2,745	2,907	2,981	2,913	2,942
70	30	2,888	2,678	2,822	2,932	2,830	2,872
60	40	2,828	2,414	2,738	2,886	2,750	2,801
50	50	2,764	2,247	2,653	2,837	2,667	2,735
40	60	2,704	1,985	2,563	2,790	2,586	2,675
30	70	2,662	1,918	2,484	2,744	2,506	2,605

Определение удельных весов производилось предусмотренным в стандарте методом, т. е. в аппарате *Ле-Шателье-Кондо*.

Таблица № 22

Таблица объемных весов

Добавка		Могни- пемзо- туф	Нурнвс- диатомит	Теджра- бак-диа- томит	Кулиджа -трасс	Идже- ван-тре- пел	Ани-трасс
Состав							
Цем.	Доб.						
90	10	1,0234	0,9655	0,9926	1,0309	1,0037	1,0238
80	20	0,9974	0,8780	0,9322	1,0090	0,9544	0,9945
70	30	0,9702	0,7905	0,8619	0,9869	0,9053	0,9653
60	40	0,9310	0,7020	0,8105	0,9635	0,8550	0,9350
50	50	0,9133	0,6135	0,7490	0,9409	0,8043	0,8950
40	60	0,8852	0,5270	0,6995	0,9195	0,7560	0,8765
30	70	0,8580	0,4385	0,6280	0,8965	0,7060	0,8470

Таблица тонкостей помолов

Добавка		Могни-пемзо-туф			Нурнус-диатомит			Теджрабак-диатомит			Кулиджа-трасс			Иджеван-трепел			Ани-трасс		
Состав		Про-шло	Остат.	Не пр.	Про-шло	Остат.	Не пр.	Про-шло	Остат.	Не пр.	Про-шло	Остат.	Не пр.	Про-шло	Остат.	Не пр.	Про-шло	Остат.	Не пр.
Цем.	Доб.	4900	4900	900	4900	4900	900	4900	4900	900	4900	4900	900	4900	4900	900	4900	4900	900
90	10	70,10	26,40	3,30	66,30	29,30	3,70	69,29	27,00	3,72	69,05	27,78	3,66	70,92	25,61	3,98	70,30	26,57	3,66
80	20	70,08	26,72	3,28	64,02	31,50	4,12	69,08	27,00	3,76	68,50	28,56	2,56	72,24	24,22	2,60	72,00	26,84	2,37
70	30	71,30	25,00	3,24	61,29	33,80	4,58	68,73	27,00	4,04	67,95	28,71	2,24	73,60	22,90	2,30	71,75	25,63	2,25
60	40	71,88	24,44	3,30	58,55	36,00	5,04	68,47	27,00	4,32	67,50	30,13	1,92	75,00	21,95	2,04	72,50	25,30	1,94
50	50	72,25	23,80	3,40	55,75	38,25	5,50	68,15	27,00	4,60	66,95	30,9	1,60	76,30	20,05	1,76	73,50	24,86	1,63
40	60	73,05	23,09	3,44	53,07	40,50	5,90	67,92	27,00	4,88	66,5	31,7	1,28	78,00	19,66	1,47	75,80	24,43	1,31
30	70	74,65	22,54	3,43	50,33	42,73	6,42	67,70	27,00	5,16	66,00	32,45	0,96	79,05	18,27	1,18	75,30	24,00	1,00

ГРАФИК №1
десяти/10/проценты кубики

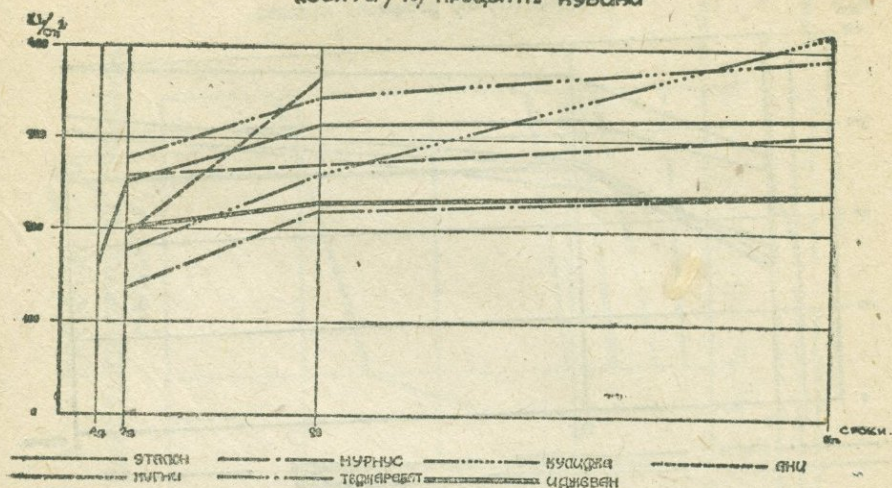


ГРАФИК №2
двадцати/20/проценты кубики

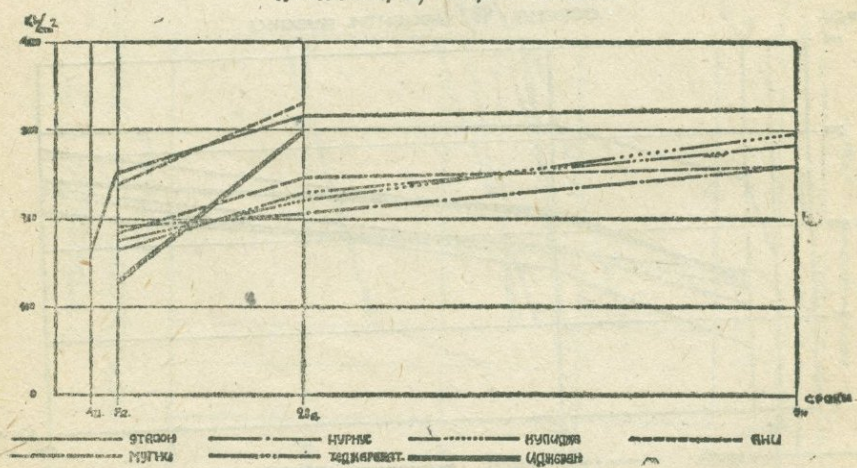


ГРАФИК №3
ТРИДЦАТИ/30/ ПРОЦЕНТН. КУБИКИ

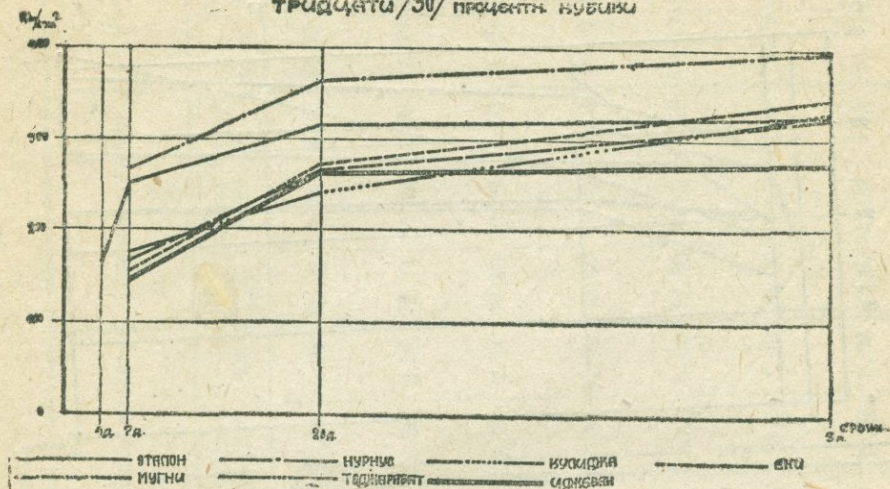


ГРАФИК №4
СОРОКА/40/ ПРОЦЕНТН. КУБИКИ

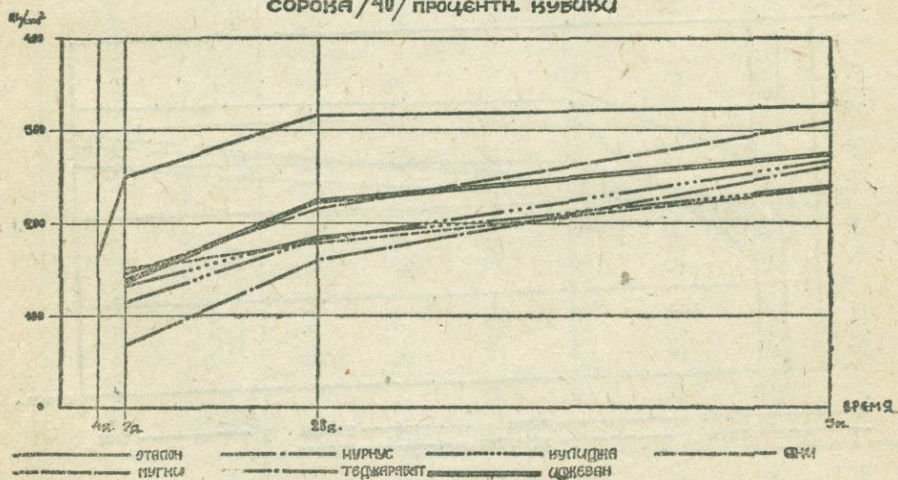
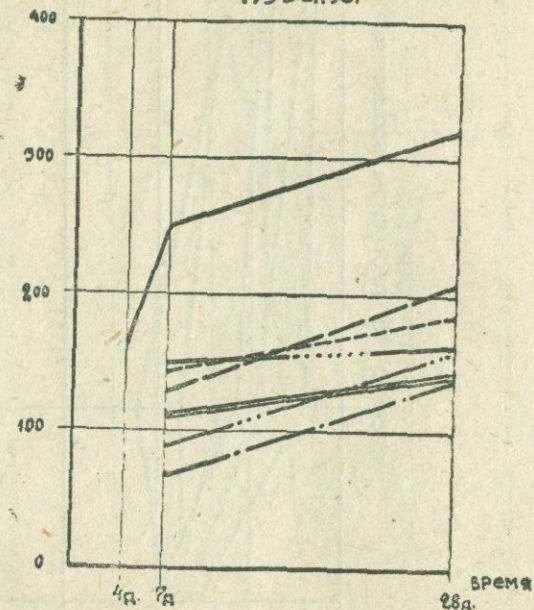


ГРАФИК № 5

кв./см² пятидесяти /50/ процентн.
кубики

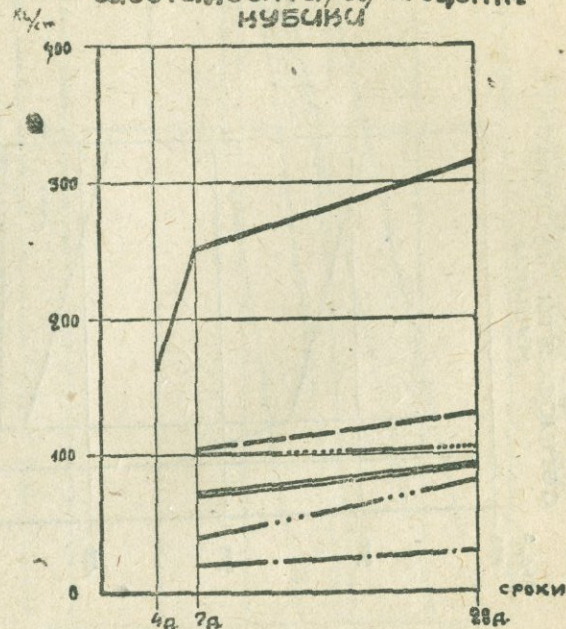


Второй вариант
Мухомов
Кутузов
Теркин
Али

Чокван

ГРАФИК № 6

ШЕСТИДЕСЯТИ / 60 / ПРОЦЕНТН
НУБКИ



СТАНОВ	НУРМУС
МУТЦКА	АНУ
МУГНИ	ТЕДЖЕСРА
УДЖОВАН	

ГРАФИК №7
семидесяти /70/ ПРОЦЕНТН
КУБИКИ

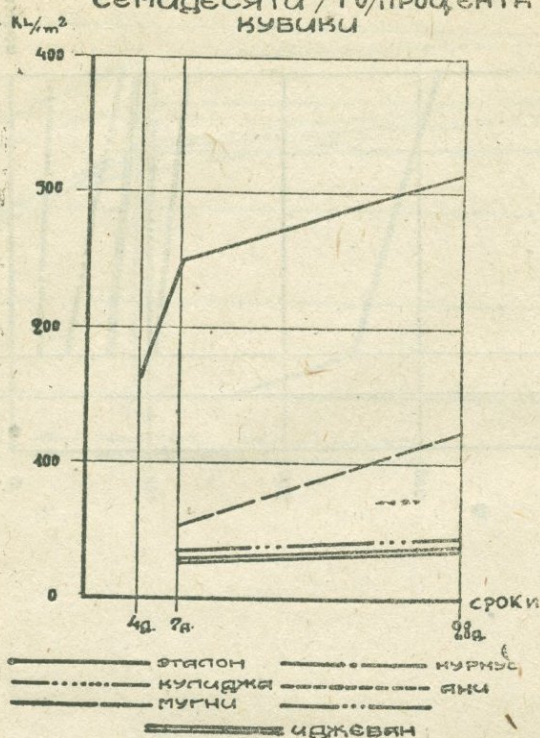


ГРАФИК №8
ДЕСЯТИ /10/ ПРОЦЕНТН ВОСЬМЕРНИ

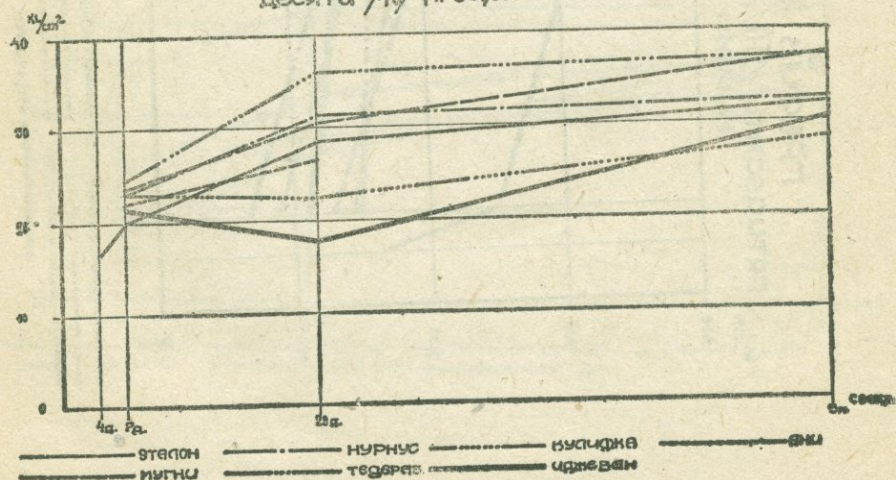


График №9
двадцати/20/проценти. ВОСЬМЕРНИ

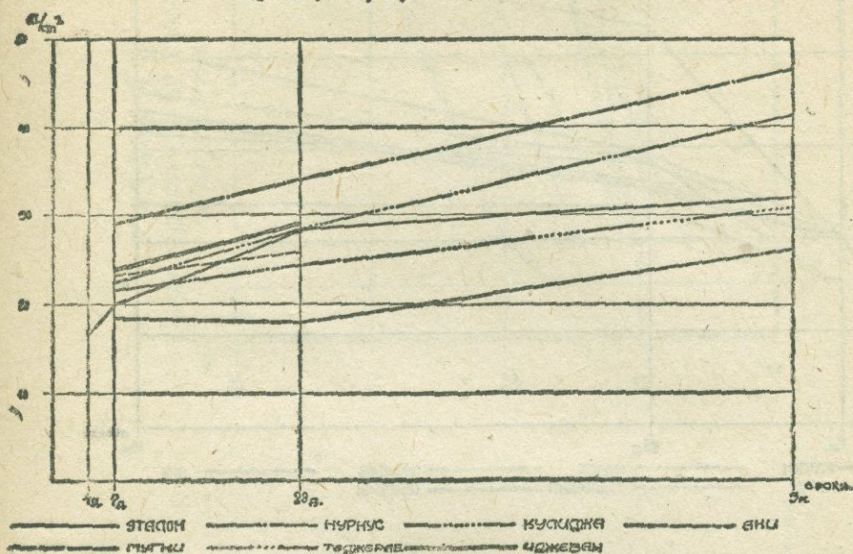


График №10
тридцати/30/проценти. ВОСЬМЕРНИ

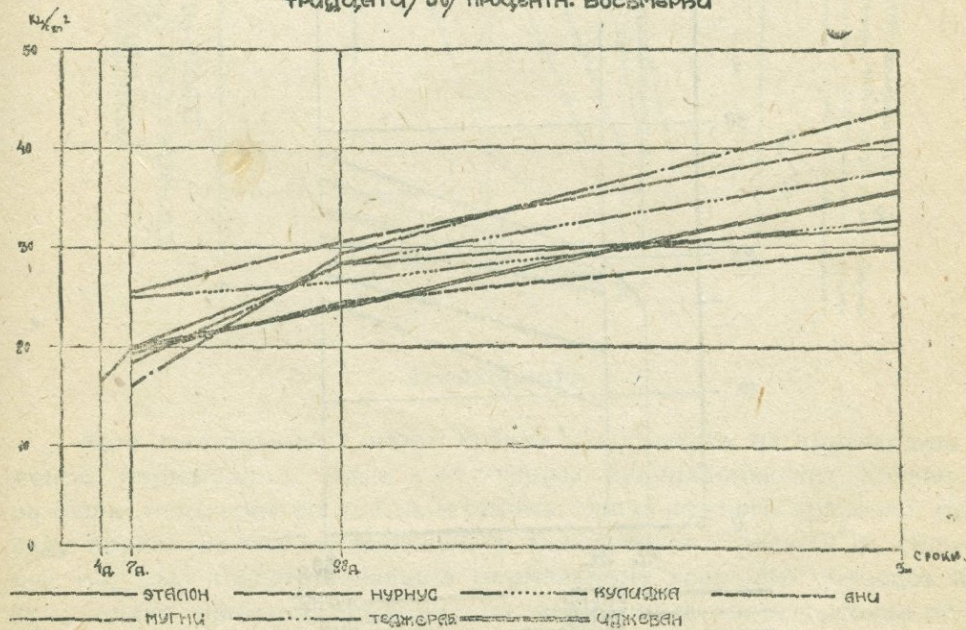


ГРАФИК № 11
СРОКИ 40 ПРОЦЕНТ Восьмерки

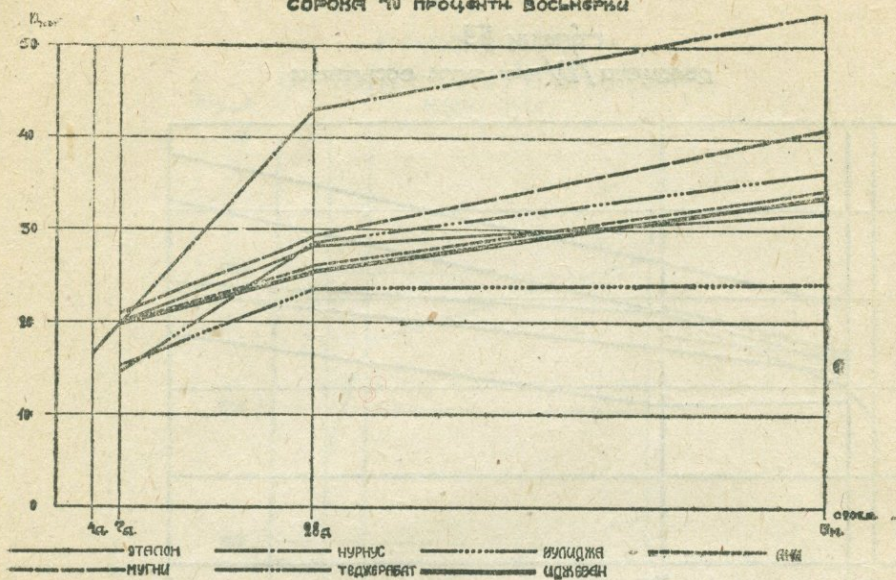


ГРАФИК № 12
ПЯТИДЕСЯТИ 50 ПРОЦЕНТ Восьмерки

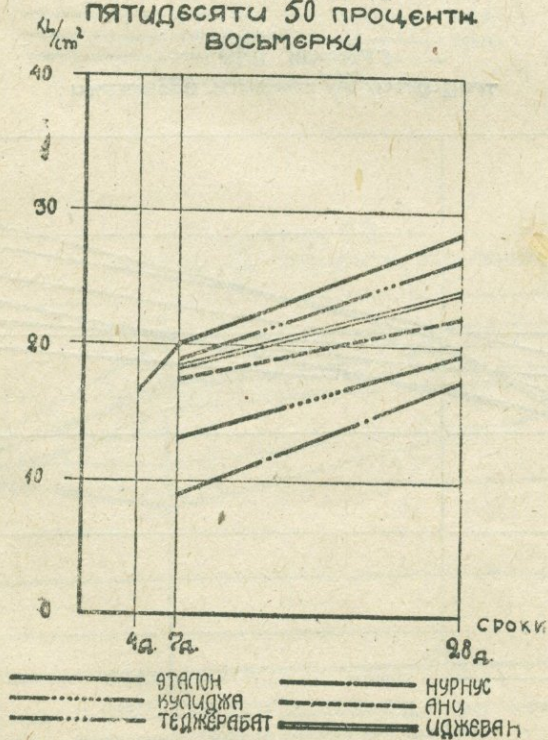


ГРАФИК № 14
семидесяти 70 процент.
восьмерки

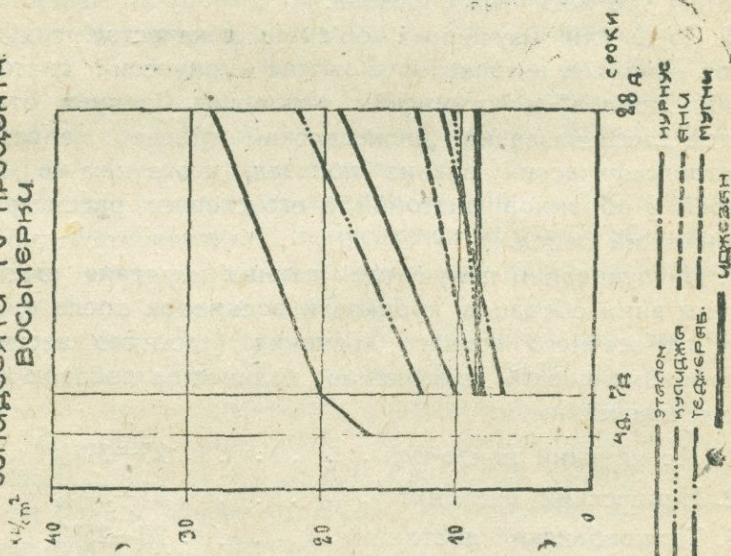
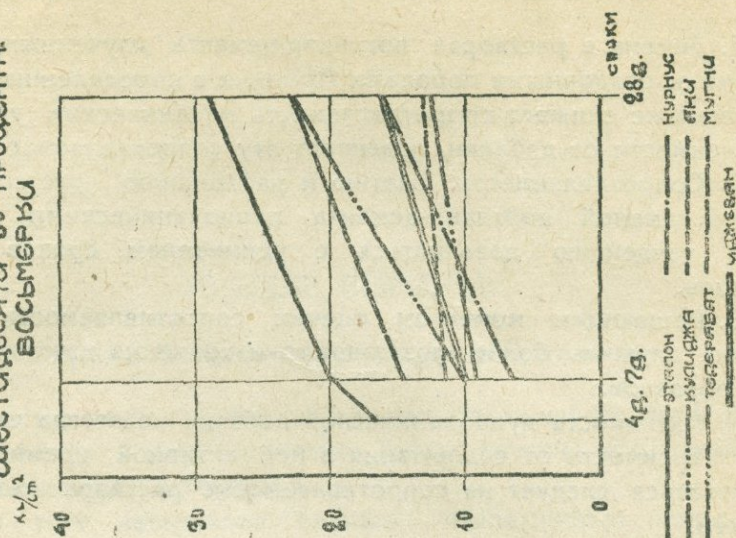


ГРАФИК № 13
шестидесяти 60 процент.
восьмерки



Заключение

Хотя изготовленные нами кубики и восьмерки из портланд-цемента, нормального песка и изученных пуццоланических добавок не были испытаны во все намеченные сроки водного хранения, по ряду причин от нас не зависевших (ликвидация Арм. ВИСМ, сильные морозы, препятствовавшие нормальному хранению образцов и др.), однако, принимая во внимание полученные нами высокие показатели сопротивления испытанных образцов сжатию и растяжению (таблицы № № 7—20), можно сделать по ним следующие выводы:

1. Замена в растворах портланд-цемента изученными вулканическими и осадочными породами Армении в определенных пределах не только не снижает сопротивляемость механическим усилиям, но, в зависимости от добавки, повышает эту сопротивляемость.

2. Сопротивляемость сжатию и растяжению растворов с частичной заменой портланд-цемента пуццоланическими добавками имеет тенденцию повышаться с удлинением сроков хранения образцов.

3. Решающим моментом оценки сопротивляемости раствора должны служить более поздние сроки хранения изготовленных из него образцов.

4. Активность пуццоланической добавки не всегда стоит в прямой зависимости от содержания в ней активной кремнекислоты и базироваться следует на сопротивляемости раствора механическим усилиям.

5. Растворы с заменой портланд-цемента 30% изученных пуццоланических добавок дали наилучшие результаты в условиях испытания трехмесячных образцов.

6. Из шести изученных объектов в качестве гидравлических добавок наиболее активными являются нурнусский диатомит, иджеванский „трепел“ и могнинский пемзо-туф. Следует отметить, что принятое здесь название „иджеванский трепел“ неправильно, так как петрографический анализ показал, что в нем не содержится панцрей и обломков диатомей, а его следует рассматривать как вулканический пепел.

7. На основании полученных данных изучения шести объектов при испытании образцов кубиков и восьмерок после 4, 7, 28-дневного и 3-хмесячного водного хранения (частично шестимесячного) можно рекомендовать следующие количества добавок к портланд-цементу, как минимум:

1. Могнинский пемзо-туф 25—30%
2. Нурнусский диатомит 25—30%
3. Теджрабакский диатомит 20—25%
4. Кулиджинский трасс. 20—25%
5. Иджеванский „трепел“ 25—30%
6. Анийский трасс. 20—25%

Следует ожидать, что испытания образцов больших сроков хранения дадут возможность повысить этот минимум.

При проведении настоящей работы установление физических констант, испытание образцов и составление графиков выполнил под моим руководством лаборант АрмВИСМ, студент Л. О. Иоаннисиани.

Р. Акопян

ТЕПЛЫЕ БЕТОНЫ

с применением пемзы и туфовой мелочи

Распространение облегченных и рациональных конструкций на строительстве за последние годы тесно связано с применением новых строительных материалов.

Среди этих материалов большой известностью пользуются теплые бетоны, отличающиеся своей легкостью и большими теплозащитными свойствами. По своему составу эти бетоны характеризуются применением пористых, легких добавок, в качестве которых в настоящее время употребляются пемза, гранулированные шлаки, кирпичный бой и прочие легкие естественные и искусственные материалы. В условиях Армении в этом отношении представляют практический интерес главным образом пемза и имеющиеся в большом количестве отходы туфовой лавы.

Строительная пемза, добываемая из анийского, махмудджухского и проч. месторождений, выпускается на рынок обычно в виде песка и щебня, которые непосредственно или после некоторой сортировки могут быть пущены в работу.

Прочность пемзы, по сравнению с обычными отошателями, довольно ограниченная; она не превышает $50-60 \text{ кг/см}^2$. Поэтому теплые бетоны, приготовляемые с применением пемзы, вообще не отличаются большой прочностью. Зато небольшой объемный вес пемзы, колеблющийся от 0,3 до 0,5, и высокие теплоизоляционные свойства как нельзя лучше отвечают требованиям, предъявляемым к отошателю для теплого бетона.

Из других качеств пемзы следует указать на некоторую водопоглощаемость ее. Это свойство пемзы при приготовлении бетона в известном смысле является полезным: заключенная в ней вода, не давая бетону быстро сохнуть, тем самым способствует лучшему его твердению. С другой стороны, в виду закупоренности преобладающей части воздушных вкраплений в пемзе, она не насыщается водой полностью, что тоже благоприятно в отношении веса свежего бетона и своевременного его высыхания.

Обращает на себя также внимание гвоздимость пемзы, каковое свойство передается также и бетону.

Туфы, в отличие от пемзы, почти не встречаются в мелком виде; они образуют сплошные монолитные или трещиноватые пласты.

Отходы их на карьерах тоже не имеют необходимой для бетонных работ крупности. Поэтому, для применения туфа в бетонных работах нужно его дробить в песок и щебень. По прочности туфы стоят намного выше пемзы; сопротивление их сжатию доходит до 300 кг/см^2 . Вместе с этим и объемный вес туфов выше таковой пемзы; он колеблется—в зависимости от месторождения—от 1,2 до 2,4 (относится к эриванским туфам). По теплопроводности туфы, в среднем, могут быть приравнены к кирпичу, в виду чего и туфовые бетоны по теплоизоляционному свойству значительно уступают пемзовым.

Туф, в отношении водопоглощаемости, сильно отличается от пемзы; при погружении в воду он насыщается ею весьма быстро (в течение нескольких минут) и почти полностью.

Из общих свойств пемзы и туфа следует указать на их гидравлическую активность. В приготовлении бетонов эти свойства пемзы и туфа могут быть использованы в целях сокращения расхода цемента.

Пемзовые бетоны на цементе

Механическое сопротивление (при сжатии) обычных бетонов с применением прочного отощателя, как известно, при данной активности цемента, вполне определяется водоцементным отношением, т. е. отношением количества применяемой при затворении воды к количеству цемента $R=f\left(\frac{W}{C}\right)$. Такая функциональная зависимость между прочностью и водоцементным отношением в значительной степени облегчает подбор состава бетона.

В теплых бетонах, характеризующихся применением отощателя из легких и слабых материалов, прочность зависит не только от значений $\frac{W}{C}$, но также, в большой мере, и от сопротивления самого отощателя.

Кроме того, в обычно применяемых составах таких бетонов (тощих, с расходом цемента до 200 кг/м^3) имеют некоторое значение также гранулометрический состав добавки, степень заполнения пустот в ней цементным тестом, способ укладки и проч.

Следует еще указать, что в виду сравнительно большой водопоглощаемости теплых добавок, при их применении, чрезвычайно затрудняется определение действительных значений водоцементного фактора.

Эти особенности теплых бетонов в сильной мере затрудняют установление какого-либо общего (для всех видов отощателя) способа подбора их состава. Тем не менее, установление некоторой зависимости между свойствами этих бетонов и свойствами и дозировкой исходных материалов, в особенности для каждого сорта отощателя в отдельности, является вполне разрешимой задачей.

Для разрешения этой задачи, в отношении пемзовых бетонов, лабораторией АрмИС был поставлен ряд опытов, причем в качестве исходных материалов применялись махмудджухский пемзовый орешек (крупная добавка), анийский пемзовый отвал (мелкая добавка), составы которых более или менее известны, и цемент завода Каспи с активностью 240 кг/см^2 .

Механический анализ пемзы

Анийский отвал		Махмудджухск. орешек		Примечание
Величина зерен в мм	Процентное содержание	Величина зерен в мм	Процентное содержание	
Меньше 0,2	30,5	Меньше 7,0	7,8	1) Крупная часть пемзового орешка (больше 40 мм) отбрасывалась. 2) Сита имели круглые отверстия.
0,2—0,6	18,2	7—12	4,0	
0,6—1,2	8,7	12—25	19,2	
1,2—3,0	10,8	25—40	30,8	
3,0—7,0	15,3	Больше 20	38,2	
Больше 7,0 отбрасывалось				

Данные по испытанию цемента

Об'ємн. вес в рыхл. сост.	Удельный вес	П о м о л			Нормальн. густота (вода в %)	Схваты- вание		Времен. сопротивлен. раствора 1: 3 норм. песка			
		Остат. на сите в 900 отв. 2 н.см	Остаток на сите в 4900 отв. 2 н.см	Прошло через сито в 4900 отв.		Начало	Конец	На растя- жение		На сжатие	
								7 дн.	28 дн.	7 дн.	28 дн.
1,085	3,18	0,5%	11,2%	88,3%	30%	3 ч. 30 м.	6 ч. 30 м.	21	—	—	243 кг/см²

Дозировка пемзового орешка и песка производилась по объему в стандартном их состоянии, а цемент брался по весу.

Состав изученных бетонов менялся приблизительно от 1:4 до 1:25; состав же отощателя менялся изменением отношения мелкой и крупной пемзы. Соответственно этому брались смеси 1:2; 3:5; 2:3

По своей консистенции бетоны подразделялись на три вида:

- 1) влажный или трамбованный;
- 2) пластичный, требующий при укладке штыкования или весьма легкого трамбования;
- 3) литой, заполняющий формы без особых мер.

Определение самой консистенции бетонов производилось по виду, что, конечно, вносило в опыты некоторую условность. С таким субъективным методом пришлось мириться, потому что конус Абрамса и другие известные способы определения консистенции, в опытах над пемзовыми бетонами, с расходом цемента до $200-250 \text{ кг/м}^3$ не дали удовлетворительных результатов. Способ определения консистенции по виду не раз применялся и другими исследователями и оправдывался тем, что при низких значениях $\frac{W}{C}$, каковые и имеют место в тощих бетонах, ошибка в дозировке воды сравнительно мало отражается на прочности бетонов.

Мерой оценки прочности бетонов было принято временное сопротивление образцов на 28-й день; кроме того, образцы испытывались на 7-й день. Результаты всех испытаний пемзовых бетонов приведены в таблицах I и II (стр. 63).

Следует заметить, что в виду малой мощности имеющегося в лаборатории пресса (10 т) и ограниченности его размеров, образцы на сжатие готовились размерами $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$, что безусловно отразилось некоторым образом на результатах испытаний.

В опытах, как отмечено выше, были применены три состава отошателя, с отношением объемов мелкой и крупной пемзы 1:2, 3:5 и 2:3. Эти объемные отношения были приняты, как наиболее удобные, на основании ряда предварительных опытов. Составы более бедные песком (чем 1:2) давали слишком неподвижные, жесткие и неудобные для работ бетоны. Богатые песком составы (более чем 2:3) хотя и в отношении свойств, требуемых от свежего бетона, давали хорошие результаты, однако при прочих равных условиях требовали сравнительно больше цемента.

Является интересным, как отражалось на свойстве бетона изменение состава пемзы, в принятых в опыте пределах.

При определенном расходе цемента на единицу объема готового бетона, ясно, что поры песка в составе 1:2 заполнялись лучше цементом, чем таковые последнего состава. Но, с другой стороны, бетоны с применением первого отошателя, как сравнительно более щебенистые, заключали больше пустот, незаполненных раствором, чем бетоны с большим расходом песка. Однако, эти два обстоятельства, т. е. лучшее заполнение пор песка цементным тестом и неполное заполнение пустот в крупном отошателе в первом случае и обратные явления — во втором, повидимому, в известной мере компенсировали друг друга, ибо прочности бетонов со всеми тремя составами пемзы оказались достаточно близкими.

Таблица № 1

Пемзовые бетоны на цементе

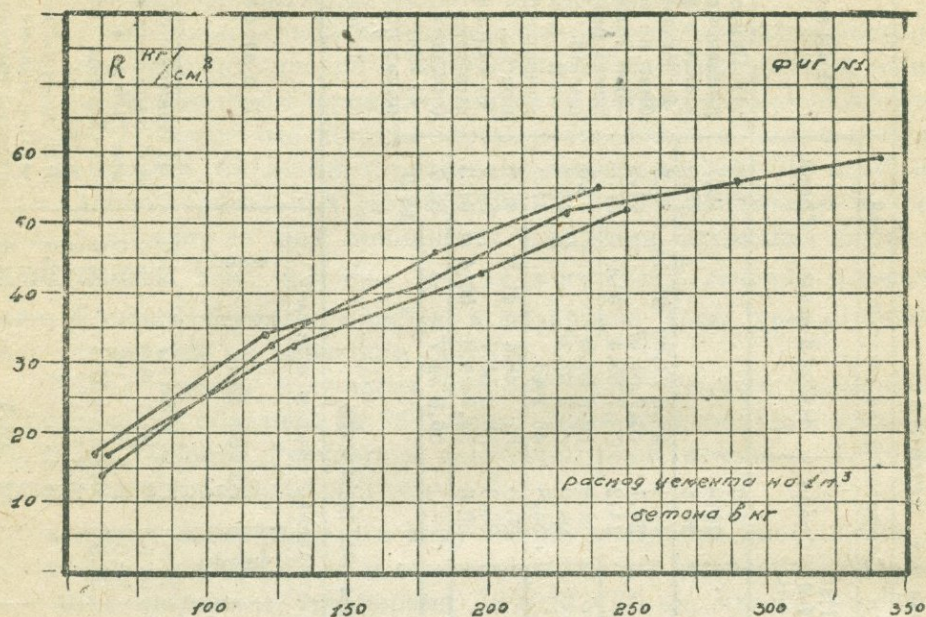
№№ п. п.	С о с т а в				W C	Конси- стенц.	Выход	Вес сухих образцов в кг	Сопротивление сжатию в кг/см ²				Примечание		
	Цемент в кг	Пемзов. песок в лит.	Пемзов. орешек в лит.	Вода					На 7-й день	Средн.	На 28-й день			Средн.	
1	1	10	15	5,000	5	Влаж.	16,6	—	.	5,6			9,8	1) Пемзовый орешек предварительно насы- щался в дой. 2) Раздавленные клу- бки не рассыпались. 3) В бетонах №№ 1—7 пемза разрушалась ча- стично. 4) В бетонах № 8—14 пемза разрушалась пол- ностью. 5) Бетоны легко укла- дывались в формы (подвижность). 6) При изломе образцы показ. плотную массу.	
2				4,000	4	Пласт.				15,8			16,7		
3				3,000	3	Лит.				15,8			13,0		
4	2	10	15	5,000	2,5	В аж.	16,6	0,930		10,4	29,5	21,38	25,15		25,5
5				4,000	2	Пласт.				23,7	34,7	34,57	34,6		
6				3,000	1,5	Лит.				14,2	34,7	33,4	44,0		37,3
7	3	10	15	5,200	1,7	Влаж.	17,0	0,940		16,8	32,2	34,8	—		33,5
8				4,200	1,4	Пласт.				25,0	45,3	37,3	—		41,3
9				3,300	1,1	Лит.				34,8	46,4	43	—		44,5
10	4	10	15	5,300	1,3	Влаж.	17,4	0,960		30,0	51	48,1	41,3		46,8
11				4,400	1,1	Пласт.				38,3	53,9	51,7	—		52,8
12				3,700	1,0	Лит.				39,6	54,2	49,8	56,4		54,3
13	5	10	15	4,500	0,9	Пласт.	17,4	1,040		—	56,8	54,7	—		55,7
14	6	10	15	5,000	0,8	Пласт.	17,8	1,060							58,9

Пемзовые бетоны на цементе

Таблица № 2

№№ п. п.	С о с т а в				Консистен- ция	Выход бетона	Вес сухого бетона	Сопротивление сжатию в кг/см ²				Примечание		
	Цемент в кг	Пемзов. песок в лит.	Пемзов. орешек в лит.	Вода в литрах				На 7-й день	Средн.	На 28-й день			Средн.	
1	1	9	15	3,500	3,5	Пласт.	16	—	17,0	16,5	9,5	11,7	14,0	1) Примечания таб. 1 в рав- ной мере относятся и к бето- нам №№ 1—4. 2) Бетоны №№ 5—8 мало подвижны. 3) Не дают чистых поверхностей. 4) При изломе наблюдались пустоты (частично).
2	2	9	15	3,50	1,75	Пласт.	16,2	—	20,5	30	29,1	38,9	33,0	
3	3	9	15	3,940	1,3	П а с т.	16,4	—	27,0	48,4	43	—	46,0	
4	4	9	15	4,100	1,0	Пласт.	16,8	0,960	39,5	60,9	51,4	51,4	54,5	
5	1	7,5	15	3,300	3,3	"	15	—	—	16,8	18,4	—	17,6	
6	2	7,5	15	3,300	1,65	"	15	0,900	—	34,8	40	—	32,4	
7	3	7,5	15	3,300	1,1	"	15,5	0,940	—	42	—	—	42	
8	4	7,5	15	3,600	0,9	"	15,8	0,940	—	52	53,5	—	52,8	

Кривые прочности бетонов с указанными составами отощателя при разных расходах цемента, показанные на фиг. № 1, легли довольно близко друг к другу.



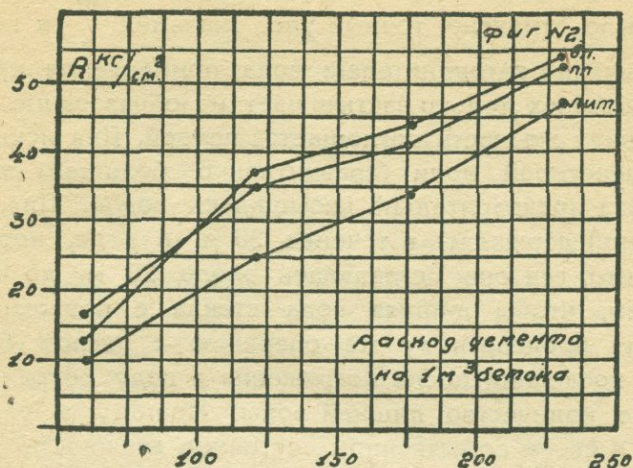
Объемные веса бетонов, с применением указанных выше составов пемзы, тоже не различались особенно друг от друга: образцы из бетона с первым составом, в зависимости от жирности, весили 0,90 кг, 0,940 кг и 0,940 кг (при объеме 1 литр); образец из бетона со вторым составом пемзы показал 0,96 кг весу (самый жирный) и, наконец, из бетонов с последним составом отощателя соответственно: 0,930 кг, 0,940 кг и 0,960 кг.

Таким образом, изменение отношения количества мелкой и крупной пемзы от 1:2 до 2:3 отражается сравнительно мало на прочности и на весе бетона, что с практической точки зрения может быть не принято во внимание.

С точки зрения удобств укладки свежего бетона, состав пемзы 1:2 значительно уступает последним двум, хотя все же дает удовлетворительные результаты. Бетоны, с применением последних двух составов пемзы, обладают большой подвижностью, легко заполняют любые формы и дают чистую поверхность.

С вопросом удобства укладки свежего бетона тесно связана его консистенция. При некотором определенном содержании цемента в единице объема бетона, как известно, пластичность последнего может быть увеличена прибавлением воды. Однако, эта мера хотя и приводит к цели, но отражается плохо на прочности бетона. О степени влияния консистенции (воды) на прочность бетона можно судить по помещенным ниже кривым прочности, относящимся к трем

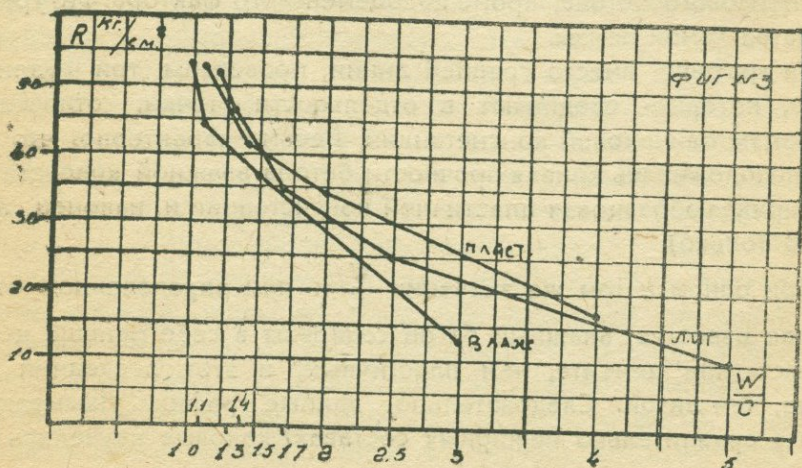
состояниям пластичности: влажному, пластичному и литому (состав пемзы 2:3) (см. фиг. № 2).



Выше всех, как и следовало ожидать, расположилась кривая прочности трамбованного бетона, затем кривая пластичных составов и, наконец, кривая бетонов литой консистенции. Из графика видно, что разница между прочностью трамбованного бетона и таковой литого, при одном и том же расходе цемента, в среднем составляет около 10 кг/см².

Это обстоятельство, безусловно, связано с изменением водоцементного фактора, происходящим от изменения количества воды при переходе от одной консистенции к другой.

Более подробное представление с влиянием $\frac{W}{C}$ можно получить из графика на фиг. № 3, где по оси ординат отложены прочности образцов, и по оси абсцисс — соответствующие значения $\frac{W}{C}$.



Следует оговорить, что значения $\frac{W}{C}$, указанные на графике, являются несколько неточными и в известной степени условными. Как выше было отмечено, точный учет значений $\frac{W}{C}$ в пемзовых бетонах чрезвычайно затруднителен; вода, применяемая при затворении, в этих бетонах только частью идет на образование цементного теста, остальная же часть поглощается пемзой. Для исключения из подсчетов некоторой доли (сравнительно большой) этой потери крупная пемза предварительно насыщалась водой. Для этой цели пемза (щебень) держалась в течение 30 м. в воде, потом переносилась на сито, где она оставлялась около 20 м. до применения в дело с тем, чтобы лишняя вода стекла с поверхности зерен. К сожалению, проделать ту же операцию с песком было невозможно, ибо последний после погружения в воду сохраняет в себе значительное количество лишней воды. Поэтому в опытах песок применялся в своем естественном состоянии влажности.

Такой песок при приготовлении бетонов, конечно, впитывал в себя часть расходуемой воды и тем самым вносил некоторую неточность в определение значений $\frac{W}{C}$.

Любопытно, однако, что несмотря на указанную неточность в абсолютных значениях $\frac{W}{C}$, точки, отвечающие прочностям образцов, легли относительно друг друга достаточно закономерно, в довольно ограниченной полосе.

Проведенная по этим точкам средняя кривая не является, безусловно, законом водоцементного отношения вообще, т. е. законом изменения прочности самого цементного камня. В виду слабой сопротивляемости пемзы, временное сопротивление бетона гораздо ниже, чем прочность отдельно взятого цементного камня.

Следовательно, в вышеприведенном законе изменения прочности пемзового бетона, кроме водоцементного фактора, фигурируют и свойства самой пемзы.

На графике, вместо средней линии, проведены три различные кривые, которые соединяют в отдельности точки, относящиеся к образцам одинаковой консистенции. Весьма характерно, что ниже всех расположилась кривая прочности бетона влажной консистенции, далее кривая образцовая пластичной консистенции и, наконец, литой (частью только).

При одном и том же значении $\frac{W}{C}$ и при определенном отощателе, как известно, влажный бетон содержит в себе меньше цементного теста или цемента, чем пластичный, и этот последний тоже меньше, чем литой. Следовательно, данные графики указывают на то, что в сравнительно нежирных составах, каковые изучались лабо-

раторией АрмИС, прочность бетонов в некоторой мере зависит также от расхода цемента (при данном отощателе).

Кривая $f(\frac{W}{C})$ для литого бетона, как видно по графику, как будто не совсем подтверждает сказанное; правой своей частью она легла ниже кривой пластичного бетона. Однако, это явление должно быть приписано тому, что при заполнении форм тощими составами литого бетона, цементное молоко вытекало через их щели, что, повидимому, повлияло на результаты опытов в смысле некоторого уменьшения прочности образцов.

Изложенные выше результаты опытов приводят к определенным практическим выводам относительно приготовления пемзового бетона. Пользование кривой водоцементной зависимости при подборе состава бетона, как выясняется, в виду невозможности (почти) точного учета значения $\frac{W}{C}$ и пр., сложно и может привести к ошибкам.

Гораздо легче пользование таблицами, которые выражают связь между прочностью бетона и его номинальным составом. Ниже приводится такая таблица, составленная на основании приведенных выше результатов опытов.

Номинальный состав на м ³ бетона			Сопротивление образцов сжатию в кг/см ²		
Цемент в кг	Песок в лит.	Щебень в лит.	Литой бетон	Пластичн. бетон	Влажный бетон
60	560	940	10	15	15
120	560	930	25	30	35
180	550	920	35	40	45
240	540	900	45	50	55

С помощью этих таблиц подбор состава бетона может быть произведен следующим образом. По данным прочности и консистенции определяется по таблицам сначала состав бетона, который следует считать предварительным. Кроме того, берутся еще два состава с частично преувеличенным (в одном) и преуменьшенным (в другом) расходом цемента (на 20—30 кг). По этим рецептам готовятся пробные образцы, которые испытываются по истечении определенного срока (28 дней). Обычно один из этих составов оказывается подходящим, что и принимается как окончательный.

Такой способ подбора состава пемзового бетона, допуская определение расхода воды по виду (консистенции) бетонной массы, безусловно, не точен. Однако, если сравнить данные таблицы, относящиеся к бетонам трех различных консистенций, можно заметить, что при переходе от пластичной консистенции к влажной или литой, прочность бетона меняется лишь в пределах 5-и кг/см² в ту и другую стороны. Следовательно, ошибка, которая может произойти при

дозировке воды по виду бетона, будет влиять на прочность, именно, в этих же пределах. Тем не менее, прибавление воды должно производиться достаточно осторожно.

Как показывают опыты, применения слишком разжиженных (литых) бетонов следует избегать. Это объясняется не только некоторой потерей в прочности (при данном расходе цемента), но также и тем, что во время работ такие бетоны, в особенности тощие их составы, легко выпускают из себя цементное молоко, т. е. происходит распад бетона на свои составные части.

Черезчур сухие составы пемзового бетона тоже неудобны в работе; при укладке они требуют достаточно сильного трамбования, что не может быть допущено при таком слабом отощателе, как пемза.

Наиболее подходящей консистенцией пемзового бетона следует считать такую, при которой он обладает достаточной подвижностью и укладывается в формы, при помощи штыкования или весьма легкого трамбования, не выпуская при этом из себя цементного молока.

Для достижения этого, долю мелкой добавки не следует особенно уменьшать; как было выяснено выше, отношение объемов мелкой и крупной пемзы лучше брать в пределах 1:2—2:3.

Мелкой добавкой при этом условно считается та часть пемзы, которая проходит через сито отверстием в 7 мм (круглое); остальная часть с размерами зерен больше 7 мм считается крупной добавкой. В соответствии с этим, содержащиеся обычно в пемзовом песке крупные части следует отнести за счет щебня, а мелочь в крупной пемзе—за счет песка, путем определения этих количеств и введения соответствующих поправок в состав бетона.

В обычных бетонах, как известно, отощатель берется такого качества, чтобы его прочность превышала таковую цементного камня, чем достигается полное использование сопротивления последнего. В пемзовых бетонах, как было выяснено выше, сопротивление цементной массы не используется полностью. В особенности это справедливо в отношении жирных составов. В виду этого, начиная с определенной жирности, прибавление цемента сравнительно мало увеличивает прочность бетона. В этом случае высокое сопротивление цементного камня, наряду со слабой пемзой, не оправдывается. Это явление наглядно видно на кривой прочности, изображенной на фиг. № 1. При увеличении расхода цемента от 230 до 340 кг в одном куб. метре бетона, прочность повышается только на 6 кг/см².

Кроме того, пемзовые бетоны с большим содержанием цемента по существу, уже не отвечают основным требованиям, предъявляемым к теплым бетонам как в смысле своего веса, так и в отношении теплозащитных свойств. При необходимости увеличения прочности бетона гораздо правильнее применять более прочный отощатель, например, туф, чем увеличивать расход цемента.

Поэтому применение цемента более 200—250 кг на куб. метр бетона при пемзовом отощателе не может быть рекомендовано.

Туфовые бетоны на цементе

Самой главной причиной, затрудняющей применение общих способов подбора состава бетона при теплом отошателе, как было отмечено выше, является низкая прочность последнего по сравнению с прочностью цементной массы в бетоне. Однако, если каждый раз выбирать отошатель таким образом, чтобы его прочность превышала таковую проектируемого бетона, придерживаясь такого же запаса, какой принимается в обычных бетонах, т. е. 1,5—2, то в таком случае качество материала отошателя не будет влиять на прочность бетона. Такой подход к подбору состава бетона имеет еще ту выгоду, что дает возможность полностью использовать сопротивление цементной массы в бетоне.

Если сказанное практически неприменимо в отношении пемзовых бетонов, то в теплых бетонах с туфовым отошателем, обладающим сравнительно высокой механической прочностью, оно вполне применимо.

В сущности, если бы не большая водопоглощаемость туфов, при таком подходе к делу, подбор состава туфовых бетонов ничем не должен был отличаться от такового обычных бетонов. Но и это свойство туфа, как будет выяснено ниже, не может служить в указанном отношении серьезным препятствием.

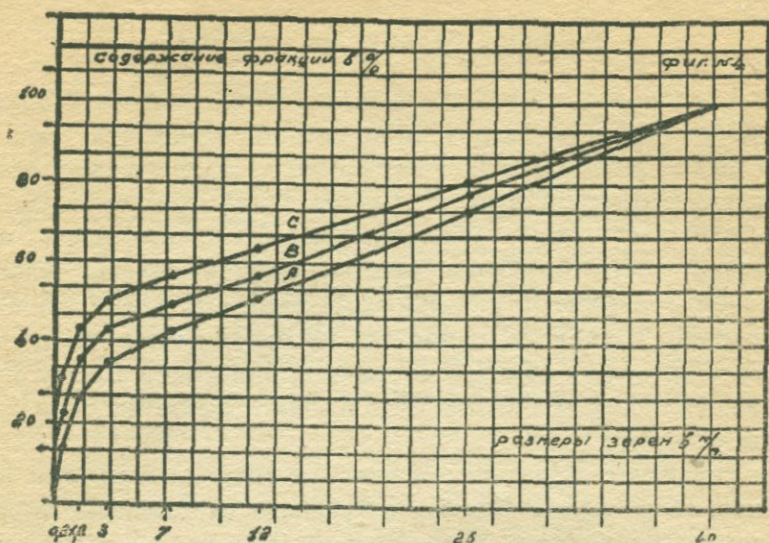
Для выяснения, в какой мере общие способы проектирования состава бетона могут быть распространены на туфовые бетоны и, в частности, для изучения тощих бетонов с применением туфа, были поставлены специальные опыты.

При этом, желая насколько возможно исключить влияние прочности отошателя, для изучения таких бетонов с сравнительно низкими значениями водоцементного фактора, в опытах был применен туф с достаточно высоким временным сопротивлением (195 кг/см^2) при объемном его весе 1,8.

Не имея необходимой для бетонных работ крупности, туфовые отходы или самый туф, как выше было отмечено, нуждаются в дроблении. Поскольку это является необходимым, то возможно и целесообразно дробить их так, чтобы продукты дробления имели более или менее определенный гранулометрический состав, что в значительной мере может способствовать улучшению качеств туфовых бетонов и уменьшению расхода цемента.

Для выяснения влияния гранулометрического состава на свойства бетонов в опытах были применены три вида туфовой мелочи, подобранные искусственно по трем различным кривым рассева (см. фиг. № 4).

Из изображенных на фиг. № 4 трех кривых самая нижняя представляет собой линию рассева Фуллера; остальные две кривые относятся к отошателям с сравнительно большим содержанием мелких фракций.



Применение отошателей по кривым рассева ниже кривой Фуллера не имело смысла в виду того, что такие отошатели дают слишком неподвижные, жесткие бетоны; точно также не имеют практического значения отошатели с содержанием мелких частей более, чем это предусматривается самой верхней кривой графика.

Следует отметить, что приведенные выше кривые А, В и С включают в себе и количество вяжущего вещества. В связи с этим, при увеличении расхода цемента в такой же мере уменьшалось количество туфовой пыли (проходящей через сито в 0,2 мм). Для образцов, суммарное количество отошателя и цемента бралось во всех составах одинаковым и равным 30-и кг. При чем количество цемента менялось от 1 до 4 кг, т. е. брались весовые составы 1:29, 2:28, 3:27 и 4:26. Если же принять во внимание, что выход бетона во всех случаях с небольшими отклонениями составлял приблизительно 20 лит., то это означает, что на один куб. метр бетона расход цемента в изученных бетонах составлял 50, 100, 150 и 200 кг.

В теплых бетонах с применением туфовой мелочи, как показывают опыты, учет воды, идущей на образование цементного теста, а вместе с тем и определение действительных значений водоцементного фактора, сравнительно несложно. Туф, в отличие от пемзы, насыщается водой очень быстро и впитывает в себя определенное ее количество; конечно, это количество зависит от сорта туфа; например, примененный в опытах туф впитывал воды 17% по весу. Поэтому в каждом частном случае легко удавалось путем подсчета определить ту часть воды, которая поглощалась туфом, а следовательно, и ту часть, которая смешивалась с цементом. Бетоны с туфовым отошателем готовились, как и пемзовые, трех консистенций: влажной, пластичной и литой.

Результаты механического испытания этих бетонов приведены в таблицах 3, 4 и 5.

Туфовые бетоны на цементе
(Отощатель взят по кривой гранул. Фуллера (кр. А)).

№№ п. п.	С о с т а в			Вода, по- глощаемая отошате- лем	Остаток	$\frac{W}{C}$	Конси- стенция	Выход бе- тона в лит- рах	Сопротивление сжатию в кг/см ²			Примечание
	Цемент в кг	Отоша- тель в кг	Вода в литрах						На 7-й день	На 28-й день	Средн.	
1	1,00	29,0	8,00	4,93	3,070	3	Лит.	20	—	30 34,5	32	1) Бетоны не обла- дают достаточной по- движностью.
2			7,00		2,070	2	Пласт.		28	38 40	34 37	
3			6,40		1,470	1,6	Влаж.		18	22 22	22 22	
4	2,00	28,0	8,00	4,76	3,240	1,6	Лит.	20	35	43 41	36 40	2) Отощатель не про- питывался водой пред- варительно.
5			7,00		2,240	1,1	Пласт.		38	52 60	45 52	
6			6,50		1,740	0,9	Влаж.		46	56 59	40 51	
7	3,00	27,0	8,00	4,59	3,410	1,1	Лит.	20	38	45 63	51 57	
8			7,00		2,410	0,8	Пласт.		60	46 61	65 63	
9			6,50		1,910	0,6	Влаж.		28	36 43	54 48,5	
10	4,00	26,0	8,00	4,42	3,580	0,9	Лит.	20	50	80 79	77 78,5	
11			7,20		2,780	0,7	Пласт.		52	58 57	56 57	
12			6,50		2,08	0,5	Влаж.		41	74 53	49 58	

Таблица № 4

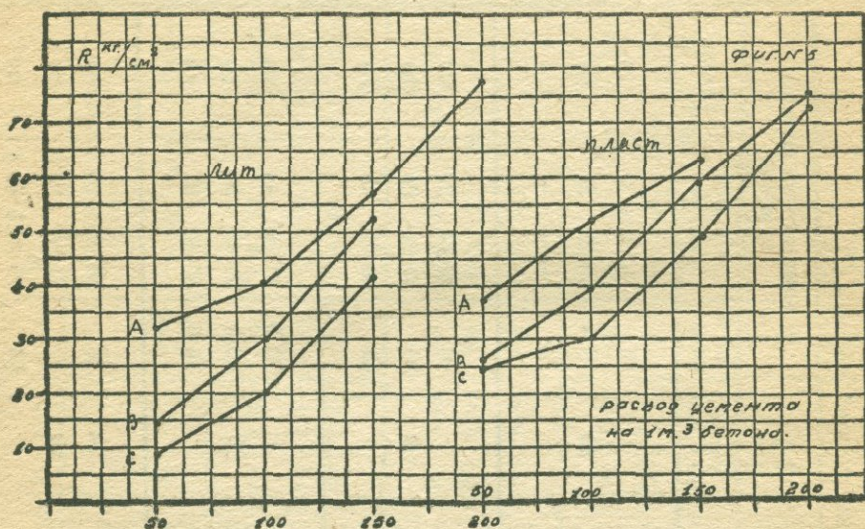
Туфовые бетоны на цементе
(Отощатель взят по кривой рассева В)

№№ п. п.	С о с т а в			Вода, по- глощаемая отошате- лем	Остаток воды	W C	Конси- стенция	Выход в литрах	Вес сухих образцов		Сопротивление сжатию в кг/см ²					Примечание
	Цемент в кг	Отоша- тель в кг	Вода в литрах								На 7-й день	На 28-й день			Средн.	
1			8,500		3,570	3,6	Лит.		1,43	1,43	9	13,6	17,4	12	14,5	Наблюдается большая подвижность свежего бетона.
2	1,00	29,00	7,500	4,930	2,570	2,6	Пласт.	20	2,45	1,43	18	22	28,6	28,3	26	
3			6,900		1,970	2,0	Влаж.		1,43	1,43	21	20,4	25	27	24	
4			8,600		3,840	1,9	Лит.		1,52	1,52	20	34,8	28,3	31,6	30	
5	2,00	28,00	7,800	4,760	3,040	1,5	Пласт.	20	1,50	1,50	26	38,3	36,4	38,2	38	
6			7,200		2,440	1,2	Влаж.		1,45	1,45	34	41,6	41,3	64	49	
7			8,500		3,910	1,3	Лит.		1,50	1,50	33	55	52	53	53	
8	3,00	27,00	7,600	4,59	3,010	1,0	Пласт.	20	1,51	1,51	41	69	63	73	69	
9			7,000		2,410	0,8	Влаж.		1,45	1,45	47	77,5	71	76,5	75	
10			8,600		4,180	1,0	Лит.				52	50,1	56,2	58	53	
11	4,00	26,00	7,600	4,42	3,180	0,8	Пласт.	20			60	73,9	74,6	79,2	76	
12			7,200		2,780	0,7	Влаж.				31	56,2	77,2	64,4	66	

Туфовые бетоны на цементе
(Ототатель взят по кривой расцева С)

№№ п. п.	С о с т а в			Вода, по- глощаемая ототате- лем	Остаток воды	W C	Конси- стенция	Выход бе- тона в лит- рах	Сопротивление сжатию в кг/см ²			Примечание
	Цемент в кг	Ототате- ль в кг	Вода в литрах						На 7-й день	На 28-й день	Средн.	
1	1,00	29,0	9,000	4,930	4,070	4	Лит.	20	5	9 9,4 9	9	1) Бетоны обладают большой подвижностью и легко укладываются в формы.
2			7,900		2,970	4	Пласт.		9,5	28 25 22	25	
3			—		—	—	Влаж.		—	— — —	—	
4	2,00	28,00	8,800	4,760	4,040	2	Лит.	20	10	20 19 20	20	2) Образцы в сухом виде весили от 1,48 до 1,50 кг.
5			8,000		3,240	1,6	Пласт.		23	29 28 34	30	
6			7,400		2,640	1,3	Влаж.		45	60 60 55	58	
7	3,00	27,0	8,800	4,590	4,210	1,4	Лит.	20	22,5	41 39 44	42	
8			8,200		3,610	1,2	Пласт.		20,5	51 48 39	49	
9			7,600		3,010	1,0	Влаж.		30,5	55 60 61	59	
10	4,00	26,0	8,800	4,420	4,380	1,1	Лит.	20	46	38 33 30	35	
11			8,000		3,580	0,0	Пласт.	20	—	71 80 73,3	74,5	
12			7,600		3,180	0,8	Влаж.		58	79 98,5 86,8	88	

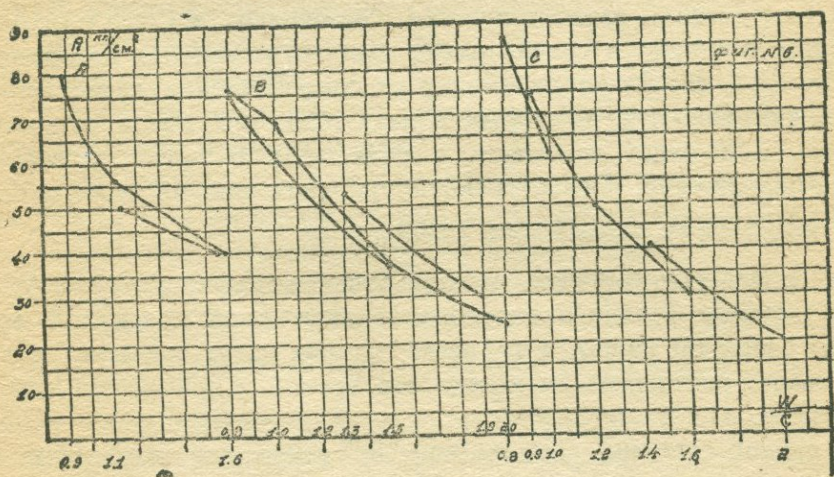
Сопоставляя данные таблиц 1, 2 и 3, можно заметить, что наиболее эффективными, в смысле лучшего использования цемента, оказался отощатель А (по Фуллеру). При одних и тех же расходах цемента бетоны с применением туфовой мелочи по кривой рассева Фуллера дали гораздо лучшие результаты, чем бетоны с отощателем В; точно также, эти последние по прочности оказались выше бетонов с отощателем С (см. график № 5).



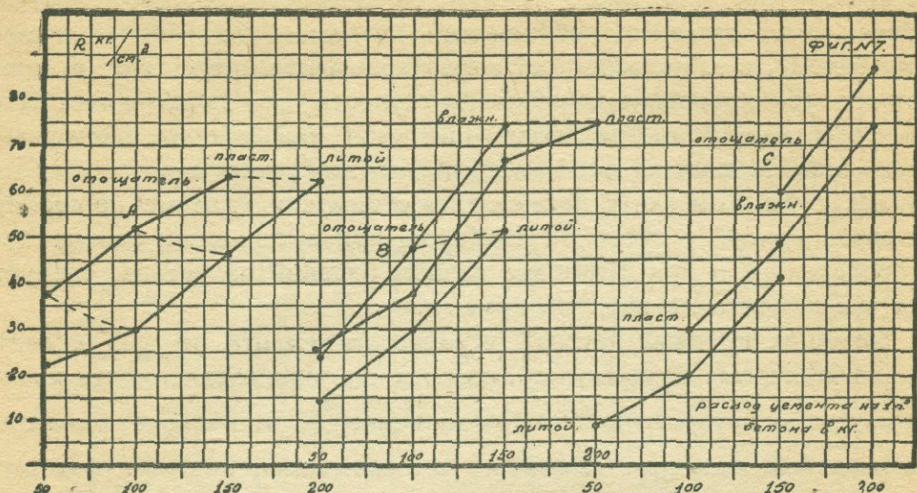
Это явление, наблюдаемое в бетонах всех консистенций, вполне естественно: отощатели с преобладанием мелких частей требуют для получения некоторой определенной консистенции бетона сравнительно больше цементного теста. Однако, при данном количестве расходуемого цемента, увеличение цементного теста, ясно, достигается прибавлением воды и, следовательно, уменьшением водоцементного фактора. Отсюда и происходит наблюдаемое в опытах уменьшение прочности бетонов при увеличении мелких фракций в отощателе. Это уменьшение, при переходе от отощателя А к отощателю С, как видно из графиков, составляет в среднем 20 кг/см. Для получения же определенной прочности, бетоны с применением отощателя С требуют в среднем на 50 кг больше цемента (на 1 куб. метр), чем бетоны с отощателем А. Отощатель по кривой рассева В в этом отношении занимает среднее положение. Таким образом, подходя к оценке гранулометрического состава туфовой мелочи, с точки зрения экономии цемента, следовало бы отдать предпочтение кривой рассева А. Однако, здесь, как и в пемзовых бетонах, приходится считаться также со свойствами свежего бетона. Бетоны с отощателем А даже при литой консистенции не обладают достаточной подвижностью и свойством хорошо заполнять формы. Хорошие результаты в этом отношении, как и следовало ожидать, дали бетоны с отощателем В, а еще лучше — с отощателем С. Из сказанного видно,

что выбор того или иного гранулометрического состава туфовой добавки тесно связан с требованиями, которые предъявляются к свежему бетону, в зависимости от характера выполняемой конструкции и от способа производства работ. В частности, при заполнении больших форм, например, при возведении стен или прочих массивных частей, особой подвижности от бетона не требуется, а потому в этих случаях с успехом могут применяться отошатели, близкие по своему составу к кривой расцева А. Наоборот, при выполнении тонких перегородок, плит и при формовке разных изделий из бетона, следует отдать предпочтение верхним кривым.

В тощих туфовых бетонах (с расходом цемента до 200 кг/м^3), как и в пемзовых бетонах, наблюдается частичная зависимость прочности, при некотором постоянном значении $\frac{W}{C}$, от расхода цемента т. е. литые бетоны при одном и том же водоцементном факторе оказываются по прочности выше, чем пластичные и влажные. Однако, эта разница, хотя и неизменно наблюдается во всех опытах над туфовыми бетонами, по своей величине столь незначительна, что не имеет практического значения. Кривые прочности литых бетонов (см. фиг. № 6) везде расположились выше, чем таковые бетонов пластичной и литой консистенций, но максимальная разница между ординатами этих кривых не превышает 8 кг/см^2 .



Бетоны влажной консистенции, как выше было отмечено, обладают тем общим недостатком, что при укладке требуют усиленного трамбования. С другой стороны, изложенные выше соображения о недопустимости такого трамбования в теплых бетонах в равной мере относятся и к туфовым бетонам. Следовательно, приходится, чисто с производственной точки зрения, отдавать предпочтение более пластичным консистенциям туфowego бетона (не литой). Происходящее при этом уменьшение прочности (см. фиг. № 7) от прибавления воды (в случае, если количество цемента задано) по сравнению



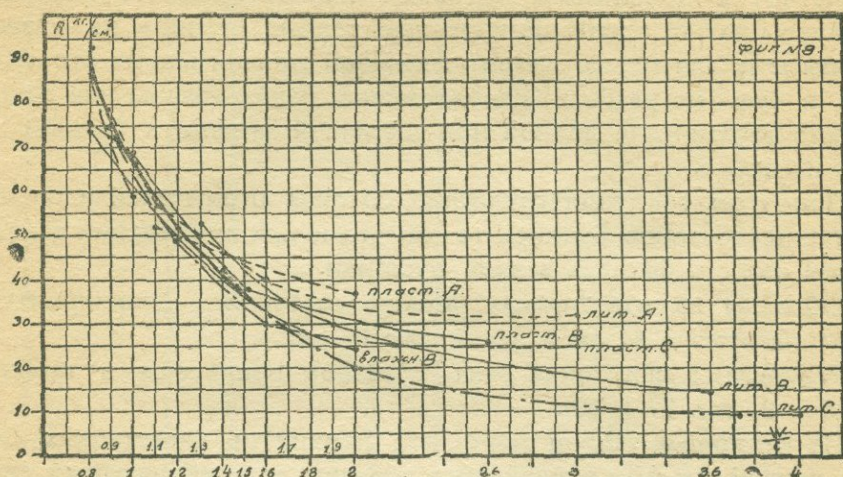
с пемзовыми бетонами, значительно резче. Из графиков на фиг. 7 видно, что разница в прочности бетонов двух предельных консистенций, при одном и том же номинальном их составе, доходит до 20 кг/см^2 (в тощих составах).

Важно, кстати, заметить, что слабое влияние количества расходуемой воды на прочность пемзовых бетонов, повидимому, объясняется следующими двумя причинами: во-первых, тем, что прочность этих бетонов меняется сравнительно слабо от изменения водоцементного фактора, завися одновременно от сопротивления самой пемзы, которое постоянно, и, во-вторых, в виду того, что пемза, в отличие от гуга, продолжает впитывать в себя воду и после затворения бетона, повидимому, поглощая большую часть лишней воды, способствует некоторому увеличению значений $\frac{W}{C}$.

Из предыдущего видно, что пользование графиками (фиг. 8) для подбора состава бетона и определение количества потребной воды по виду бетонной массы, в туфовых бетонах могут привести к чувствительным расхождениям между ожидаемой и действительной их прочностью.

С другой стороны, если нанести на график все результаты механического испытания туфовых бетонов, в зависимости от водоцементного фактора, т. е. если по оси ординат отложить величины временного сопротивления образцов, а по оси абсцисс—отношения количеств воды и цемента, взятых при затворении, то оказывается, что все точки, начиная от $\frac{W}{C} = 1,5$ и ниже, укладываются достаточно закономерно на определенной узкой полосе, в которой помещается также кривая прочности, примененного в опытах цемента (см. график). В опытах по установлению последней кривой в качестве отощателя для придания цементному тесту надлежащей консистен-

ции применялся эчмиадзинский кварцовый песок, обладающий достаточно высокими качествами.



Таким образом, из предыдущего выяснилось, что основной закон водоцементной зависимости

$$R = f\left(\frac{W}{C}\right)$$

соблюдается и в туфовых бетонах, что указывает на полную возможность применения общих методов подбора состава бетона также в случае употребления туфового отощателя.

Следует, однако, иметь в виду, что при этом должны быть соблюдены два условия:

- 1) прочность туфа должна превышать таковую проектируемого бетона в 1,5 или лучше в 2 раза;
- 2) при определении количества воды для затворения необходимо учесть и ту ее часть, которая поглощается туфом, что должно быть установлено каждый раз путем точного опыта.

При больших значениях водоцементного фактора, как видно из графика, общая кривая прочности разветвляется на ряд отдельных кривых. В этих пределах (при $\frac{W}{C}$ равному от 1,5 и выше) прочность бетонов мало зависит от $\frac{W}{C}$; преобладающую роль, в смысле влияния на прочность, играют гранулометрический состав отощателя, консистенция и проч. Из графика видно, что при больших значениях $\frac{W}{C}$ бетоны с отощателем А по прочности оказались выше, чем бетоны с отощателем В, и эти последние тоже выше, чем бетоны с применением туфа по кривой рассева С. Наконец, характерно, что бетоны литой консистенции при больших значениях $\frac{W}{C}$ проявили себя хуже пластичных бетонов, что указывает на частичный распад первых при большом содержании воды и сравнительно незначительном расходе цемента.

Пемзовые и туфовые бетоны на извести

Наряду с цементными бетонами лабораторией АрмИС были поставлены также опыты по изучению теплых бетонов на извести. Эти опыты имели целью выявить, в какой степени теплые отошатели пемза и туф—могут быть одновременно использованы как гидравлические добавки для полной или частичной замены в бетонах цемента известью.

При этом, гранулометрические составы отошателей и составы испытываемых бетонов брались те же, что и при применении цемента, при чем известь бралась в виде пушонки.

Образцы из известковых бетонов готовились цилиндрической формы высотой в 14 см и диаметром 16 см.

Результаты испытания этих образцов приведены в таблицах (6, 7, 8 и 9, стр. 79 и 80).

Из указанных таблиц видно, что прочности известковых бетонов с пемзой и туфом одинакового порядка и по абсолютным своим значениям весьма малы. На 28-й день прочность таких бетонов равна в среднем 9 кг/см^2 с отклонениями в ту и другую сторону в 3 кг/см^2 , на 56-й день—около 15 кг/см^2 .

Малость величин временного сопротивления известковых бетонов чрезвычайно затрудняет их сравнение для установления той зависимости, которая существует между свойствами и составом таких бетонов. Влияние разных побочных условий, степени трамбования и проч. по сравнению с цементными бетонами тут имеет большое значение.

Несмотря на это, все же возможно заметить некоторую закономерность, которая имеет место в таких бетонах. Во всех сериях опытов как при туфовом отошателе, так и при пемзовом, наблюдается зависимость прочности от применяемого количества извести. В отличие от цементных бетонов, известковые бетоны с большим расходом извести имеют сравнительно низкую прочность, чем тощие. Это явление наблюдается как в результатах двадцативосьмидневных, так и пятидесятишестидневных испытаний. Так, пемзовый бетон с номинальным составом 1:10:15 на 28-й и 56-й дни дает сопротивление 12 и $14,5 \text{ кг/см}^2$.

При увеличении расхода извести в 2, 3 и 4 раза прочность соответственно понижается до $8,7$ и $10,9 \text{ кг/см}^2$, $7,3$ и $1,12 \text{ кг/см}^2$, $4,6$ и $8,3 \text{ кг/см}^2$. То же самое явление наблюдается в туфоизвестковых бетонах. Для большей наглядности указанные результаты приведены тут в виде графиков (фиг. 9, стр. 81).

Как видно из графика, пемзовые бетоны наибольшей своей прочности достигают при самом тощем (принятом в опытах) составе. То же самое можно сказать относительно бетонов с туфовым отошателем А. Бетоны с туфовым отошателем В достигают наибольшей прочности при более жирном составе, т. е. при расходе 120 кг/м^3

Таблица № 6

Пемзовые бетоны на извести

№№	С о с т а в				Консистенция	Выход	Объемный вес в сухом состоянии	Сопротивление сжатию в кг/см ²							
	Известь в кг	Пемз. песок в лит.	Пемз. орешек в лит.	Вода в лит.				На 28-й день			Средн.	На 56-й день			Средн.
1	1,5	15	22,5	6,000	Пласт.	25	0,860	12,5	13,0	10,5	12,0	15	15	13,5	14,5
2	3,0	15	22,5	7,500	Лит.	—	—	6,3	6,3	6,3	6,3	9,5	9	9,5	9,3
3				6,500	Пласт.	—	0,900	10	7,5	8,5	8,7	10,5	11,6	10,5	10,9
4				5,500	Влаж.	—	—	12,5	12,5	12,5	12,5	15,7	15	14,3	15
5	4,5	15	22,5	7,500	Пласт.	—	—	7,1	7,7	7,3	7,3	11	11	11,7	11,2
6	6	15	22,5	9,000	Пласт.	—	—	4,8	4,2	4,8	4,6	7,1	7,7	8	8,3

Туфовые бетоны на извести

Таблица № 7

(Ототщатель взят по кривой расцева А)

№№	С о с т а в			Консистенция	Выход	Объемный вес образц. в сухом состоянии	Сопротивление сжатию в кг/см ²				
	Известь в кг	Отощатель в кг	Вода в лит.				На 28-й день			Средн.	На 56-й день
1	0,850	24,650	6,700	Пласт.	—	—	9,7	10,5	10,1	—	—
2	1,700	23,800	7,000	Пласт.	—	—	9,4	8,2	8,8	—	—
3	2,550	22,950	7,200	Пласт.	—	—	7,0	7,0 8,5	7,6	—	—
4	3,400	22,100	7,400	Пласт.	—	—	6,5	7,0 6,5	6,7	—	—

Таблица № 8

Туфовые бетоны на извести
(Отощатель взят по кривой расцева В)

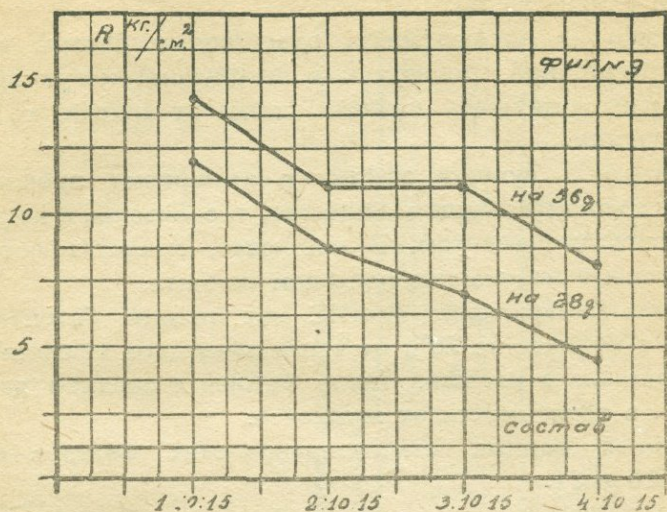
№№	С о с т а в			Пластичность	Выход	Сопротивление сжатию в кг/см ²			
	Известь в кг	Отощатель в кг	Вода в лит.			На 28-й день	Средн.	На 56-й день	Средн.
1	1,275	36,975	10,600	Пласт.	25,5	8,2 8,1 8,1	8,1	8,5 8,5 7,6	8,2
2	2,550	35,700	11,500	Лит.		8,5 10,7 8,6	9,2	14 12,4 12,9	13,1
3			11,000	Пласт.		10,9 9,2 10,3	10,1	14,3 14,7 15,6	14,9
4			10,500	Влаж.		10,5 11 11	10,8	17,5 17 20,5	18,3
5	3,325	34,425	11,500	Пласт.		8,7 8,7 8,7	8,7	— — —	—
6	5,100	33,150	11,800	Пласт.		8 8,4 8,8	8,4	11,8 10,8 10,8	11,1

Таблица № 9

Туфовые бетоны на извести
(Отощатель взят по кривой расцева С)

№№	С о с т а в			Консистенция	Выход	Объемный вес образцов в сухом состоянии	Сопротивление сжатию в кг/см ²			
	Известь в кг	Отощатель в кг	Вода в лит.				На 28-й день	Средн.	На 56-й день	Средн.
1	0,850	24,650	7,500	Пласт.	—	—	5,0 5,5 5,0	5,2	—	—
2	1,700	23,800	7,700	Пласт.	—	—	6,8 8,2 7,6	7,5	—	—
3	2,550	22,950	8,000	Пласт.	—	—	7,5 6,5 7,5	7,2	—	—
4	3,400	22,100	8,400	Пласт.	—	—	6,0 6,3 6,3	6,2	—	—

известии. Сравнительно большой расход извести в этом случае, по-видимому, объясняется большим содержанием в отощателе В мелких фракций.



Таким образом, судя по данным испытаний образцов сравнительно небольшого возраста (2 мес.), можно полагать, что в отношении прочности наилучшие результаты дают бетоны с небольшим содержанием извести, именно при содержании в 1 куб. т. бетона от 60 до 120 кг, в зависимости от крупности отощателя. Соблюдается ли это явление и в дальнейшем, т. е. при долгом хранении бетона, будет возможно разрешить по испытаниям оставленных для этой цели образцов,

В отношении влияния на прочность гранулометрического состава отощателя нужно сказать, что разница между результатами испытаний бетонов с тремя разными составами туфовой мелочи столь незначительна, что не может служить критерием для предпочтения одному из этих составов. Все же отощатель А, как наиболее простой (сравнительно мало содержит мелких фракций) и показавший себя немного лучше остальных, может считаться более подходящим, чем два других.

Из таблиц видно, что прочность известковых бетонов определенным образом зависит также от применяемого при затворении количества воды.

Приведенные выше результаты (прочности) относились к бетонам пластичной консистенции; при увеличении же или уменьшении количества воды эти прочности меняются.

Так, пемзовые бетоны с расходом извести 120 кг/м³ при литой консистенции показывают прочность 6,3 кг/см² и 9,3 кг/см² (на 28-й и 56-й дни), при пластичной консистенции 8,7 и 11 кг/см² и, наконец, при влажной—соответственно 12,5 кг/см² и 15 кг/см². Такая же картина наблюдается и в результатах испытаний туфовых бетонов.

Таким образом, при приготовлении известковых бетонов весьма важно воду прибавлять осторожно, т. е. в том минимальном количестве, которое необходимо для придания бетону достаточной для его укладки консистенции.

Как видно из предыдущего, известковые бетоны вообще не обладают достаточной прочностью и потому они могут применяться только в исключительных случаях, когда от кладки не требуется особой прочности.

Сравнительно лучший эффект в отношении прочности дают бетоны на сложном вяжущем веществе, т. е. бетоны, в которых часть извести заменяется цементом. В частности, представляют большой интерес бетоны с небольшим расходом цемента.

В опытах Лаборатории АрмИС над такими бетонами цемент применялся в количестве 30%, от всего вяжущего вещества, остальные 70% составляла известь. Такие бетоны в среднем дают от 15 до 30 кг/см², в зависимости от жирности.

Подробные данные относительно этих бетонов приведены в таблицах 10 и 11.

Применение пемзовых и туфовых бетонов

Бетоны с различными теплыми добавками получали большое распространение главным образом в местах, лишенных естественного строительного камня. Однако, в последнее время они начинают применяться также и в богатых камнем местах.

Это объясняется рядом свойственных им преимуществ, благодаря которым достигается значительное упрощение и улучшение выполняемых из них конструкций. Пемзовые бетоны, как и другие теплые бетоны, применяются на строительстве главным образом в кладке стен.

В настоящее время теплые бетоны начинают применяться также в армированных несущих конструкциях. Это объясняется, во-первых, дешевизной и доступностью теплых, инертных (туфа и пемзы) по сравнению с базальтовым щебнем и речным песком. Кроме того, при применении пемзы и туфа значительно облегчается собственный вес конструкций, что в конечном итоге приводит к некоторой экономии железа. Армированные бетоны с применением пемзы и туфа в свое время изучались в АрмИС, и в настоящее время в этом направлении достигнуты значительные успехи.

Пемзовые бетоны должны найти большое и весьма подходящее применение в сооружении сводчатых и купольных перекрытий. Такое назначение этих бетонов оправдывается их легким весом и небольшой теплопроводностью. Благодаря маленькому весу пемзового бетона не приходится особенно бояться увеличения толщины выполняемых из него конструкций для придания им надлежащей жесткости.

С другой стороны, в виду второго его свойства толщина 15—20 см

Таблица № 10

Пемзовые бетоны на сложном вяжущем веществе

№№	С о с т а в						Конс- стенция	Выход	Сопротивление сжатию в кг/см ²			
	Цемент в кг	Известь в кг	Пемзов. песок в кг	Пемзов. орешек в лит.	Вода в лит.				На 7-й день	Средн.	На 28-й день	Средн.
1	0,3	0,7	10	15	3,500		Пласт.			8,8	21 16 19	19,0
2	0,6	1,4	10	15	3,600	0,810	Пласт.			10,5	20 20 —	20,0
3	0,9	2,1	10	15	3,750	0,860	Пласт.			15,0	25 23 —	24,0
4	1,2	2,8	10	15	3,900	0,900	Пласт.			15	30 28 30	29,0

Таблица № 11

Туфовые бетоны на сложном вяжущем веществе

(Ототатель взят по кривой рассева)

№№	С о с т а в				Вода, по- глощаемая ототате- лем	Остаток воды	Конс- стенция	Сопротивление сжатию в кг/см ²				
	Цемент в кг	Известь в кг	Ототате- ль в кг	Вода в лит.				На 7-й день	На 28-й день			Средн.
1	0,3	0,7	29,0	8,900	4,930	3,970	Лит.	5,0	5,9	7,1	5,9	6,3
2				7,850		2,920	Пласт.	11,0	10,5	11,1	18,2	13,2
3				6,850		1,920	Влаж.	9,0	11,0	14,7	17,4	14,3
4	0,6	1,4	28,0	9,000	4,760	4,240	Лит.	4,0	11,5	9,2	8,5	9,7
5				8,000		3,240	Пласт.	8,0	14,0	12,1	14,7	13,6
6				7,200		2,440	Влаж.	17,0	17,8	22,0	24,5	21,4
7	0,9	2,1	27,0	9,100	4,590	4,510	Лит.	7,0	14,1	14,9	15,0	14,6
8				8,100		3,510	Пласт.	8,0	19,7	21,2	18,8	19,5
9				7,300		2,710	Влаж.	13,5	28,3	26,4	30,8	28,8
10	1,2	2,8	26,0	9,300	4,420	4,880	Лит.	7,0	17,1	14,0	16,8	16
11				8,200		3,780	Пласт.	10,0	26,0	26,0	28,6	26,8
12				7,400		2,980	Влаж.	14,5	32,5	34,8	26,7	31,3

этих конструкций вполне достаточна для создания нормального теплового режима в перекрываемых ими помещениях.

В сводчатых и купольных перекрытиях при удачном выборе их очертания имеют место весьма небольшие напряжения. В виду этого, а также благодаря хорошему сопротивлению пемзового бетона растягивающим усилиям и изгибу, перекрытия из него могут быть выполнены, во многих случаях, без применения железной арматуры.

Туфовый бетон, как выше было сказано, может применяться в кладке стен. Одним из главных преимуществ его перед естественным туфом является возможность возведения из него стен любой толщины. Как известно, толщина стен из естественного туфового камня, при обычной двухрядной кладке, берется не менее 60 см, что объясняется технической затруднительностью кладки более тонких стен из камня (конечно, это не относится к кладке из тесанных штучных камней, которая в виду большой своей стоимости практикуется очень редко).

При применении туфового бетона толщина стен зданий может быть уменьшена до требуемого расчетом размера. Толщина наружных стен из туфового бетона по теплотехническим соображениям все же не должна быть менее 35—40 см. Что касается внутренних стен, то они, в зависимости от степени их нагруженности, могут быть и более тонкими. Во многих случаях туфовый бетон может применяться и в устройстве перегородок, заменяя тем самым дефицитный лесоматериал.

Самая кладка из туфового бетона может производиться двояко: или непосредственно из бетона, или же из заранее изготовленных блоков. Последний способ, исключающий необходимость устройства форм и пр., является экономически более приемлемым, чем первый. Кроме того, при этом способе значительно ускоряется производство работ, так как не приходится терять времени на сборку и разборку форм и ждать твердения бетона для набивки нового слоя. На больших стройках, однако, при хорошей механизации работ, может иметь место и обратная картина. Поэтому выбор того или другого способа кладки из туфового бетона должен быть произведен каждый раз на основании особенностей строящегося сооружения и условий производства работ.

Проф. Л. А. Ротинян и Ф. Г. Арутюнян

УСЛОВИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗМЯГЧЕНИЯ ПЛАВЛЕННЫХ БАЗАЛЬТОВ

(Предварительное сообщение Арм. отд. Ин-та прикладной минералогии)

В в е д е н и е

Вскоре после империалистической войны во Франции, а вслед за нею в Германии, возникла базальтолитейная промышленность, которая быстро развилась, так как изделия из плавленного базальта нашли многообразное применение в электротехнической, химической и строительной промышленности.

Перспективы широкого развития этой отрасли промышленности в ССР Армении очень велики, так как необходимые для этого два условия—дешевая энергия и сырье—здесь налично.

Вследствие этого, еще в 1927 году в Эривани были начаты, по поручению ВСНХ ССРА, опытные плавки базальта, которые затем в последующие годы расширились до размеров маленького опытного завода. Благодаря успехам, достигнутым на этом опытном заводе, в Эривани уже строится большой опытный завод, который должен дать 5.000 тонн готовых изделий в год.

В процессе работы завода выяснилась необходимость более детального лабораторного изучения условий кристаллизации и температур размягчения плавленных базальтов. Разработка этих вопросов была поручена Арм. отд. Института прикладной минералогии.

Настоящая работа является сообщением о полученных пока результатах в этой области.

Не касаясь источников энергии, рассмотрим вкратце некоторые базальты, служащие сырьем для плавки.

Большая часть поверхности ССР Армении покрыта мощными потоками разнообразных лав. Эти потоки отличаются друг от друга как по цвету и структуре, так и по химическому составу.

Содержание кремнекислоты в типичных базальтах колеблется в пределах от 47% до 52%, а со включением и боковых групп—от 44,5% до 54,4% ¹⁾. Базальтовые лавы являются типичными представителями основной магмы, щелочные земли в них преобладают над щелочами и, в связи с этим, в них значительное содержа-

¹⁾ Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, Петрография, 1931 г.

ние магнезии и закиси железа. В СССР Армении имеются базальты всевозможных составов, однако, из всего разнообразия базальтов наиболее подходящими для плавки считаются базальты, содержащие 45%—50% кремнекислоты. Для опытов плавки, производившихся в Эривани, сперва брали темные колагеранские базальты, а после того как покойным геологом П. П. Гамбаряном были открыты в Эривани близ озера Тохмахан-гель значительные месторождения базальтов, близких по составу к колагеранским, для опытов плавки стали применяться, главным образом, тохмахангельские базальты. Кроме того, для того, чтобы определить, в какой мере качество литых изделий зависит от состава базальтов, опыты плавки были распространены также на андезито-базальты и пикриты, породы ультра-основные. В таблице № 1 приведены анализы колагеранских базальтов и пикрита (А—1), а в таблице № 2—анализы тохмахангельских базальтов и базальтов, прилегающих к головняку второго Эргэса, а также андезито-базальта (№ 7).

Таблица № 1

	№ 100	№ 101	№ 102	К—П	№ 4	А—1
SiO ₂	48,78	49,91	50,30	49,33	47,78	40,57
TiO ₂	1,39	1,35	1,03	1,83	1,42	0,42
Al ₂ O ₃	15,85	16,23	16,16	18,08	18,01	8,85
Fe ₂ O ₃	5,37	3,71	3,14	9,61	9,05	13,88
FeO	6,34	8,27	8,15	—	—	—
MnO	0,29	0,19	0,11	0,11	0,07	0,12
MgO	6,03	6,93	6,27	6,58	6,71	23,09
CaO	8,91	9,30	9,05	10,82	8,86	4,79
Na ₂ O	3,18	1,80	3,15	—	—	—
K ₂ O	1,63	1,50	1,73	—	—	—
Потр. П. Прок.	1,86	0,87	0,72	1,63	4,84	5,53
Σ	100	100,06	99,81	98,14	96,74	96,25

В таблице № 1 под № 100 приведен средний состав типичных базальтов по Дэли ¹⁾. Анализы № 101 и 102 взяты из работы А. С. Гинзберга и Карандашева ²⁾. Анализы № К—П, А—1 и 4 произведены в Армянском отделении Ин-та прикладной минералогии.

¹⁾ Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, Петрография, 1931 г., стр. 352.

²⁾ Труды Петрограф. Ин-та. Ленинград, 1931 г., Выпуск 1, стр. 5. „О применении колагеранского базальта для литья“.

Таблица № 2

	№ 23	№ 24	№ 1	№ 213	№ 20	№ 21-а	№ 2	№ 6	№ 7
SiO ₂	48,08	48,28	49,79	49,54	48,30	49,41	48,84	49,60	53,03
TiO ₂	0,51	1,58	1,92	1,70	1,60	0,72	0,72	1,31	1,37
Al ₂ O ₃	19,26	18,16	17,52	17,77	17,02	18,10	17,62	17,08	18,66
Fe ₂ O ₃	5,04	3,73	2,46	10,65	6,17	9,45	4,58	4,22	8,18
FeO	5,72	6,83	7,69	—	5,57	2,28	6,01	6,37	—
MnO	0,70	0,54	0,16	0,10	0,10	0,12	0,14	0,12	0,11
MgO	2,45	2,26	6,78	7,41	3,52	5,26	6,80	6,82	5,20
CaO	10,90	10,63	10,01	7,20	10,72	9,78	10,06	9,61	8,68
Na ₂ O	3,75	4,07	3,50	—	3,79	3,28	3,25	3,72	—
K ₂ O	1,87	1,07	1,07	—	1,30	1,13	1,06	0,79	—
П. П. П.	—	—	—	1,45	—	—	—	—	—
Σ	99,28	97,15	99,90	97,25	97,09	99,55	99,07	99,64	95,23

Из сравнения анализов колагеранских, тохмахангельских и базальтов русла Занги вблизи И Эргэса видно, что они в общем близки по составу друг к другу и «среднему» типичному базальту по Дэли.

Андезит-базальт № 7 с берега Занги содержит значительно больше кремнекислоты, чем типичный базальт.

Пикрит А—1 малым содержанием кремнекислоты и значительным содержанием окиси магния резко отличается от типичных базальтов.

Структура вышеперечисленных базальтов долеритовая и полудолеритовая, а андезит-базальта № 7-микролитовая. При исследовании под микроскопом шлифов этих базальтов видно, что пространство между удлинёнными плагиоклазами заполнено авгитом, имеющим неодинаковую ориентацию — плагиоклазы с содержанием в среднем около 56% анортита. Шлифы содержат большое количество вкрапленников оливина и почти не заключают аморфной стеклянной массы. Андезит-базальт № 7 состоит из тех же структурных элементов; только кристаллы отдельных минералов значительно мельче, чем у вышеописанных базальтов. Плагиоклазы с содержанием в среднем 52% анортита. Микроструктура пикрита № А—1 очень резко отличается от базальтов; почти все поле зрения занято оливинами и лишь частью авгитом, и между ними замечаются немногочисленные вкрапленники плагиоклаза, содержащие в среднем около 32% анортита.

Температуры плавления перечисленных в таблицах № 1 и 2 базальтов нами не были определены из-за отсутствия подходящей аппара-

туры. А. С. Гинзберг и Н. М. Карандашев¹⁾ определили нижний предел температуры, при которой исследованные ими колагеранские базальты расплавлялись. Они нагревали образцы базальтов в электрической лабораторной печи до определенной температуры, а затем быстро подвергали закалке, причем расплавившийся уже компонент застывал в виде стекла.

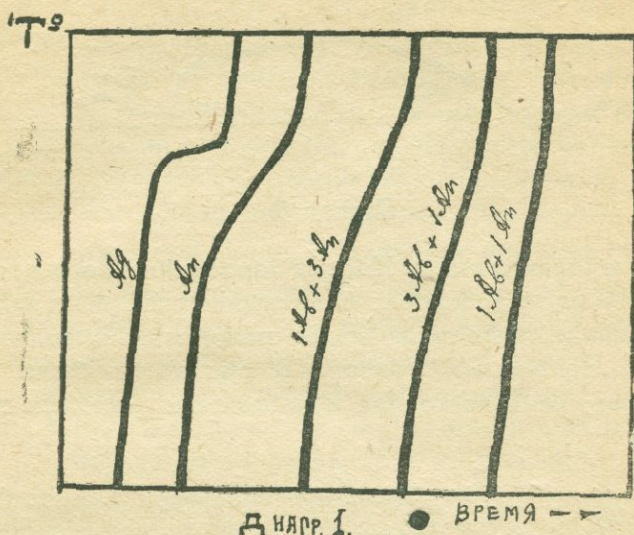
Из закаленного образца готовился шлиф, который затем изучался под микроскопом. «Таким образом было определено, что, несмотря на видимое расплавление образца после нагрева до 1250° , в действительности еще некоторые составные части остаются в твердом состоянии. Первым обычно расплавляется авгит, затем плагиоклаз, а позже всего оливин. Окончательное расплавление наступает после 1300° , так что ванну надо держать не ниже 1350° ».

Технология производства базальтовых изделий вкратце следующая: базальт расплавляют в электрической печи, а затем расплав отливают в чугунные формы. Если налить расплавленный базальт в холодную металлическую форму и дать ей остыть на воздухе, от отливки при этом получаются очень хрупкие, распадающиеся самопроизвольно на мелкие части. Чтобы избежать слишком значительного остывания отливок, размер и вес металлических форм рассчитывают так, чтобы при заполнении жидким базальтом форма нагрелась, а базальт остыл до 500° — 700° . Горячую отливку затем вынимают быстро из формы и быстро же переносят в печь отжига. После более или менее продолжительного пребывания литого изделия в печи отжига и медленного последующего охлаждения отливки уже не хрупки и годны к употреблению. Такое влияние отжига объясняется тем, что в массе быстро охлажденного (закаленного) изделия между поверхностными и внутренними слоями возникают значительные напряжения, вследствие чего изделия растрескиваются. Благодаря отжигу эти напряжения выравниваются, и получаются нормальные прочные изделия. Для понимания превращений, происходящих при закалке и отжиге, необходимо вкратце рассмотреть некоторые общие свойства стеклообразно-аморфного состояния. При нагревании различных кристаллических веществ до достаточно высокой температуры наступает плавление, т. е. переход из кристаллического в аморфно-жидкое состояние. Этот переход в химических индивидуумах отмечается на кривой нагревания горизонтальным участком, вследствие быстрого поглощения теплоты плавления. При нагревании многих горных пород до температур, при которых они уже жидки, на кривых нагревания не наблюдается горизонтального участка, а наблюдается лишь некоторое замедление подема температуры. На диаграмме № 1²⁾ изображены кривые нагревания

¹⁾ Труды Петрографич инст-та. Ленинград, 1931 г., Выпуск I, стр. 5, «О применении колаг. базальта для литья».

²⁾ Р. Дралле и Г. Кеппелер, Производство стекла, том I, ч. 1, 1928 г., стр. 46.

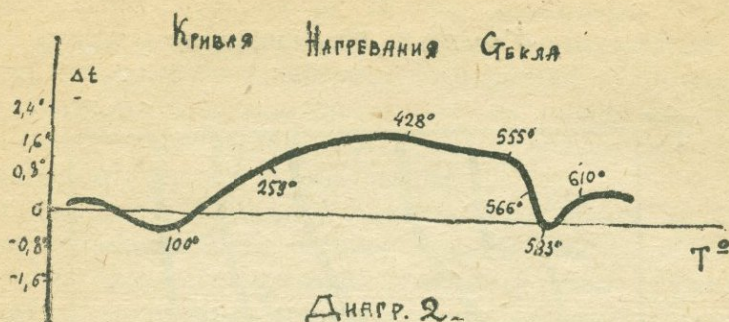
Кривая охлаждения



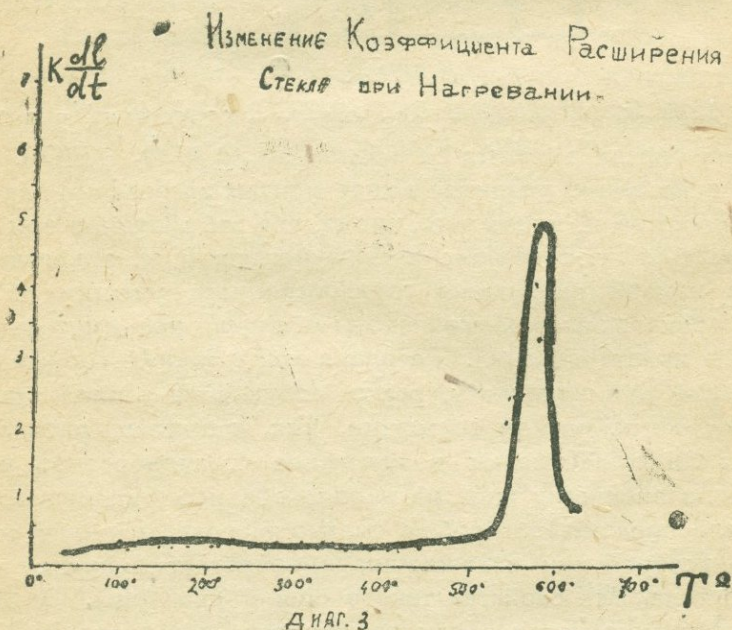
для металлического серебра, для анортита ($\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$) и для различных смесей анортита с альбитом ($\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$). Из этого рисунка ясно видно различие в ходе кривых нагревания для серебра и для силикатов и, кроме того, видно, что это различие тем больше, чем больше сплав содержит кремнекислоты (т. е. альбита). Отсутствие на кривой нагревания горизонтального участка объясняется тем, что производные кремнекислоты обладают исключительно малой скоростью кристаллизации. Благодаря этому многие горные породы, содержащие кремнекислоту, легко получают в переохлажденном аморфно-стеклообразном состоянии. Так, например, расплавленные базальты легко застывают в аморфное стеклообразное вещество, похожее по внешнему виду на малопрозрачное бутылочное стекло. Это стекло представляет собою сильно переохлажденную жидкость, вязкость которой при охлаждении приобретает величину вязкости твердого тела. Все свойства такого стекла скалярны. В 1923 году в Государственном оптическом институте в Ленинграде А. А. Лебедевым¹⁾ были подробно изучены в широком температурном интервале ход кривой нагревания, а также зависимость от температуры показателя преломления и коэффициентов линейного расширения для боросиликатного крона.

Лебедев нашел, что при температурах, близких к 575° , в изменении вышеперечисленных свойств с температурой наблюдаются аномалии. На диаграммах № 2 и 3 изображены кривые, полученные Лебедевым.

1) Труды Госуд. оптического института, том II, № 10. 1923 г., А. А. Лебедев, „О полиморфизме и отжиге стекла“.



Кривая нагревания диагр. № 2 для боросиликатного крона¹⁾ была получена следующим способом. В электрической печи были расположены два одинаковых тигля—один наполненный толченым шашмотом, другой толченым кроном. В оба тигля были вставлены концы термопар; печь нагревали и наблюдали разности температур обоих тиглей.



На диагр. № 2 представлена зависимость наблюдаемых разностей температур Δt (ордината) от температуры нагревания (абсцисса). Ход этой зависимости имеет ясно выраженную аномалию при температуре около 575° . Эта аномалия указывает на то, что при 575° в тигле, заключавшей крон, протекал процесс, идущий с поглощением тепла.

Кривая, изображенная на диагр. № 3, представляет ход изменения коэффициентов линейного расширения (ордината) боросиликатного крона с температурой (абсцисса). На этой кривой также бросается

¹⁾ Боросиликатным кроном называется одно из оптических стекол.

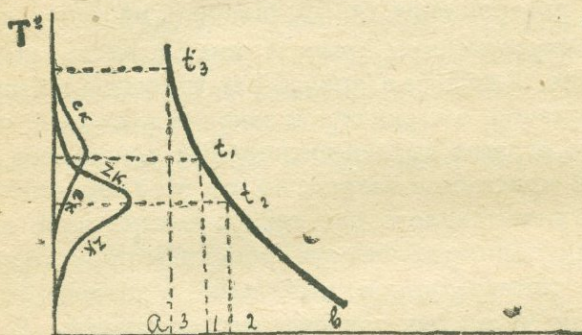
в глаза аномальное возрастание коэффициентов линейного расширения вблизи 575° . Для объяснения этих аномалий Лебедевым был высказан новый взгляд на стеклообразное состояние. Следуя П. фон-Веймарну, Лебедев приписывает стеклам не молекулярно-дисперсное строение, а субмикроскопически-кристаллическое. Причину аномалий в температурных коэффициентах физических свойств, наступающих при 575° , Лебедев видит в полиморфном превращении, которое, по предположению, испытывают субмикроскопические кристаллы кварца. Основанием для такого предположения служил довольно близкое совпадение температуры полиморфного превращения, $\alpha \rightleftharpoons \beta$ (кварца), наступающее при $570-575^{\circ}$, с температурами, при которых имеют место вышеописанные аномалии. Далее, Лебедев предлагает гипотезу, объясняющую процессы, происходящие в стеклах при закалке и отжиге. «Стекло представляет собою агрегат высоко-дисперсных кристаллов, среди которых имеются и кристаллы кварца, но, по всей вероятности, не в чистом виде, а в виде твердого раствора с какими либо другими веществами, поэтому полиморфное превращение происходит не сразу, а в некотором температурном интервале, в котором стекло постепенно переходит через ряд равновесных состояний. В виду замедленности, с которой достигаются равновесные состояния, стекло при быстром охлаждении не успевает их достигнуть и застывает в стадии более или менее незавершенного полиморфного превращения.

Этим же можно объяснить различие свойств, которые наблюдаются в стеклах при различной термической обработке и которые нельзя объяснить одними натяжениями. В виду того, что полиморфное превращение в стеклах сопровождается сильным изменением объема, оно обыкновенно влечет за собой появление внутренних натяжений, которые, таким образом, являются в значительной степени следствием этого полиморфного превращения и потому—хотя и не они главным образом—обуславливают наблюдаемые в закаленных стеклах изменения свойств, но в большинстве случаев сопутствуют им». Мы привели здесь эти гипотезы потому, что они проливают свет на процессы, происходящие при отжиге не только оптических стекол, но и всех вообще прозрачных и непрозрачных стекол, содержащих кремнекислоту. Эти гипотезы помогут нам разобраться в явлениях, имеющих место при отжиге изделий из плавленного базальта, и получить следствия, важные для базальтолитейного производства.

При нагревании веществ, находящихся в стеклообразном состоянии выше температур, при которых наблюдаются вышеописанные «аномалии», в них начинается так называемое «расстекловывание», т. е. самопроизвольное превращение аморфного стеклообразного состояния в кристаллическое. Это превращение для стекол различного химического состава происходит при различных температурах;

оно определяется по теории Г. Тамманна двумя факторами: во-первых, числом кристаллических зародышей, самопроизвольно возникающих в единице объема в единицу времени и, во-вторых, скоростью роста этих зародышей.

Величина этих двух факторов, в свою очередь, зависит от температуры. Диаграмма № 4 поясняет эти зависимости. На этом чертеже отрезок абсциссы $a-b$ соответствует длине стеклянной палочки, конец a которой нагрет до температуры плавления, конец же b находится при комнатной температуре. Кривая $t_3-t_1-t_2$ изображает распределение температур вдоль палочки $a-b$.



Диагр. 4.

Кривая SK изображает зависимость линейной скорости кристаллизации от температуры, а кривая ZK изображает зависимость от температуры числа кристаллических зародышей, появляющихся в единице объема в единицу времени. Точка t_1 соответствует температуре плавления, скорость кристаллизации в ней равна нулю, а потому кристаллизация в этой точке невозможна. При постепенном понижении температуры, по мере того как увеличивается переохлаждение, скорость кристаллизации сперва возрастает, достигая максимума, а затем убывает.

Подобным же образом изменяется с температурой самопроизвольная способность образования зародышей. На участке t_1-t_2 , расположенном между максимумом скорости кристаллизации и максимумом образования зародышей, условия для кристаллизации наиболее благоприятны. Поэтому на соответственном месте стеклянной палочки появляется характерное помутнение, вследствие образования кристалликов. Эти кристаллики распространяются выше и ниже оптимальной области температур. «Зависимость склонности расстекловывания от состава,—пишет Дралле¹⁾,—посвящено много работ, однако, в этой области не существует исследований, которыми можно было бы руководствоваться, и ни разу не был даже выработан удобный прием измерения». Следующие примеры иллюстрируют сказанное: метасиликат лития (Li_2SiO_3) кристаллизуется особенно

¹⁾ Р. Дралле и Г. Кеппелер, стр. 68 и 69.

легко, тогда как совершенно аналогичный метасиликат калия K_2SiO_3 еще никогда не был получен кристаллическим. Другого рода различия, также необъясненные до сих пор, наблюдаются в способности к кристаллизации у силикатов, содержащих избыток кремнекислоты. У таких силикатов способность к кристаллизации с увеличением содержания кремнекислоты сперва падает, и сплавы, содержащие от 72—77% кремнекислоты, наименее склонны к кристаллизации. При еще большем количестве кремнекислоты склонность к кристаллизации значительно возрастает. Как увидим ниже, наши опыты над расстекловыванием базальтов находятся в согласии с вышеприведенными соображениями. Мы также нашли, что склонность у базальтов к расстекловыванию (т. е. кристаллизации) очень сильно падает с увеличением содержания кремнекислоты.

В стеклоделии отжиг изделий, как было упомянуто выше, производится при температурах, лежащих значительно ниже температур, при которых наступает кристаллизация (расстекловывание). Можно даже сказать, что все усилия стеклоделов направлены к тому, чтобы избежать расстекловывания изделий. Они достигают этого подбором состава стекла и регулировкой температуры отжига. Однако, в стеклоделии делались многократно попытки применения «расстекловыванных стекол» в промышленном масштабе, но, повидимому, попытки эти были мало успешны.

«Явление расстекловывания,—пишет Дралле¹⁾,—было открыто Реомюром в 1727 году при поисках способа приготовления фарфора. Расстекловыванные сосуды, действительно, обладали драгоценными качествами: высокой твердостью и ничтожной хрупкостью, но вследствие сильного размягчения не удалось как следует сохранить их первоначальную форму. Этот прием оказался интересным опытом, не пригодным, однако, для производства. От него ничего не сохранилось, кроме названия: *«реомюров фарфор»*.

В более позднее время также искали применения для продуктов расстекловывания и, отказавшись от изготовления полых сосудов, ограничились приготовлением строительных материалов, в особенности половых и стенных плиток. Особенно деятельным в этом направлении был, повидимому, Арси. В новейшее время Гаршей вновь принялся за это производство и назвал свой продукт «керамо». Стекланные заводы в Адлерхтён-Пенциге изготовляли этим способом плиты для облицовки стен, для покрытия полов и для украшения фасадов. Но, повидимому, и этот продукт также совершенно исчез с рынка». Эти сведения имеют для базальтового производства большое значение, так как литые изделия из базальта при некотором повышении температуры отжига легко расстекловываются, принимая при этом структуру «реомюрова фарфора». Это обстоятельство заставляет обратить особое внимание на изучение степени раз-

¹⁾ Р. Дралле и Кеппелер, стр. 61.

мягчения базальтов в области температур начинающегося расстекловывания. В случае, если будут найдены базальты, у которых большая способность к расстекловыванию будет сочетаться с очень малой текучестью (вязкостью), промышленное значение «реомюрова фарфора» будет воскрешено. К сожалению, связь между вязкостью и кристаллизационной способностью еще никем не установлена, и поэтому нельзя наперед сказать, возможно ли найти такие базальты или нет.

Если базальты с такими свойствами найти не удастся, придется ограничиться обычным отжигом базальтовых отливок ниже температуры расстекловывания. Ущерб от этого базальтовое производство не потерпит, так как отоженные, не закристаллизованные литые базальтовые изделия имеют высокие механические и изоляционные качества. Французские изделия из плавленного базальта, которые нам довелось видеть в Москве в 1926 г. в лаборатории проф. П. А. Флоренского, были на вид стеклообразны и очень походили на наше эриванское литье, отоженное ниже температуры расстекловывания.

Температура размягчения (текучести) плавленных базальтов

Вещество, находящееся в стеклообразно-аморфном состоянии, при нагревании вполне постепенно проходит все степени вязкости, превращаясь из твердого аморфного состояния в жидкое.

У стеклообразных тел заметное размягчение наблюдается гораздо ниже температуры плавления тех же тел в кристаллическом состоянии. Температуры, при которых размягчение стекла становится очевидным, имеют особенное значение для отжига, так как при отжиге литые изделия не должны достигать этой температуры.

Температуры размягчения в стеклоделии обычно определяются при помощи маленьких пирамид, применяемых аналогично «конусам Зегера». За температуру размягчения принимают ту температуру, при которой происходит спадение пирамиды до половины своей первоначальной высоты.

Этим способом температура размягчения для бутылочного стекла определена равной 860° ¹⁾. Кроме этого, в стеклоделии применяют также способ определения температуры размягчения по деформациям, испытываемым образцами под нагрузкой. Опыт производят следующим образом: в электрической трубчатой печи медленно нагревают стеклянные нити, отягченные грузами различной величины. Наблюдают температуру и удлинение нити. Температура, отвечающая скорости вытягивания нити в 1 мм в минуту, полученная при нагрузке в А грамм, называется «А—гр—вязкостью». В таблице № 3 изображены таким образом измеренные вязкости для различных стекол.

¹⁾ Р. Дралле и Г. Кеппелер, стр. 81.

Таблица № 3 ¹⁾

С О Р Т С Т Е К Л А	Температура равных вязкостей при нагрузке в грамм.			
	1	10	100	1000
Тюрингенское свинцовое стекло из Гунделяха	577	580	490	450
Иенское нормальное стекло 16'''	685	638	601	562
Иенское боросиликатное стекло д/термом. 59'''	733	679	645	615
» стекло для трубок для сжатия 277'''	847	794	747	697

Из данных таблицы № 3 видно, что температура, при которой наступает очевидная деформация образца, находящегося в стеклообразном состоянии, зависит от величины, вызывающей деформацию нагрузки. Отсюда следует, что температура, при которой наступает очевидная деформация образцов, отличающихся друг от друга по величине или форме, должна быть также различна. Действительно, при размягчении образцов вес их является силой, вызывающей деформацию, а величина и распределение этой силы зависит от величины и формы исследуемых образцов.

Экспериментальное определение температур размягчения исследуемых базальтов мы произвели сперва методом, аналогичным в некотором роде методу «конусов Зегера».

Для этих опытов, так же как и для последующих опытов растекловывания, мы применяли колагеранский базальт плавки № 71 (188) от 13 декабря 1932 г., андезито-базальт плавки № 20 (216) от 27 марта 1933 г., тохмахангельский базальт плавки № 57 (254) от 31 мая 1933 г.

Самые опыты определения температур размягчения исследуемых базальтов производились следующим образом: в электрической муфельной печи устанавливались вертикально различной толщины палочки длиной в 60 мм.

Тонкие палочки устанавливались вертикально втыканием их в толченный шамот, которым была заполнена небольшая плоскодонная фарфоровая чашечка; эта чашечка и толстые бруски ставились на кусок асбестового картона, лежащего на полу муфеля.

В непосредственной близости от палочек находился конец платина-родиевого термоэлемента.

После того как образцы устанавливались, муфель закрывался асбестовой крышкой, имевшей в середине слюдяное окошечко, и включался ток.

Температуру печи мы отсчитывали на стрелочном гальванометре, а через слюдяное окошко в крышке печи наблюдали за де-

¹⁾ Р. Дралле и Кеппелер, стр. 42.

формацией испытуемых образцов. В нижеследующей таблице № 4 приведены полученные таким образом результаты.

Таблица № 4

Тохмахангельский базальт

Диаметр образцов в мм	0,20	0,55	0,90	1,9	3,0	5,6	26 ¹⁾	35 ¹⁾
Температура заметной деформации	660°	680°	700°	710°	740°	760	—	—

Время, затраченное на нагревание муфеля от 660° до 920°, равнялось 210 минутам. В то время как образцы толщиной до 5,6 мм при температурах до 760° претерпели значительную деформацию, образцы в 26 мм и 35 мм в диаметре сколько-нибудь заметно не осели при нагревании даже до 920°. После того как температура муфеля достигла 920°, мы прекратили нагревание, а затем из остывшей печи достали образцы для осмотра. До нагревания образцы имели гладкую черную блестящую поверхность, после же нагревания до 920° поверхность их покрылась морщинками и стала сероватоматовой. При этом оказалось, что образец в 35 мм в диаметре весь закристаллизовался и имел в изломе фарфоровидную структуру, образец же в 26 мм в диаметре закристаллизовался лишь с поверхности, причем толщина поверхностного кристаллического слоя была около 1,5 мм. Внутри этой кристаллической оболочки стеклообразная черная блестящая масса осталась без изменения. Подобным же образом неполностью закристаллизовались и более тонкие образцы.

Из этих опытов видно, что метод «конусов Зегера», дающий в применении к обыкновенным стеклам правильные результаты, в применении к плавленным базальтам может привести к ошибочным заключениям, так как при температурах, близких к температуре размягчения у базальтов, часто наблюдается расстекловывание, изменяющее температуру и скорость размягчения.

Чтобы уточнить определение температуры «очевидного размягчения», метод наблюдения был видоизменен.

Из глины готовились четырехугольные бруски, в которых укреплялись в горизонтальном положении палочки из исследуемого базальта. Применяемые нами палочки имели 60 мм в длину; они прикреплялись к бруску таким образом, что на 15 мм входили в тело глиняного бруска, а на 45 мм выступали наружу. Брусок с палочками вставлялся в муфельную печь, нагревался сперва медленно при сравнительно низкой температуре до высыхания глины, а затем температуру поднимали до нужной высоты и наблюдали температуру, при которой палочки начинали полегать. В таблицах № 5 и 6 приведены данные, полученные этим способом.

¹⁾ Образцы в 26 мм и 35 мм в диаметре после отливки были отождены ниже температуры расстекловывания. Образец в 35 мм был отлит из плавки 14/V 1933 г. № 49 (246).

Таблица № 5

Тохмахангельский базальт

Диаметр палочек в мм	0,25	1,0	2,9	4,0	5,7
Температура полегания	660°	710°	740°	740°	740°

Время, затраченное на нагревание от 660° до 740°, равнялось 40 минутам.

Таблица № 6

Тохмахангельский базальт

Диаметр палочек в мм	0,30	0,75	2,3	3,9	5,0
Температура полегания	640°	660°	710°	740°	740°

Время, затраченное на нагревание от 640° до 740°, равнялось 105 минутам.

Далее в таблице № 7 приведены результаты следующего опыта мы нагревали в муфельной печи глиняный брусок, в котором были закреплены по две палочки базальтов: тохмахангельского (Т), колагеранского (К) и андезито-базальта (А). Так как палочки эти нагревались в печи одновременно при одинаковых условиях, то можно было обнаружить небольшую разницу в температурах размягчения изучаемых базальтов.

Таблица № 7

	К	Т	А
Диаметр палочек в мм	0,3	0,3	0,3
Температура полегания	660°	675°	670°
Диаметр палочек в мм	1,0	1,0	1,0
Температура полегания	690°	720°	720°

Время, затраченное на нагревание от 660° до 720°, равнялось 110 минутам.

В вышеприведенных опытах может показаться непонятным, почему тонкие и, следовательно, более легкие палочки деформируются при более низких температурах, чем толстые и, следовательно, более тяжелые. Эти соотношения кажутся находящимися

в противоречии с данными таблицы № 3, из которой видно, что температуры деформаций под нагрузкой падают с возрастанием нагрузки. Эти противоречия разъясняются, если мы обратимся к формуле, выражающей зависимость между величиной стрелы прогиба круглой балки f , ее длины l , ее радиуса r , величиной нагрузки P и модулем Юнга E .

$$f = \frac{4Pl^3}{3\pi E r^4}$$

Выражая нагрузку через $P = \pi r^2 l d$, где d есть плотность балки, и подставляя в предыдущую формулу, получаем

$$f = \frac{4dl^4}{3Er^2}$$

Из этой формулы видно, что величина деформации (стрелы прогиба) обратно пропорционально квадрату радиуса балки, а потому при тех температурах, при которых на тонких образцах деформация уже заметна, на толстых образцах заметить ее еще нельзя. Нужно нагреть образцы до более высокой температуры, чтобы деформация за сравнительно короткое время наблюдения стала заметной.

Приблизительный подсчет данных таблиц № 5 и 6 показывает, что изменение температур размягчения при увеличивающейся нагрузке у базальтов довольно близко подходит к данным, приведенным в таблице № 3 для иенских стекол.

Из всех вышеприведенных опытов можно вывести заключение, что в трех исследованных нами базальтах температуры, при которых размягчение становится очевидным в пределах точности наблюдений, одинаковы.

Исследование процесса кристаллизации плавленых базальтов

Для изучения процесса кристаллизации (расстекловывание) плавленых базальтов мы применили метод изотерм. В качестве термостата, поддерживавшего продолжительное время постоянную температуру изотермы, мы применили горизонтальную трубчатую электрическую печь, снабженную терморегулятором и термопарой. В эту печь вставлялась фарфоровая лодочка, наполненная толченым шамотом, а в шамот втыкались около 30 пластинок, приготовленных из изучаемого базальта. Эти пластинки готовились по способу, предложенному покойным геологом П. П. Гамбаряном. Этот способ заключается в том, что из расплавленного в опытной заводской печи базальта быстро выдуваются большие пузыри, из которых затем вырезаются пластинки. Толщина стенок такого пузыря в различных местах различна: от 0,01 мм до 0,5 мм, поэтому из таких пузырей легко можно было вырезать пластинки желаемой толщины. Преимущество способа П. П. Гамбаряна заключается не только в том, что способ этот позволяет быстро приготовить много пластинок желаемой толщины, но еще и в том, что пластинки при этом получают быстро охлажденные, закаленные и потому

совершенно аморфные и, вероятно, не содержащие скрытых зародышей кристаллизации.

Для своих опытов мы применяли пластинки, от 0,01 мм до 0,2 мм толщиной. Благодаря малой толщине эти пластинки были прозрачны и почти бесцветны и лишь в слое более 0,1 мм толщины — зеленоваты. Пластинки, вырезанные из базальтового пузыря, были настолько прочны и неломки, что их можно было пускать в дело без всякого отжига.

Перед каждым опытом кристаллизации пластины исследовались под микроскопом в простом и в поляризованном свете, причем для опытов мы отбирали лишь пластины вполне однородные. Процесс кристаллизации пластинок мы изучали следующим образом. Фарфоровая лодочка, заключающая около 30 пластин различной толщины, вставлялась, как было описано выше, в электрическую печь, закрывавшуюся крышкой, которая затем по возможности быстро нагревалась до температуры изотермы, на что требовалось 10—20 минут. После того как температура изотермы достигалась, включался терморегулятор, поддерживавший в продолжение нужного времени температуру печи постоянной. Для того, чтобы исследовать зависимость процесса кристаллизации от продолжительности нагрева, время от времени мы открывали крышку печи, быстро вынимали из нее несколько пластин и снова закрывали крышку. Вынутые пластины охлаждались на воздухе быстро, так как они были очень тонки. Описанным образом мы поступали при всех изотермах, при чем для каждой изотермы мы получали ряд пластин, отличавшихся друг от друга лишь продолжительностью нагревания.

Превращения, которые наступали в пластинках вследствие нагревания, исследовались под микроскопом в простом и поляризованном свете. Этим способом была изучена нами для андезито-базальта и колагеранского базальта зависимость самопроизвольной кристаллизационной способности от интенсивности и продолжительности нагревания.

Для колагеранского базальта были исследованы изотермы 615°, 640°, 665°, 715°, 765°, 790°, 815°, 865°, 915°, 1000° и 1100°.

На пластинках, выдержанных при 615° и 640° в течение 5 часов, никакой кристаллизации обнаружено не было. На пластинках же, выдержанных при 665° и 715° в течение 15 минут, наблюдалось образование кристаллов в немногих пунктах с краев пластин. Пластинки, нагревавшиеся в продолжение 5 часов при этих температурах, закристаллизовались уже на 50%. На изотермах 765° и 790° пластинки оказались целиком закристаллизованными уже через 5—10-минутной экспозиции. На всех этих изотермах появляются кристаллы одного и того же вида, при чем при низких температурах получаются кристаллы более мелкие, чем при высоких.

На изотермах 815°, 865° и 915° в первые минуты появляются описанные выше кристаллы. Эти кристаллы с удлинением времени экспозиции исчезают и вместо них появляются сферолиты, число

которых растет с температурой и продолжительностью экспозиции. На изотермах 865° и 915° , кроме сферолитов, появляются еще и палочкообразные кристаллы.

При температурах выше 915° сферолиты повидимому превращаются в два вида кристаллов—в палочкообразные кристаллы и в кристаллические образования другого вида.

Для андезито-базальта нами были исследованы изотермы 655° , 715° , 765° , 790° , 805° , 815° , 865° , 915° , 1015° и 1115° . На изотермах 665° , 715° , 765° , 715° , 765° и 805° на пластинках, выдержанных в продолжение 5 часов, не наблюдалось никакой кристаллизации.

Однако, во внешнем виде пластинок заметно изменение, заключающееся в потемнении пластин и их искривлении. На изотерме 815° спустя 50 минут на пластинках появились в небольшом числе сферолиты и палочкообразные кристаллы, число которых возрастало вместе с продолжительностью нагревания. На пластинках, вынутых из печи, спустя 2 часа 50 минут число сферолитов и палочек хотя значительно возросло, но тем не менее даже 1% поверхности пластинок не был покрыт кристаллами. При еще более продолжительной экспозиции сферолиты появляются в виде длинных цепочек, состоящих из ста и более звеньев. На изотерме 865° первые сферолиты и палочки появились лишь через 30 мин., а уже через 60 минут пластины на 50% оказались закристаллизованными.

На изотерме 915° сферолиты в большом числе были заметны на пластинках, вынутых из печи через 5 минут; пластинки же, вынутые из печи через 14 минут, оказались закристаллизованными на 75%. Сферолиты, наблюдавшиеся на этих пластинках, на последующих пластинках уже не были видны, но вместо сферолитов появились палочкообразные кристаллы. Через 40 минут экспозиции все пластинки закристаллизовались палочкообразными кристаллами на 100%. На изотермах 1015° и 1115° пластинки закристаллизовывались нацело очень быстро и притом одним родом кристаллов, которые мы называем палочкообразными.

Сопоставляя опыты кристаллизации колагеранского базальта и андезито-базальта, мы видим, что у колагеранского базальта наблюдаются в температурном интервале 665° — 1115° образование четырех видов кристаллов, тогда как у андезито-базальта в том же температурном интервале образуются только два вида кристаллов. У андезито-базальта отсутствуют кристаллы первого рода, появляющиеся при 665° , а также новые кристаллические образования, появляющиеся выше 1000° .

Далее при сопоставлении температур, при которых наблюдается видимое размягчение, с температурами, при которых происходит кристаллизация, видно, что у колагеранского базальта обе температуры близки друг к другу, тогда как у андезито-базальта эти температуры отделены друг от друга промежутком в 150° .

Эти исследования, начатые нами в марте 1933 г., в настоящее время дополняются и продолжаются.

Г. Т. Галфаян и В. М. Тараян

(Армянский филиал института прикладной минералогии)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕМНЕКИСЛОТЫ В СИЛИКАТАХ ПО РАЗНОСТИ

Лаборатория Армянского филиала И-та прикладной минералогии ведет массовые работы по исследованию руд и силикатов Армении, в связи с чем перед лабораторией встала задача ускорения и уточнения существующих методов анализа. Настоящая статья является результатом исследований, проводимых нашей лабораторией в этом направлении.

Определение кремнекислоты в силикатах путем сплавления с содой, последующим двоекратным выпариванием с соляной кислотой и обработкой полученного осадка плавиковой и серной кислотами, отнимает не менее двух-трех дней.

Поэтому ощущается необходимость в разработке метода определения кремнекислоты, отличающегося как быстротой, так и точностью. Разрешением этой задачи, казалось, должен был быть метод, разработанный Н. А. Тананаяевым и Ф. И. Перчиком¹⁾.

Авторы разлагают навеску силиката фтористоводородной кислотой, полученные фториды превращают в оксалаты с помощью щавелевой кислоты и обращают последние в окиси добавлением метафосфорнокислого натрия. Кремнекислота определяется по разности.

Предварительные опыты, поставленные нами для проверки и ознакомления с методом, имея целью дальнейшее широкое его применение, привели нас, совершенно неожиданно, к неудовлетворительным результатам. Авторы указывают, что метод этот применим к силикатам, содержащим окись алюминия не более 15%. Поэтому взятые нами для исследования образцы соответствовали этим требованиям.

В нижеследующей таблице приведены результаты опытов.

¹⁾ Zeitsch. für anal. Chemie, 88. 348. стр. 1932 г.

Таблица № 1

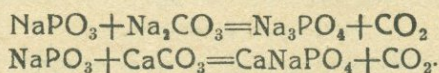
№№	Содерж. Al ₂ O ₃	SiO ₂ обычн. путем	SiO ₂ мето- дом Тана- наева и Перчика	Разница в %
1	7,52	80,02	81,10	1,08
2	7,52	80,02	80,42	0,40
3	13,92	51,30	54,00	2,70
4	13,92	51,30	58,90	7,60
5	13,92	51,30	59,30	8,00
6	13,92	51,30	60,85	9,55
7	13,92	51,30	61,05	9,75

Полученные цифры очень высокие, что можно объяснить, как это делают авторы для проб с высоким содержанием окиси алюминия, тем обстоятельством, что щавелевая кислота полностью не переводит фториды в оксалаты и остающиеся комплексы алюминия с фтором улетучиваются при нагревании, что и обуславливает повышенные результаты для кремнекислоты. Придя к заключению, что количественного перевода фторидов в карбонаты и окиси действием щавелевой кислоты не наблюдается, мы попробовали подвергнуть этот метод изменениям, дающим возможность не только устранить указанный недостаток, но и расширить область его применения.

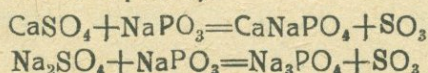
По Selch'y ¹⁾ количественного удаления фтора можно достигнуть путем двукратной обработки фторидов, разбавленной серной кислотой.

В результате этой операции, все фториды полностью превращаются в сульфаты, но определение кремнекислоты по разности становится невозможным, т. к. последующим прокаливанием сульфаты количественно в оксиды не переходят ²⁾.

Как уже было упомянуто, проф. Тананаев и Перчик для перевода карбонатов в окиси прибегают к помощи метафосфорнокислого натра



Ряд опытов, произведенных нами, показал, что метафосфорнокислый натрий можно применить и для превращения сульфатов в оксиды (см. табл. № 2, стр. 103).



¹⁾ Hillebrand and Lundell: Applied inorganic analysis. 719. 1929 г. и Zeitsch. anal. Chemie 54. 395 стр. 1915 г.

²⁾ Hillebrand and Lundell; Applied inorganic analys. 545. 1929 г.

См. также H. O. Hofman and W. Wanjukow; Bull. Amerc. inst. Min. Eng. 389 (1912 г.) и Met. and chem. Eng. X 172, 695, 1912 г.

Таблица № 2

№№	Взято	Количество в гр.	Содерж. окиси	Найдено окиси	Разница
1	K_2SO_4	0,2360	0,1276	0,1275	— 0,0001
2	Na_2SO_4	0,3251	0,1419	0,1420	+ 0,0001
3	$CaSO_4$	0,2605	0,1073	0,1075	+ 0,0002
4	$BaSO_4$	0,3150	0,2070	0,2067	— 0,0003
5	$Al_2(SO_4)_3$	0,2705	0,0806	0,0808	+ 0,0002
6	$Fe_2(SO_4)_3$	0,4021	0,1618	0,1615	— 0,0003

Основываясь на полученных результатах, мы предлагаем следующий способ определения кремнекислоты по разности:

Навеска силиката, тонко измельченного в 0,5—1,0 гр. в платиновом тигле, смачивается 15—20 каплями серной кислоты (1:1), затем прибавляется 5—7 см³ фтористоводородной кислоты и выпаривается на водяной бане. Избыток серной кислоты удаляется осторожно на песчаной бане, затем вновь прибавляется несколько капель серной кислоты (1:1) и вновь выпаривают до прекращения выделения паров серного ангидрида. К сухой массе прибавляют от 3 до 4 граммов метафосфорнокислого натрия (приготовленного из химически чистого $NaNH_4 HPO_4 \cdot 4H_2O$, путем прокаливании последнего до постоянного веса).

Затем тигель осторожно нагревают до полного сплавления массы и, наконец, прокаливают на сильном огне до постоянного веса.

Результаты, приведенные в таблице № 3, указывают на возможность применения серной кислоты для удаления фторидов и возможность определения кремнекислоты в силикатах с любым содержанием окиси алюминия.

Таблица № 3

№№	Содержание Al_2O_3	SiO_2 обычным путем	SiO_2 новым методом	Разница в %
1	7,52	80,02	80,00	— 0,02
2	7,52	80,02	80,05	+ 0,03
3	13,92	51,30	51,36	+ 0,06
4	13,92	51,30	51,32	+ 0,02
5	13,92	51,30	51,34	+ 0,04
6	28,58	59,60	59,65	+ 0,05
7	28,58	59,60	59,63	+ 0,03
8	28,58	59,60	59,62	+ 0,02

Следует упомянуть, что во всех взятых нами пробах, для контроля кремнекислота предварительно определялась путем двоекратного выпаривания содового сплава с соляной кислотой и обработкой полученного осадка плавиковой и серной кислотами. Прошедшие в фильтрат после вторичного выпаривания незначительные количества кремнекислоты определялись в осадке полуторных окислов и прибавлялись к общей цифре.

Пример для вычисления:

Навеска силиката	—0,5356
Навеска метафосфата	—3,1636
Потеря при прокаливании	—0,54%

Из конечного веса смеси метафосфата и оксидов вычитается навеска метафосфата.

Конечный вес	—3,4212
$3,4212 - 3,1636 = 0,2576$	

0,2576 есть содержание оксидов во взятой навеске.

Если вычесть из навески количество содержащихся в ней оксидов, т. е. 0,2576, то получим содержание кремнекислоты $0,5356 - 0,2576 = 0,2780$ в %—51,90%. Принимая во внимание, что сюда входит 0,54% потери от прокаливании, истинное содержание кремнекислоты будет $51,90 - 0,54 = 51,36\%$.

ВЫВОДЫ

- 1) Количественного перевода фторидов в карбонаты и окиси действием щавелевой кислоты не наблюдается.
- 2) Сульфаты количественно, метафосфорнокислым натрием, превращаются в окиси.
- 3) Метод применим для определения кремнекислоты в силикатах как с низким, так и с высоким содержанием окиси алюминия.
- 4) Продолжительность определения 5—6 часов.
- 5) Метод отличается большой точностью.

Г. Т. Галфаян и А. Г. Канкамян

(Армянское отделение Института прикладной минералогии)

ОПЫТ ЕСТЕСТВЕННОЙ СУШКИ НУРНУССКОГО ДИАТОМИТА

Как известно, диатомит всегда содержит большое количество влаги (иногда до 100%, считая на сухое вещество), что обуславливается, главным образом, его высокой пористостью. Благодаря такому чрезмерному содержанию влаги транспорт его без предварительной сушки не экономичен.

Кроме того, необходимое в большинстве случаев измельчение невозможно производить с сырым диатомитом.

Сушка диатомита может быть как искусственная, так и естественная. Последняя производится действием солнца и ветра, не дорога, т. к. находится в зависимости от капризов погоды. Однако она имеет широкое применение, ибо не требует капитальных вложений и особого оборудования. Затем в этих условиях диатомит не только сохраняет свою структуру, но и белеет.

Естественная сушка диатомита представляет в настоящее время вопрос чрезвычайно существенный, обуславливающий собою его потребление как на иностранном, так и на внутреннем рынке.

Данная работа, предложенная Тяжпромом Армении¹⁾, представляет собою первый опыт для выяснения возможности сушки диатомита в топографических и климатических условиях месторождения.

Нурнусское месторождение находится на 1500 метров над уровнем моря, между холмами, и добываемый оттуда диатомит содержит в среднем от 60—70% влаги. Он получается с карьера как в кусках, так и в измельченном виде, а потому опыты были поставлены с соответствующими образцами.

Опыты производились в равнинной части месторождения и начаты были 1-го июля 1933 г. и закончены были 10-го июля 1933 г. Во время экспериментов не было совершенно дождей. 8-го и 9-го было немного пасмурно, остальные дни были солнечные, ясные, ночью дул ветер средней силы за исключением 8-го июля, когда ветер был сильным. Средняя температура дня на солнце 38,8° по С, а в тени 23,3°. Средняя относительная влажность 46, опыты с мелким диатомитом производились в ящиках, а кускообразный диатомит складывался в кучи.

¹⁾ В частности горным инженером Юзбашевым.

Для определения потери влаги за сутки каждый день в 2 часа дня брались из каждого ящика и кучи средние пробы в стеклянные банки с притертыми пробками и направлялись в лабораторию для анализа.

Для опытов брался свежедобытый диатомит.

Опыты с кускообразным диатомитом—Во время опыта кусковой диатомит складывался в кучу таким образом, чтобы последняя оставалась внутри пустой, т. е. конусообразно.

Всех кучек было четыре, высотой 40—50 см, диаметр окружности основания 40 см, средний диаметр кусков первой кучки равнялся 7 см, второй 10 см, третий 15 см, четвертый 10 см. Первые три кучи лежали на открытом воздухе, а четвертая была под навесом, для выяснения влияния величины кусков и солнца на процесс сушки.

Первоначальная влага была 54,46% (падение влаги во время процесса сушки см. графики). Сложенный в кучу диатомит находился в благоприятных условиях, т. к. между отдельными кусками находилось пустое пространство и они соприкасались друг с другом очень небольшой частью своей поверхности, т. е. большая часть последней подвергалась воздействию ветра и солнца. На четвертые сутки все четыре кучи содержали практически одинаковые количества влаги.

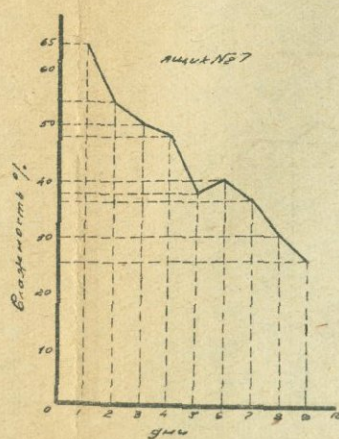
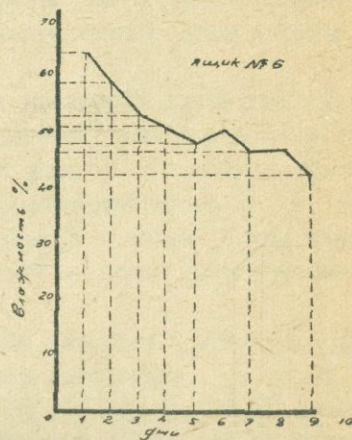
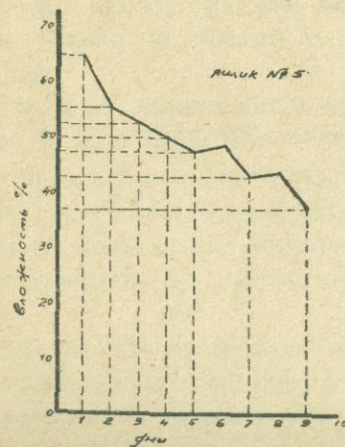
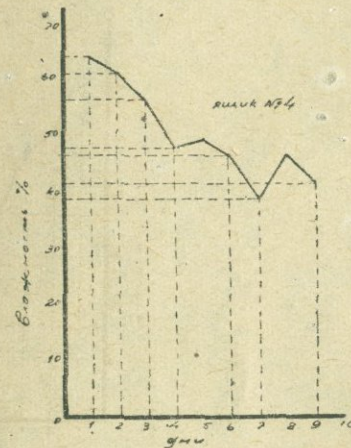
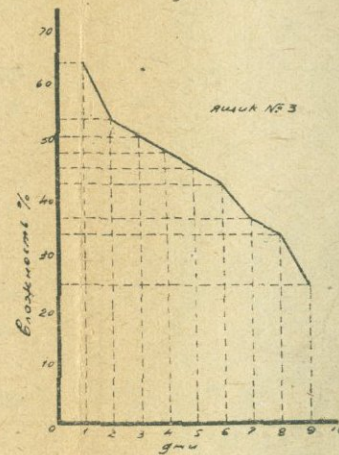
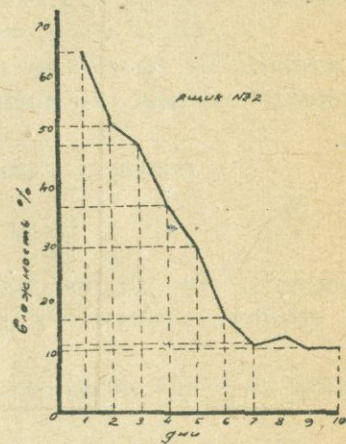
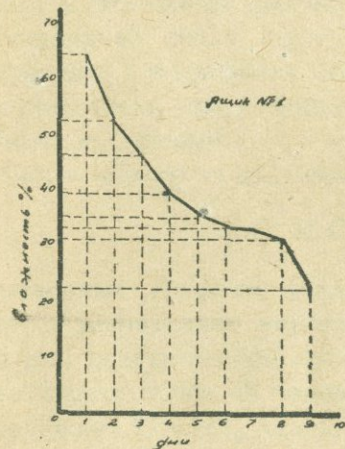
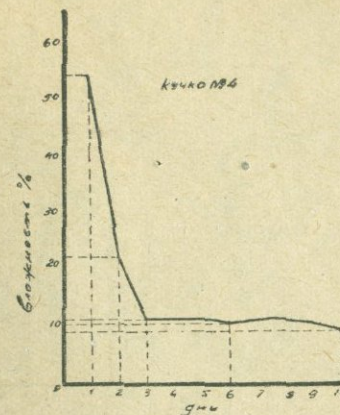
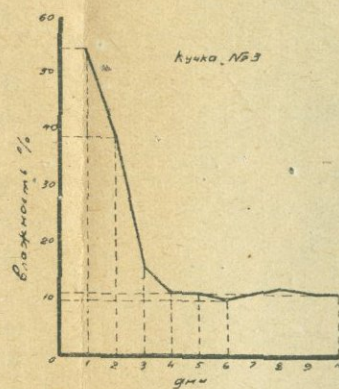
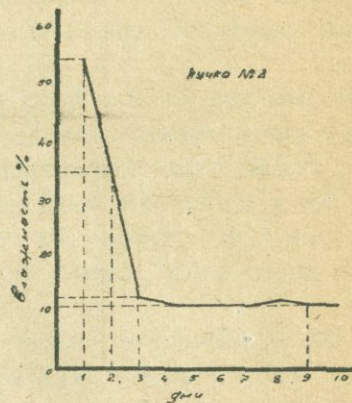
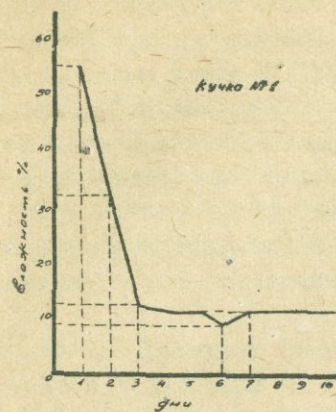
Опыты с диатомитной мелочью.—Диатомит наполнялся в ящик слоями в 5, 10, 20, 30 см высотой, для выяснения влияния высоты слоя и перелопачивания на процесс сушки.

Большое количество опытов с диатомитной мелочью объясняется тем, что условия сушки в этом случае резко отличаются от предыдущего, т. к. тут воздействию ветра подвергается только незначительный слой диатомита.

Его плохая проводимость является причиной того, что он теряет влагу только с поверхности. Опыт показывает, что после 6 час. сушки на солнце сушится только верхний слой диатомита толщиной в 1 см, который высыхая служит изолятором для нижних, и потому влага не поднимается в верхние слои. Хотя перелопачивание действует положительно, но как показывает опыт, незначительно. Мелочь в ящиках была следующего состава: зерна величиной до 1 мм—32,37%, от 1 до 1½ мм—5,26%, от 1½ до 2 мм—5,41%, от 2 до 2,5 мм—5%, от 2,5 до 3—7,42%, а выше 45,20%. Первоначальное содержание влаги в мелочи было 64%.

Я щ и к № 1.—Величина 180×180 см. Диатомит лежал слоем толщиной в 5 см. Перелопачивание производилось в день один раз. После десятидневной сушки содержание влаги 10,91%.

Я щ и к № 2.—180×180×12 (высота) слой диатомита толщиной в 10 см. Перелопачивание производилось один раз. После десятидневной сушки содержание влаги 24,60%.



Графики опытов естественной
сучки Нуриусского диатолита

Я щ и к № 3.—Той же величины, что и предыдущий, но перелопачивание в день два раза. После десятидневной сушки содержание влаги 22,15%.

Я щ и к № 4.—Величина $180 \times 180 \times 22$ (высота). Слой диатомита 20 см. Перелопачивание производилось в день 1 раз. После десятидневной сушки содержание влаги 41,61%.

Я щ и к № 5.—Той же величины и слой той же высоты, что и в предыдущем случае, только перелопачивание производилось 2 раза в день. После десятидневной сушки содержание влаги 36,56%.

Я щ и к № 6.— $180 \times 180 \times 32$ (высота). Диатомит слоем в 30 см. Перелопачивание производилось 3 раза: в 8 час. утра, в 2 часа дня и в 8 час. вечера. После десятидневной сушки содержание влаги 42,65%.

Я щ и к № 7.—Диатомит лежал слоем толщиной в 10 см, перелопачивание в 8 час. утра и 2 часа дня. Верхние края ящика были открыты, а стеклянная крышка была в наклонном положении. После десятидневной сушки содержание влаги 25,53%.

Наблюдающееся в графиках повышение влаги объясняется как случайными причинами при отборке средней пробы, так и высокой гигроскопичностью диатомита.

Подробности о ходе сушки смотрите в графиках.

В Ы В О Д Ы

1. Приведенные графики указывают на то, что диатомитная мелочь сушится значительно медленнее, чем куски и требует брикетирования или искусственной сушки.

2. Влага кусков после 48 часов практически более не убывала и продукт содержит 11—12% влаги.

3. Кучи из кусков разной величины высыхают с различной скоростью и только на третий день полученные результаты для всех совпадают.

4. В тени и на солнце влага кучек на второй день практически сравнивается, т. е. эффект получается одинаковый как в тени, так и на солнце, так как благоприятствующим фактором является главным образом ветер и им богато нурнусское месторождение.

5. Образование изоляционного слоя и плохая проводимость делают естественную сушку диатомитной мелочи практически невозможной.

6. Ветер, благоприятствующий сушке диатомита, однако, сильно распыляет насыпанную в ящиках диатомитную мелочь и разбрасывает куски диатомита, сложенные в кучу, благодаря чему является существенным препятствием для естественной сушки диатомита.

Горный инженер Я. Зурабов

ДЖАДЖУРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ (ЛИГНИТОВ)

В в е д е н и е

Среди всех выявленных и разведанных полезных ископаемых в ССР Армении менее всего изучены и освещены проявления ископаемых углей, наблюдаемых во многих ее местах.

Между тем, при наших темпах индустриализации, несмотря на колоссальное строительство гидро-электростанций, страна продолжает остро нуждаться в твердом минеральном топливе—в черном угле.

Вот почему в последнее время одной из неустанных забот наших высших органов являются вопросы выявления и скорейшей эксплуатации месторождений не только ископаемых углей всех сортов, но и торфа, обнаруженных за последнее время во многих районах Армении.

Еще в 1929 году Горным отделом ВСНХ Армении были произведены геолого-разведочные работы по обнаруженным выходам каменных углей в районе Леникан-Джаджур. Были осмотрены и частично разведаны месторождения лигнитов близ сел. Моллахараба в 1½ км на северо-запад от железнодорожной станции Ортакилиса, в районе селений Дарбант в овраге Харт-Кари Дзор, Чатин-Дараси в 2-х км на северо-запад от железнодорожной станции Джаджур и в 6—7 км от этой станции на север—месторождения „Конахкранская яйла“, а также в Ведийском районе близ сел. Джирманис.

Однако, до сего времени эти месторождения не получили должного освещения.

Сравнительно несколько больше внимания было уделено месторождению „Конахкранская яйла“.

Пройденные шурфы вскрыли пологие хвосты угольных пластов среди глинистых сланцев, перекрывающих на выходах, несогласно сильно дислоцированные туфогены и порфириды, слагающие окрестные горы. Эти неглубокие работы не могли осветить полностью истинного характера месторождения и сложилось представление о незначительном месторождении, образовавшемся в замкнутом небольшом бассейне с современной пресноводной фауной. Руководителем этой работы инженером И. А. Тарояном даже был подсчитан весь запас, правда ориентировочно, в количестве 216.000 тонн, хотя данные разведочных работ 1929 года не давали достаточного основания на такой вывод. Эти заключения по лигнитам „Конахкранская яйла“ дали повод кустарным организациям

сначала в 1931 г., а затем в 1932 году произвести небольшие эксплуатационные работы.

Но эти работы вскоре были прекращены, ввиду истощения выходящих хвостов углей, появления воды и ухода пластов вглубь. В дальнейшем стала очевидной необходимость постановки правильно организованных геолого-разведочных работ для выяснения характера и мощности данного месторождения.

Это обстоятельство было зафиксировано комиссией ЗГРТ и Армгеолбазе было предложено провести геолого-разведочные работы для освещения месторождений лигнитов этого района. Выполнение намеченных базой разведочных работ было поручено Г. В. Гургеняну.

Геологическую съемку всего района вел геолог П. П. Гамбарян.

В результате этих работ, увязанных с произведенными ранее частично эксплуатационными работами, по словам П. П. Гамбаряна, «явилось убеждение, что угленосные сланцы залегают согласно с туфогенами и порфиритами, переслаиваясь с ними, и в одинаковой мере дислоцированы со всей свитой. Такой характер месторождения, конечно, открывает совершенно новые перспективы и позволяет предполагать о распространении пластов угля на значительной площади». Но полученные данные от разведки, в силу ограниченного времени и поздней переброски нужного оборудования для бурения, не дали материала, полностью подтверждающего вышеуказанные предположения.

Геолого-разведочные работы текущего года должны полностью осветить все эти неизученные вопросы и дать данные глубокого бурения для подсчета запасов этого месторождения (конечно, в случае благонадежности его) для составления проекта разработки и эксплуатации джаджурских углей.

Орографический и геологический очерк месторождения¹⁾

«Месторождение лигнита расположено в верховьи безымянного притока ручья, стекающего мимо селений Малый Сарьяр, Кефли, Алихан к Чичханскому ущелью и впадает у Налбанда в Памбакчай. Оно расположено немного выше кочевки Конахкранская яйла по течению ручья в небольшой котловине, в которой соединяются шесть ложбинок. По части их те-ут небольшие ручьи, после соединения стекающие к кочевкам по общему руслу.

Крутые склоны правого берега ручья являются отрогами высокого горного хребта, соединяющего вершины с отметками 2227,5 и 2306 метров. Наоборот, по левобережью пологие задернованные холмы с округлыми очертаниями, постепенно повышаясь, примыкают к изогнутой цепи гор с вершинами 2172 и 2214,7 метров.

Все окрестные холмы и горы, за исключением самой котловины,

¹⁾ Геологический очерк написан покойным геологом П. П. Гамбаряном, и мы приводим его целиком без изменения.

сложены туфогенами и порфиритами, составляющими одну свиту изверженно-осадочных пород, которые слагают на громадном протяжении главную часть гористого рельефа и перекрывают согласно верхне-меловые известняки.

Как по стратиграфическому положению, так и вследствие нахождения в туфогенах нуммулитов, их следует отнести к эоцену.

Как и повсюду, у Конахкранской яйлы чередуются крупнокристаллические серо-бурые порфириты, часто шаровидной отдельности, с более или менее грубо-обломочными туфогенами и также с плотными туфогенами мергелистого облика фисташково-зелеными или грязно-желтыми.

Пласты туфогена в большинстве случаев настолько ясно слои-сты, что в направлении их простирания не возникает сомнения. Наоборот, залегание порфирита определяется лишь по направлению контакта.

В котловине у слияния шести ложбинок залегает свита зеленых и желтых глинистых сланцев, более или менее богатых органическими остатками, прослаиваемых пластами лигнита и белого тонкослоистого известняка с *planorbis* sp.

Простирание этой свиты NO—SW, падение пластов довольно выдержанное на NW в азимутах 300°—340°. Угол падения варьирует от 20° до 55°. Лишь в одном пункте в 300 метров от крайней западной границы глинистых сланцев отмечено пологое обратное падение пластов на северо-восток.

Наиболее разведанные пласты лигнита, прослеженные на протяжении 0,5 км, залегают вдоль пологого правого берега ручья, стекающего с северо-северо-востока к Конахкранской речке и впадающего в нее немного выше кочевки.

Здесь выходят круто падающие пласты зеленых глинистых сланцев, приобретающих местами черный цвет от обилия углистых включений. Глины переслаиваются пластами лигнита. Замеры в штреке шурфа № 8 (разбитом по направлению простирания пласта угля) показали азимут падения точно на северо-запад 310°. Угол падения 55°; таковые же замеры наблюдались и в других выработках, пересекающих эти пласты.

Таким образом, мы видим на большом протяжении однородное простирание пласта лигнита. Лишь на крайнем северо-восточном участке простирание постепенно загибает к северу.

Такое выдержанное в целом простирание нарушается, однако, местными дислокациями мелкого масштаба. Резкие пережимы пласта угля, мелкие сбросы, выклинивания, переход угля в „сажу“ или в землистые углистые сланцы наблюдаются довольно часто.

В отношении чередования угленосной свиты с туфогенами и порфиритами имеются следующие данные:

1) на левом берегу речки, к юго-востоку от сланцев, т. е. в направлении противоположном падению пластов сланца, где должны

выходить подстилающие их породы, обнажаются сначала порфириды, дальше на обратном склоне гребня, вытянутого вдоль ручья, туфогены, причем последние уходят под порфириды и имеют приблизительно такое же направление падения пластов, как и вся угленосная свита.

2) Во многих местах при проходке по глинистым сланцам (в частности, в буровой скважине № 25, на глубине 45 метров) в глинах встречен обломочный туфогеновый материал, что, конечно, говорит о существовании туфогенного материка до отложения глин и лигнита.

3) С другой стороны, по направлению падения пластов сланцев, залегающих на правом берегу ручья, сланцы уходят под светло-зеленые туфогены, слагающие холм, который лежит к северу от центральной части котловины. Заложенная у подножия холма траншея № 37 обнажает контакт этих двух пород и показывает согласное налегание туфогенов на глинистые сланцы.

В результате надо заключить о переслаивании туфогено-порфировой серии с угленосными глинистыми сланцами.

Последние должны были отлагаться в перерывы между изверженными порфиридами и вулканическими процессами, образовавшими туфогены.

Возраст угленосных пластов, как и всей серии туфогенов, должен быть отнесен к зоцену.

В связи с таким выводом приобретает исключительный интерес изучение фауны, найденной в пластах глинистых сланцев, известняков и в лигнитах.

Если заключение о переслаивании туфогенов с угленосными сланцами соответствует действительности, следует ожидать, что по направлению простирания глинистых сланцев должны и дальше встречаться обнажения сланцев, поскольку они не скрыты наносами.

В действительности, однако, нигде, кроме самой котловины, не встречены выходы сланцев, и это, несмотря на то, что наносы и покров дерна не имеют такого распространения, чтобы маскировать выходы всей свиты.

Данные разведки пока не дают ничего для объяснения этого противоречия, и характер выклинивания угленосной свиты в обоих направлениях по простиранию остается неосвещенным.

В направлении падения пластов наиболее разведанной является линия, по которой составлен геологический разрез А—А₁.

По этой линии пласты сланцев, и лигнита имеют то же неизменное падение на северо-запад, вначале крутое, дальше, по направлению падения—постепенно более пологое.

Выработки по этой разведочной линии настолько часты, что пересечены почти все пласты свиты, однако, ни одна из выработок не достигает подошвы угленосной свиты и о ее характере приходится судить на основании косвенных указаний, изложенных выше.

Вся свита представляет собой чередование пластов:

- 1) зеленоватой или охристо-желтой слоистой глины, местами с углистыми включениями;
- 2) белого тонкослоистого известняка;
- 3) легкой светло-желтоватой лесовидной породы;
- 4) зеленой глины, приближающейся по характеру к туфогенам, и, наконец,
- 5) лигнита.

Пласты последнего имеют различную плотность и в различной степени землисты.

Детальная характеристика пластов угля будет дана в другом месте; здесь мы ограничимся лишь указанием на то, что, как видно из прилагаемого разреза, вся угленосная свита, падающая на северо-запад, упирается в покров порфиритовой лавы, причем вопрос о том, уходят ли сланцы под порфириты, или здесь имеет место какая-нибудь дислокация, остается открытым.

Выработка, заданная на месте контакта сланцев с порфиритами, несколько в стороне от разведочной линии А—А₁, обнажила круто, почти вертикально, уходящие под порфирит пласты глинистых сланцев.

Однако, отсутствие контактных явлений — обожженной корки в глинах и большая смятость ее пластов, не производит впечатления нормального перекрытия лавой глинистых сланцев.

Для полного выяснения взаимоотношений порфирита со сланцами необходимо задать дополнительные выработки по контакту и пробурить покров лавы.

Такой же характер имеет и менее подробно разведанный крайний западный участок выхода на поверхность угленосных сланцев.

Пласты осадочной свиты имеют и здесь падение в сторону залегающих к западу порфиритов. Взаимоотношение пород остается и здесь невыясненным.

Описание месторождения

Угленосная свита месторождения «Конахкранская яйла» простирается на NO—SW с падением пластов под углом 20°—55° на NW с азимутом падения 300°—340°.

Распространение этой свиты, как видно из геологической карты, в юго-западной части вкрест простираения доходит до 650 метров, в то время как в северо-восточной части, налегая на порфириты, врезывается в туфогены узким длинным серпом, шириною по поверхности не более как в 100 метров. Проведенные разведочные работы 1933 года вскрыли здесь до 12 пластов, часть которых на выходах дали лишь сажистые угли. Горизонтальное расстояние между пластами колеблется от 4—5 до 80 метров.

Рабочих пластов насчитывается пока семь. Мощность их в отделимости достигает от 0,70 до 1,5 метров.

Пласт № 2, лежащий выше первого на расстоянии 4-х метров, прослежен шурфами, дудками и скважинами по простиранию до 500 метров, а по падению скважиной он пересечен на глубине 49 метров вертикальной мощностью до 1,5 метра.

Среди ряда шурфов и скважин, пройденных по главной линии разреза А—А₁ вкрест простирания, скважина № 25, пробуренная до глубины 65,20 метр., пересекла нижеследующие пласты угля (счет ведется снизу):

Пласт № 7 с глубины 17,10 до 18,58 м вертик. мощ. 1,48 м.

» № 6 » 25,37 до 25,96 » » 0,59 м.

» № 5 » 27,55 до 28,57 » » 1,02 м.

с прослойком глинистого сланца 0,21 м, так что пласт № 5 разбит на две пачки: верхнюю 0,29 м и нижнюю 0,52 м.

Пласт № 4 с гл. 34,15 м до 34,95 м. вертик. мощн. 0,80 м.

» № 3 » 36,62 » 37,49 » » 0,87 м.

» № 2 » 49,08 » 50,57 » » 1,49 м.

» № 1 » 53,17 » 54,79 » » 1,62 м.

Пласт № 1 прослойком глинистого сланца мощн. 0,23 также разбит на две пачки: верхн. 0,58 м и нижн. 0,81 м.

Как показывают приведенные данные скважин № 25, наиболее сближенными между собою являются пласты № 5 и 6, при вертикальном расстоянии между ними 2,59 м и пласты № 3 и 4, также № 1 и 2 вертикальным расстоянием соответственно 2,67 м и 2,60 м. Между тем как вертикальное расстояние между пластами № 2 и 3 равно приблизительно 12 метрам, что по горизонтали дает расстояние при падении 30° около 20 метров.

Вообще надо сказать, что пласты эти сравнительно удалены друг от друга немного, а потому разработка их возможна с помощью одной вертикальной шахты, при общем квершлагае, что значительно упрощает дело.

Не менее важны результаты скважины № 15, пройденной в дудке № 11 на расстоянии 160 метров по той же линии А—А₁ в сторону падения пластов. Скважина эта пересекла нижеследующие пласты сажистых углей:

Пласт № 12, вскрытый дудкой № 11 на глубине двух метров от поверхности, углом падения равным 30°, мощностью 0,50 м.

Пласт № 11 встреч. скв. на гл. 23,57 до 26,13 м вертик. мощ. 2,62

» № 10 » » 29,25 » 31,05 » » 1,80

» № 9 » » 38,46 » 41,62 » » 3,16

» № 8 » » 50,25 » 51,85 » » 1,60

Как видно из данных этой скважины, мощность сажистых углей значительно больше и дают вертикальную мощность 9,68 м.

К сожалению, скважина № 15 пройдена ручным ударно-вращательным бурением и она доведена лишь до глубины 52,26 метров.

Пласты сажистых углей сохраняют тоже NW падение, что видно по дудке № 11, и их следует отнести ко второй свите пластов. Не исключена возможность нахождения еще пластов углей между этими двумя свитами, так как промежуточное пространство не детально исследовано и изучено.

Вторая свита, давшая до глубины 50 м. сажистые угли, пока не может быть принята в число рабочих пластов, несмотря на их солидную мощность. Однако при установлении факта их продолжения на глубину под туфогенами не исключена возможность перехода их в чистые угли, что значительно увеличит запасы данного месторождения. Следует еще упомянуть про пласт, встреченный в скважине № 9 и расположенный выше всех упомянутых пластов на значительном расстоянии от них (см. геол. карту и разрез), но совершенно не исследованный.

На основании имеющихся данных пока не представляется возможным подсчитать запасы месторождения. Химические анализы, произведенные Украинским Научно-исследовательским угле-техническим институтом «КОКС», дали нижеследующие результаты:

Наименование образцов углей.	Влаги	Зола	V ¹	V ²	S Сера	C Углерод	H Водород	N Азот	O Кислород	Qe теплотворн. способ.
1) Шурф № 8 Пласт № 2 {	27,12	16,14	39,04	67,37	4,35	71,32	5,18	2,04	12,44	5290
2) Карьер № 4 Пласт № 7 {	27,67	14,88	38,89	63,16	4,00	73,48	5,03	2,18	11,33	6755
3) Транш. № 24 пласт № 5 {	27,52	10,38	40,58	62,58	3,99	75,35	5,16	1,85	10,94	4992

Содержание золы в пределах 10% до 16% сравнительно приемлемо, но большое содержание влаги — 27,5% и серы — 4% сильно понижает качество углей. Однако, если учесть то обстоятельство, что пробы взяты почти у поверхности на 4—8 метрах глубиной, а также принять во внимание сравнительно хорошую теплотворную способность, можно ожидать, что на глубине ниже зоны выветривания качество углей будет выше, хотя содержание влаги не будет понижено.

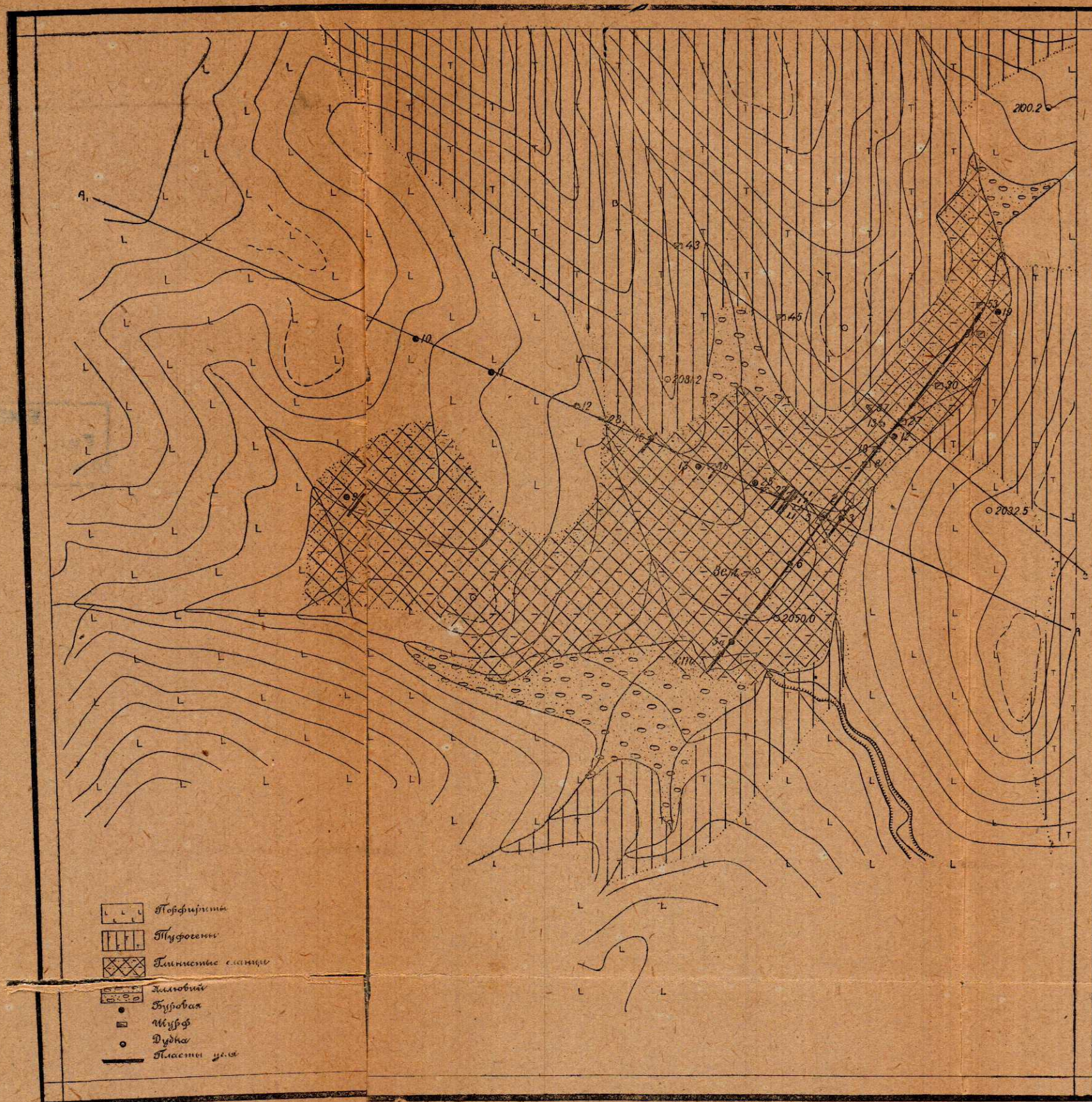
При испарении влаги угли эти сильно растрескиваются и дают большое количество мелочи, что способствует быстрому выветриванию, а в больших штабелях при хранении неизбежны и самовозгорания. Вот почему при установлении благонадежности и разработке этого месторождения главное внимание должно быть обращено на изучение способов хранения угля после его добычи.

В заключение следует отметить большую водоносность пластов угля и невозможность, по условиям рельефа местности, разработки их штольнями, а только шахтами, что до некоторой степени повысит стоимость угля; но все эти затруднения вместе с неудобными путями сообщения легко могут быть устранены электро-энергией из Караклиса или Ленинакана, в случае установления факта распространения пластов угля под туфогенами и порфиритами, что даст колоссальные запасы месторождения и возможность организации дела в крупном масштабе.



О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие	3
П. П. Гамбарян.—Нурнусское месторождение диатомита	5
Иллюстрации к статье П. П. Гамбаряна	29—33
Некролог— Петрос Гамбарян	34
Проф. С. М. Веллер.—Вулканические и осадочные породы Армении как гидравлические добавки к портланд-цементу	36
Р. Акопян.—Теплые бетоны с применением пемзы и туфовой мелочи	59
Проф. А. А. Ротинян и Ф. Г. Асютян.—Условия кристаллизации и температуры размягчения плавленных базальтов	85
Г. Т. Галфаян и В. М. Тараян.—Определение кремнекислоты в силикатах по разности	101
Г. Т. Галфаян и А. Г. Канкян.—Опыт естественной сушки нурнусского диатомита	105
Горн. инж. Я. Зурабов.—Джаджурское месторождение ископаемых углей (лигнитов)	108



КОНАХКРАНСКАЯ ЯЙЛА

Разрез по главной разведочной линии в крест простирания пластов по азимуту NW 300° по линии А—А (К стр. 114).

