

Д. Г. ЧИСЛИЕВ

551.21
767 553.53

АРТИКСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТУФОВЫЕ ЛАВЫ И КОНСТРУКЦИИ ИЗ НИХ

2-е ИЗДАНИЕ ДОПОЛНЕННОЕ
И ПЕРЕРАБОТАННОЕ

292
2098

~~БИБЛИОТЕКА
Геологического Ин-та
Арм. Фил. Ин-та АН СССР~~

МОСКВА — 1932



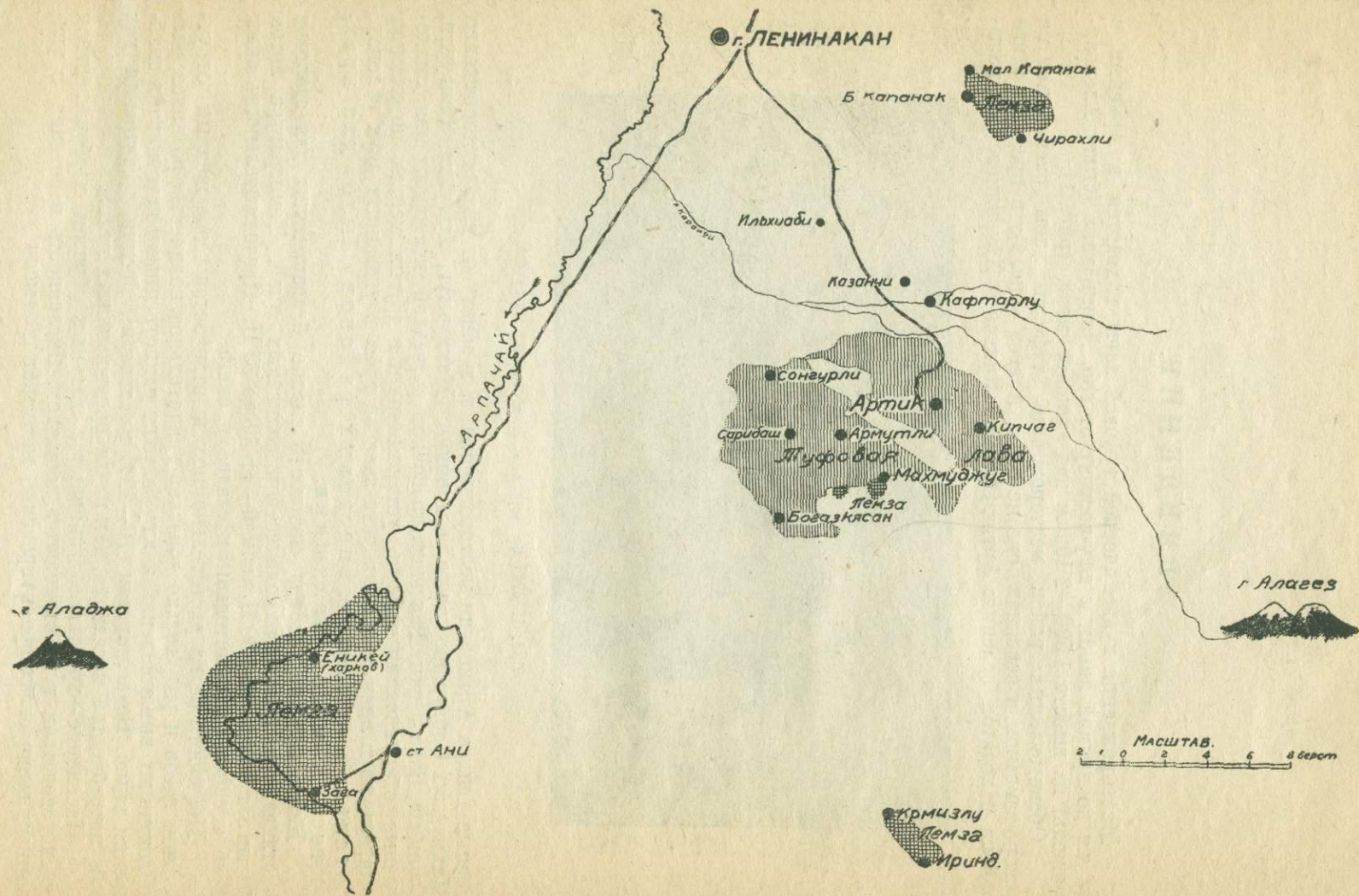


Рис. 2. Карта месторождений Артиксско-Махмуджугского района.

До 1929 г. население указанной местности пользовалось для сообщения с ближайшим уездным центром, гор. Ленинаканом, грунтовой дорогой, не всегда проезжей, в особенности в дождливое время года. Почтово-телеграфной связи не было. Все сельские постройки возведены из местного туфа на глине, (рис. 3), исключительно под плоскими земляными кровлями и в большинстве с земляными полами. Среди беспорядочно разбросанных крестьянских дворов, великанами кажутся остатки полуразрушенных памятников церковной архитектуры Армении, насчитывающие до двенадцати веков своего существования. Культура к этим местам не шла и редкими посетителями здесь



Рис. 3. Село Артик. Типы сельских построек.

были археологи и этнографы; первые изучали памятники церковной архитектуры, вторые—быт. Но никто из них, конечно, не заметил того богатства в виде колоссальных залежей туфовой лавы, по которым они ступали.

Еще в глубокой древности местное население, для своих строительных нужд, пользовалось туфовой лавой. Техника добычи туфа и до сих пор в этих местах носит примитивный характер вековых традиций (рис. 4). Добыча велась исключительно для удовлетворения крестьянами своих местных нужд. Кому надо было строить, тот добывал себе камень в одном из карьеров в пределах своих сел. Инструментами для добычи служат: стальные клинья, кирки, кувалды, ломы; посредством этих инструментов откалываются глыбы от массива и в дальнейшем раскалываются стальными клиньями на более мелкие камни; посредством околки камням придаются более или менее правильные формы параллелоипеда (рис. 5). В некоторых случаях, как напр., для фасадов, притолок, внутренних стен и др. лицевые стороны камня обрабатываются получистой или чистой тёской.

Размеры получаемого ими для строительства камня самые разнообразные, носят случайный характер и зависят главным образом от умения крестьянина. В среднем размеры камней колеблются от 50—70 см длины и от 30—40 см высоты.

Из таких камней складываются стены крестьянских домов неодинаковыми по высоте рядами, в перевязку, с облицовкой внешних и внутренних рядов из камней, большей частью обработанных получистой теской прямоугольной формы (рис. 6). Стены внутри, т.-е. в промежутке между внешними и внутренними рядами кладки, заполняются щебнем от околки туфа. Толщина стен в среднем колеблется от 70 до 80 см (рис. 7).

За отсутствием в районах перечисленных выше сел известняка или до-



Рис. 4. Сел. Артик. Нахаркашские каменоломни.

брокачественной глины, кладка для жилых домов ведется на растворе из суглинистых почвенных покровов, залегающих над туфом. Исключения составляют крестьянские домики, построенные на известковом растворе из камней чистой тески.

Таким образом, применение туфовой лавы в сельском строительстве местными жителями ничем не отличается от применения камней других пород в других селах Армении, и ценнейшие свойства артикского туфа конечно, не были им известны.

Перед правительством ССР Армении в 1927 г. мной был поставлен вопрос о разработке месторождений туфовой вулканической лавы, залегающей в районе селений Артика и др.

С этим материалом мне пришлось впервые столкнуться в 1914 г., после чего этот материал и его свойства подвергались систематическому изучению. Большая часть работы по изучению свойств артикского туфа была закончена уже в 1924 году; в 1925 году

я впервые выступил с докладами в Москве в акц. об-ве „Стандарт“ и в Тифлисском Исполкоме, где демонстрировались главнейшие особенности артикского туфа, как строительного материала. Однако указанные организации не обратили должного внимания, и все мои усилия применить артикский туф в показательном строительстве тогда не увенчались успехом.

В 1927 году я ознакомил с ценнейшими свойствами артикского туфа комитет восстановления гор. Ленинакана и т. С. Л. Лукашина и мне была предоставлена возможность в том же году построить опытно-показательный

дом в Ленинкане на средства комитета. С большими техническими затруднениями приступлено было к заготовке, доставке и обработке камня вручную, так как на месте отсутствовали какие либо возможности механической обработки. Распиловка блоков на камни для стен и плит, перегородок и потолков производилась также вручную обыкновенными поперечными пилами.

Запроектирован и построен был одноэтажный дом в 3 комнаты со службами и крытой верандой; стены, перегородки и перекрытия были возведены без применения какого-либо раствора, сухим способом, на гвоздях. (рис. 8). Поверхности стен ни с наружной, ни с внутренней стороны не оштукатурены; отделка внутренних поверхностей туфа произведена шпаклевкой по туфу же из соответствующего состава, смотря по назначению—под масляную или клеевую окраску. Первый опыт вполне подтвердил теоретические соображения, как в техническом, так и санитарно-гигиеническом отношениях.

Все материалы по данному вопросу были в конце 1927 г. доложены Институту государственных сооружений в Москве и после соответствующей проверки основных установок вопрос, наконец, получил дальнейшее развитие.

В заключение необходимо сказать, что открытием является здесь не сама туфовая лава, которая была известна и ранее, а те ее ценнейшие физико-механические свойства, которые делают Арктический туф универсальным строительным материалом и позволяют ввести в технику строительства совершенно новые методы на смену устаревшим.

Промышленное значение в масштабе СССР Арктические туфовые строительные лавы получили после проведения Институтом прикладной минералогии геолого-разведочных работ, выявивших качество туфа и его запасы промышленного значения, а также после получения результатов научно-экспериментальных работ, проведенных Отделом строительного камня того же Института.

Все эти материалы и легли в основу исполненного под руководством Института проекта предприятия Арктик-туф, этого крупнейшего камне-добывающего и обрабатывающего предприятия, даже в европейском масштабе.

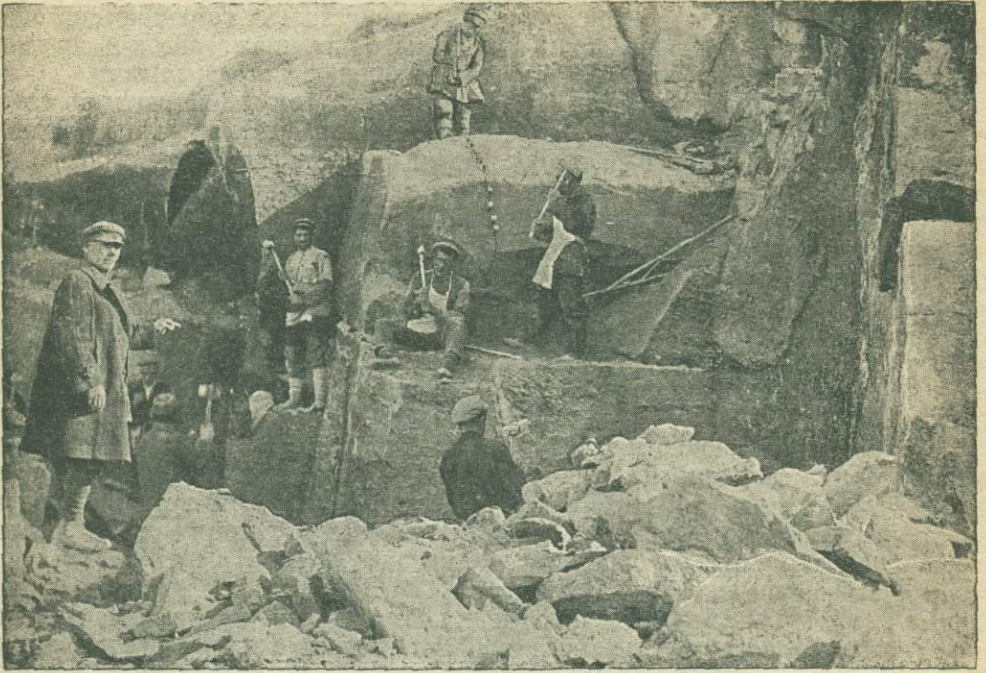


Рис. 5. Ручная добыча в карьере.

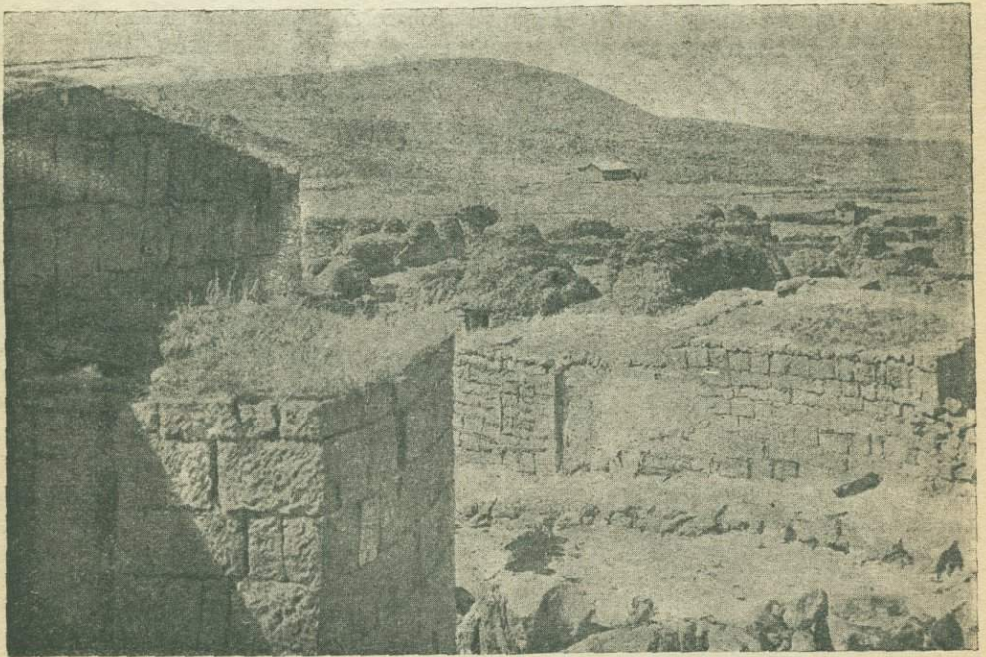


Рис. 6. Типовая кладка стен сельских построек.



Рис. 7. Обработка камня вручную.

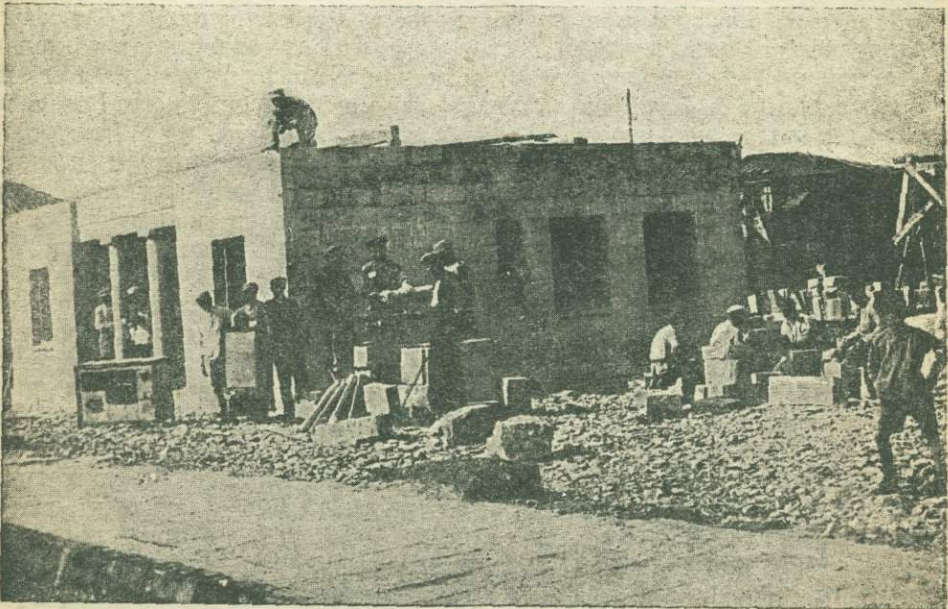


Рис. 8. Первый опытно-показательный дом из туфа, сконструированный и построенный в 1927 г. арх. Д. Г. Числевым.

1. КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТУФОВОЙ ЛАВЫ В АРТИКЕ

1. Геологический очерк.

Район арктического месторождения строительных туфовых лав расположен на северо-западном и северном склоне потухшего вулкана Алагез, на высоте 1 500—2 100 м над уровнем моря и в 22 км к югу от гор. Ленинского. Артик является конечным пунктом Арктической жел.-дор. ветви, недавно законченной постройкой.

Массив Алагез сложен из лавовых излияний нескольких стаций, и продукты этих излияний, в зависимости от свойств магмы и условий ее изменений при остывании, дали ряд разновидностей, к числу которых относится оригинальная разновидность в виде легкой туфовой лавы арктического типа.

Лавы, слагающие склоны г. Алагез, как в других местах, так и под Артиком по своему химическому типу относятся, как к основным, так и к кислым эффузивным образованиям: арктическая лава является кислой лавой, содержание кремнезема в среднем равно 64%.

Туфовая лава была одним из последних излияний вулкана Алагез и затопила и выровняла древний рельеф, сложенный из лав второго излияния—липарито-дацитовых. Последние излились на поверхность не только через главный кратер вулкана, но и из ряда многочисленных радиальных и параллельных трещин. Этот древний липарито-дацитовый вулканический рельеф в последующее за образованием время подвергся разрушению и частичной нивелировке, что дало местами резкие переходы от сравнительно пологих или равномерно наклоненных террас и лощин к конусообразным холмам и резко выраженным хребтам из липарито-дацитов по преимуществу и в редких случаях из лав первого излияния андезито базальтов.

Эти хребты и конусообразные горки вытянуты под Артиком в направлении СЗ—ЮВ, образуя как бы непрерывную липарито-дацитовую гряду, отделяющую Арктический район от Махмуджугского и кончающийся под с. Хором. К средней части этого хребта под Артиком относится гора Агрибуджах.

При своем излиянии из кратера туфовая лава вылилась отдельными широкими потоками, затопив и покрыв склоны горы с разных сторон: она встречается и на южном, и на западном, и на северном склоне г. Алагез и общая площадь по ней с туфовой лавой занимает не менее 250 км².

В наиболее близком расстоянии от удобных дорог и от железной дороги находятся площади туфовой лавы под Артиком.

На северном арктическом склоне туфовая лава, вылившись из главного кратера в виде ряда мощных языков, быстро скатилась с крутых склонов кратера и разлилась по более пологим местам, сгладив существовавший рельеф. Местами она не только заполнила широкие лощины и более узкие впадины между горками и хребтами из липарито-дацитов, но и перекрыла их или обошла, когда последние были значительно выше.

Обойдя липарито-дацитовый Агрибуджах-Хоромский хребет, местами перекатившись через него, туфовая лава разлилась по ту и другую стороны его и образовала как-бы два обособленных лавовых поля: Арктическое и

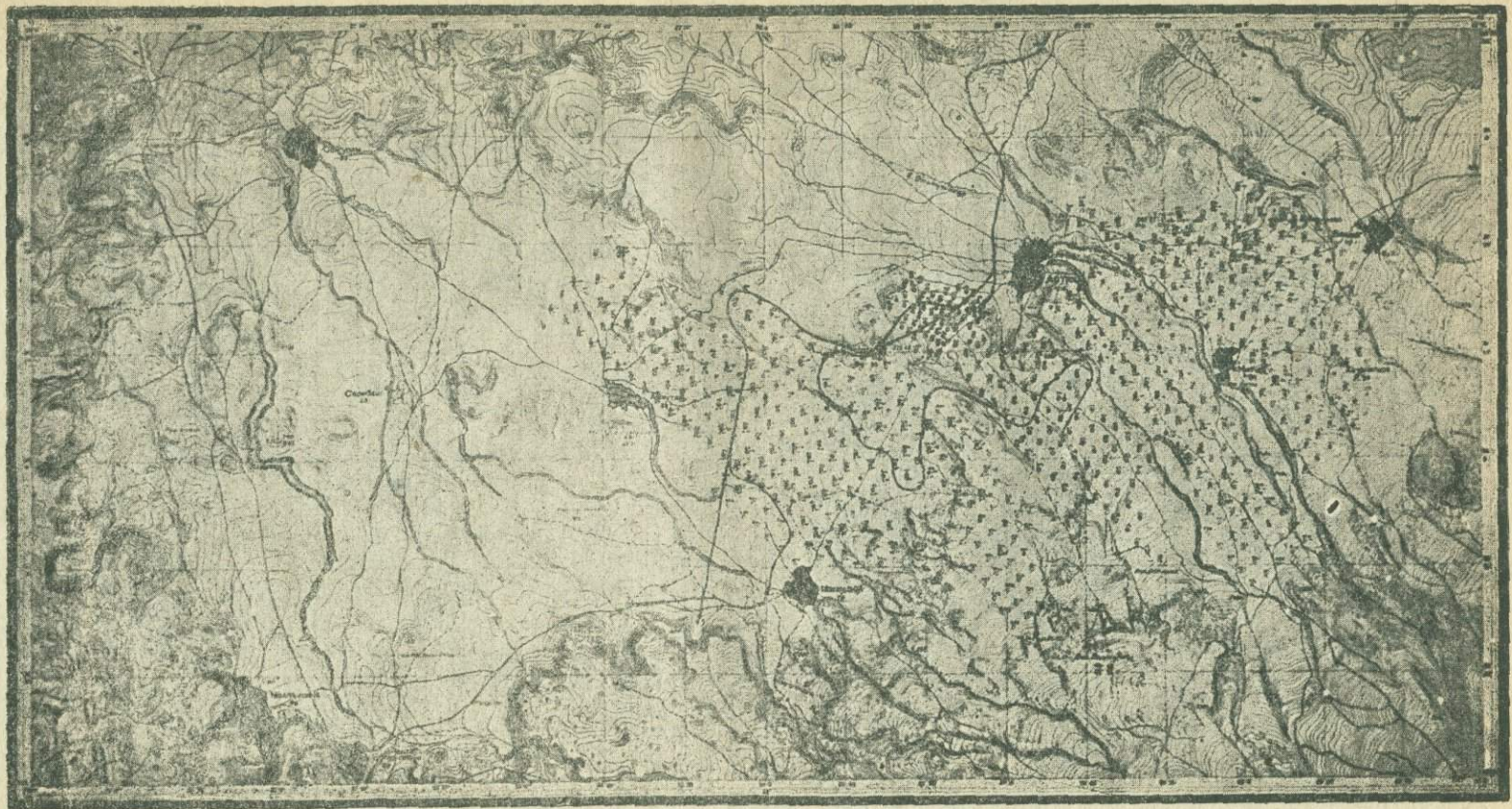


Рис. 9. Геологическая карта и план разведок 27/28 г. и 28/29 г. Артинско-Махмуджугского района, произведенных Институтом прикладной минералогии.

Армутли-Махмуджуг-Сангурлинское. Как то, так и другое по площади около 40 км^2 каждое, по находятся в разных условиях залегания. Из них под Артиком технически полезной площади туфовой лавы около 12 км^2 .

Верхний слой туфовой лавы, остывший быстрее нижнего, дал особую плотную и тяжелую разность туфовой лавы в виде твердой красной крышки средней мощности под Артиком около $0,5 \text{ м}$.

В отдельных местах эта красная твердая разность имеет мощность до $1,5 \text{ м}$. Но такие участки являются исключением и обособлены. На большей части площади красная крышка в силу небольшой толщины подверглась сильному разрушению по трещинам остывания, распалась на отдельные глыбы и щебень и в течение веков была выбрана с полей населением и сложена в большие кучи и валы по межам.

Значительная доля площади, занятой туфовой лавой, является совершенно обнаженной, даже непокрытой суглинком и почвой, другая часть покрыта не толстым слоем суглинка и почвы, в среднем слое около $0,5 \text{ м}$.

Только под крутыми склонами можно наблюдать утолщение слоя суглинка до $4-6 \text{ м}$ и почвы до 1 м .

В пределах указанных двух туфо-лавовых полей общей площадью до 80 км^2 геологически засняты как участки под Артиком, так и соседние в сторону Махмуджуга (рис. 9).

Арктическое туфо-лавовое поле разбивается на районы и участки:

1. Район левого берега Магровского оврага—I-й участок, площадью в $4,5 \text{ км}^2$.

2. Район между оврагами Магровским и Кипчагским, площадью 4 км^2 —II-й участок.

3. Район за Кипчагским оврагом по его правой стороне до Балкегского оврага, площадью $5,5 \text{ км}^2$ —III-й участок.

Обширное Армутли-Сангурлинское лавовое поле, отличающееся в орграфическом отношении выгодно от Арктиского однородностью строения и пониженным плоским рельефом, может быть также разбито на ряд участков в Армутлинский IV верхний, Армутлинский V нижний, VI-й Махмуджугский, Сарибашский, Хоромский и т. д.

Районы Армутлинский и Махмуджугский разделяются шлаковым конусом (рис. 12) Болор-Сар (высота $1\ 768 \text{ м}$), имеющим, повидимому, сообщение с районом шлаковых выбросов сел. Сарибаш. Шлаковые выбросы этого района, представляющие легкие, твердые, сильно пористые образования, могут также найти применение в строительном деле.

Наиболее высокие горизонты залегания туфообразных лав Арктиского района имеются выше селения Хачкилиси, Кипчаг, Махмуджуг при подъеме к вершине г. Алагез на высотах в $2\ 400-2\ 500 \text{ м}$.

Геологически обследованная площадь туфовой лавы в общем составляет в двух районах 60 км^2 .

Разведка на мощность, условия залегания, качества туфовых лав произведена была Институтом прикладной минералогии на площади $22,5 \text{ км}^2$. Технически полезной площадью является 16 км^2 с туфовой лавой со средним объемным весом $1,24$.

В деле разработки туфовой лавы существенное значение имеет, кроме веса, однородность лавы и наличие и характер трещиноватости. Трещиноватость бывает двух родов: генетически связанная с условиями образования туфовой лавы и последующая тектоническая.

Трещиноватость первая—есть результат остывания лавы с поверхности быстрее, чем на глубине, выраженная трещинами, идущими по отдельностям остывания. В большинстве случаев отдельности остывания имеют форму пятигранника с поперечником в $5-6$, иногда в 10 и более метров (рис. 13). Трещины отдельностей с поверхности достигают ширины $6-7 \text{ см}$, иногда



Рис. 10. Село Артик. Правый берег Кипчагского оврага, верхняя часть каменоломни.



Рис. 11. Село Артик. Левый берег Кипчагского оврага. Глыбы туфовой лавы.

10 см, уменьшаясь постепенно книзу и очень часто на глубине 3—4 м исчезают, и до дна лава идет в виде сплошной монолитной массы. Местами трещины отдельности идут глубже, достигая дна, но последнее явление не есть результат остывания лавы и относится уже ко второму роду трещин—тектоническим.

Тектонические трещины пререзывают туфовую лаву как сверху до низа, так и поперек призм отдельностей. Они являются результатом разломов лавового покрова от землетрясений. Будучи явлением повторяющимся, могут разламывать ранее образовавшиеся таким же путем призмы и глыбы из туфовой лавы горизонтальными или косыми трещинами на более мелкие. Такие разломы и трещины наблюдаются нередко, но опять-таки есть участки со сплошным залеганием туфовой лавы почти без трещин. Трещинами разбит бывает чаще верхний горизонт туфовой лавы.

Встречаются среди лавового потока места, где, видимо, происходило слияние двух потоков лавы друг с другом, и вследствие особых условий лава в верхних горизонтах, при остывании, получалась неоднородной, как бы слоистой. Получалось, видимо, явление, аналогичное встрече двух водных потоков друг с другом на неглубоком месте, что в дальнейшем при землетрясениях волнообразного характера могло повести к раздроблению этой полосы лавы, на мелкие куски.

Такие участки в виде сплошного залегания редки и при подсчетах запасов полезной для разработки туфовой лавы исключены. Раздробленность туфовой лавы, обычно, наблюдается только с поверхности до глубины не более 4 м. Ниже идет более сплошная лавовая масса нормального хорошего качества с незначительной трещиноватостью. Средняя мощность туфовой лавы на обоих участках 7 м. Средний объемный вес—1,24.

2. Детальная разведка под Арктиком.

После геологического детального обследования и предварительной разведки, из трех участков месторождения вулканической туфовой лавы под Арктиком, западный, за Магровским оврагом, избран был для детальной разведки в первую очередь из соображений вполне достаточного запаса высококачественной туфовой лавы для разработки в первое десятилетие и больших удобств со стороны рельефа в связи с подходом ж.-д. ветки к сел. Артик.

Этот участок представляет собою узкую полосу равномерного в общем, но довольно крутого террасовидного склона горы Алагез, между Магровским оврагом и Агрибуджахским хребтом, шириной около 1 км и длиной до 6,5 км (рис. 14). Нижние отметки залегания туфовой лавы, пригодной для эксплуатации, соответствуют высоте 1760 м над уровнем моря, а верхние 2120 м. Таким образом, на этом участке имеем разницу превышений в 360 м, или около 60 м на 1 км, что соответствует среднему наклону около 3½°. Вся эта площадь занята почти сплошным покровом туфовой лавы средней мощностью 6,17 м.

В зависимости от условий натекания, скоростей, имевших большую связь с древним рельефом, намечается такая общая схема распределения туфовой лавы: в верхней зоне до горизонтали, примерно, 2090 м средняя мощность туфовой лавы около 4½ м, лава тяжелей нормальной, покрыта петолстым почвенным слоем. В средней зоне толщина лавового покрова (до горизонтали, примерно, 1900 м) до 8 м; лава местами в верхней части на глубину до 3—4 м разбита на плитки.

Качество лавы в общем хорошее. Толщина суглинков и почвенного покрова местами около 1 м. В нижней зоне толщина лавы до 8 м. Лава мало разбита трещинами, во многих местах почвенный покров совсем отсутствует: это район Нахаркашских каменолен верхней и нижней. В нижней

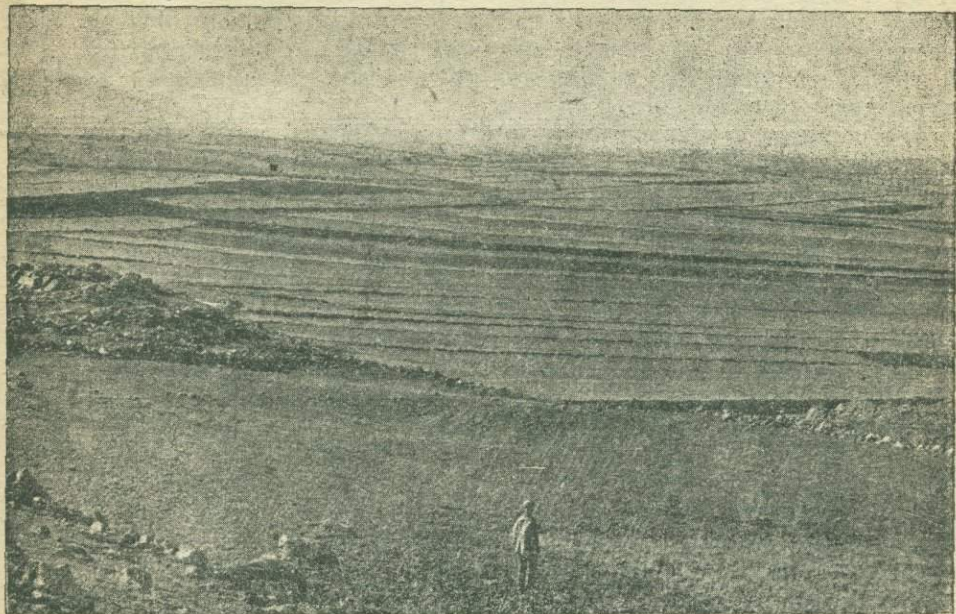


Рис. 12. Армутлинское туфовое поле.

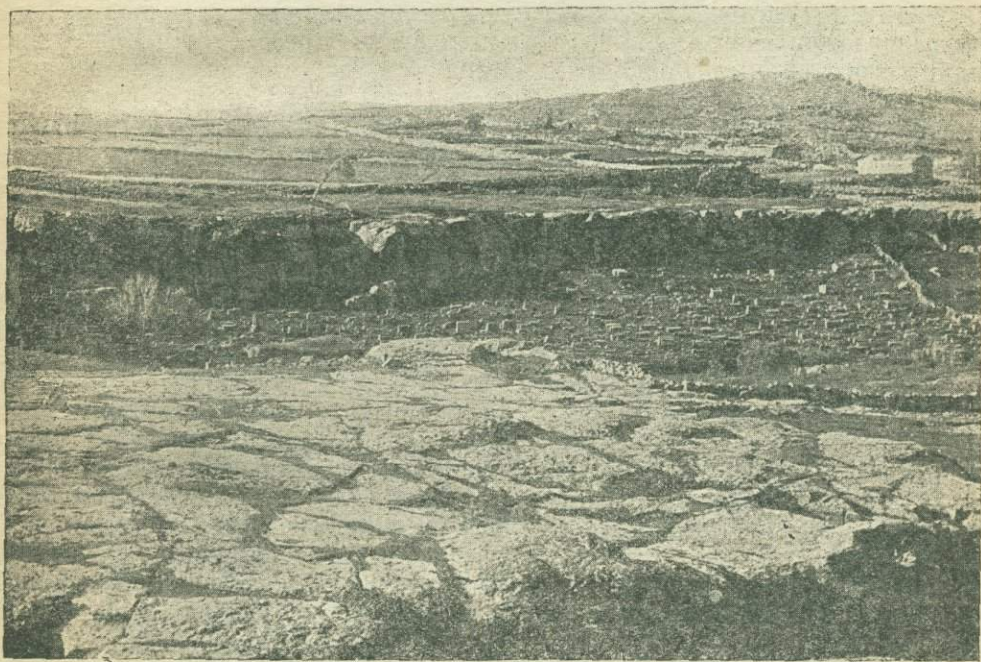


Рис. 13. Село Артик. Вид между оврагами Кийчугским и Безымянным. Характер трещиноватости отдельных туфовых лав.

зоне около липарит-дацитовых горок во многих местах цвет туфовой лавы из розовато-фиолетового резко переходит в серый и черный, лава становится очень легкой, но гвоздится иногда хуже. Около оврагов, в нижней зоне и особенно по оврагу, идущему вдоль Агрибужахского хребта, лава грубо пористая, слабо разбитая трещинами, местами сохранила свою твердую красную покрывку.

Для первичной разработки можно порекомендовать 2 участка Нахаршашских каменоломен (рис. 15). Первый нижний внизу у дороги на Агрибужах и шурфа № 68. Он расположен под высокой липарито-дацитовой горкой. Туфовая лава здесь хорошего качества желтовато-фиолетового оттенка; около горок есть включения валунчиков липарито-дацитов. Справа в начале и в конце расположены также горки с липарито-дацитом. Здесь лава залегла узкий и глубокий проход между липарито-дацитовой горкой и гребнем. Ширина потока лавы около 200 м, длина около 600 м, при средней глубине туфовой лавы около 8 м. В этом участке лава разбита трещинами. Лава не выходит из пределов нормального. Трещины тектонические местами совпадают с трещинами отдельностей, местами являются самостоятельными. Есть трещины поперечные. Этот участок непосредственно переходит в соседний верхний, где расположены уже вскрытые большие каменоломни.

Верхний участок значительно больше нижнего и составляет более ровную площадку лавы. Трещиноватость лавы здесь меньше. Качество лавы хорошее. Лава фиолетово-розового и черного цвета, по окраинным зонам.

В верхнем участке по качеству лава равномерней, ниже наблюдается разнообразие цветов и качеств.

В запасе на будущее остается здесь еще полоса с запасом туфовой лавы до 490 000 м³. Это—лава крупнозернистая, местами легкая, местами средняя, может хорошо пойти как перегородочный материал.

2-й и 3-й участок. Второй участок месторождения арктической туфовой лавы расположен восточнее 1-го, между оврагами Магровским и Кипчагским. Ширина его в среднем 1 000 м и длина 4,2 км. Площадь туфовой лавы около 4,2 км². В отличие от 1-го участка здесь слой туфовой лавы равномерней по мощности и по качеству. Средняя мощность в нижней половине около 8 м, средний объемный вес туфовой лавы, среднее количество пор с шлакообразным веществом несколько больше, чем в 1-м участке, но поры не превышают в среднем 5 см.

Около кромок оврагов слой туфовой лавы увеличивается резко до 18—22 м, и здесь вес и плотность лавы больше, но это увеличение мощности, а также веса и плотности есть результат натекания лав, и, обычно, с удалением от кромок оврагов на 10—15 м мощность быстро уменьшается до нормальной в 8—9 м и сопровождается уменьшением веса.

Участок этот разрезан почти во всю длину пополам менее глубоким, но не широким Безымянным оврагом. Овраг этот выработался в позднейшее время после излияния туфовых лав. Толчок к его образованию, конечно, был дан наличием тальвега в липарито-дацитовом рельефе.

В устье Безымянного оврага и вообще в нижней части участка ближе к с. Артик мощность слоя туфовой лавы увеличивается до 10—12 м.

Особенностью этого участка является лучшая сохранность твердой красной покрывки лавы в средней и верхней части, где эта покрывка местами залегает разрушенным частично слоем мощностью до 1 м. Запасы туфовой лавы, примерно, до 30 000 000 м³.

Другой характерной особенностью 2-го участка является отсутствие выступающих из лавы горок и хребтов липарито-дацита, который залегает здесь, видимо, довольно ровным склоном и глубоко, и весь покрыт туфовой лавой.

Третий участок арктического месторождения туфовой лавы за Кипчагским оврагом с селениями Кипчаг и Хачкилиса по своему рельефу и условиям

залегания туфовой лавы отличается и от первого и от второго участков. По рельефу он занимает площадь, местами более ровную, местами террасовидную, почти сплошь всю залитую туфовой лавой, мощным слоем от 8 до 13 м. Но в отличие от второго участка здесь есть значительные выходы липарито-дацита, который выступает гребнями и горками из-под слоя туфовой лавы или залегает неглубоко.

Общая площадь третьего участка с туфовой лавой около 5,5 км² при длине около 4½ км. Особенностью участка является значительное развитие дилювиальных суглинков и более толстого покрова почв на значительной



Рис. 15. Село Артик. Нахаркашский карьер на первом участке.

площади участка в его средней части, где суглинок с почвой местами залегает слоем до 2—3 м, а под суглинком залегает туфовая лава высокого качества, очень однородной структуры и большой мощности.

Примерный запас туфовой лавы в третьем участке около 50 000 000 м³. Средний объемный вес туфовой лавы нижней половины третьего участка определен 1,16.

Есть значительные площади с туфовой лавой объемного веса около 1,00.

В общем, лава третьего участка в большей части площади высокого качества, равномерно пористая, легкая.

Особенностью первого, второго и третьего участков в нижней части является присутствие в туфовой лаве местами значительного количества увлеченных лавой, ею не ассимилированных и запаянных в нее валунов липарито-дацитовых овражных выносов. Местами эти валуны могут затруднять разработку, уменьшая скорость пилы и увеличивая объемный вес туфовой лавы.

3. Петрографическая характеристика.

В тесной связи с условиями генезиса разностей туфовых лав находятся, как физические свойства пород, имеющих исключительно важное значение при практическом их использовании, так и решение вопроса об однородности этих свойств на значительном протяжении развития лавового покрова.

Принимая, что главным фактором генезиса туфовых лав арктического типа явилась газообразная составная часть магмы в период ее извержения, необходимо заключить, что это преобразование и перерождение нормальной кислой лавы в технически полезную туфовую разность Арктического типа могло происходить лишь в лавовых пластах и покровах определенной и предельной мощности, по наблюдениям, до 14 м, содержащих достаточное для такого преобразования количество газовых составных частей.

При меньшей мощности лавового пласта физико-химическая энергия содержащихся в нем газов могла произвести работу перерождения лавы лишь в грубые и довольно твердые разности красной туфовой лавы.

При мощности разлившегося пласта, превышающей предельную величину 14—15 м, генезис арктического туфа не захватывал большей глубины и вместе с тем не увеличивалась пропорционально его мощность, и нижние горизонты лавового слоя, оставшись неперерожденными газами, представляют собой „материковую“ липарито-дацитовую лаву, чаще всего в виде черного смоляного порфира с раковистым изломом.

В связи с тем, что глубокое перерождение нормальной кислой лавы в ее туфо-лавовую разность зависит от характера направления воздействия магматических газов на определенные части лавового потока, однородность этих новообразований отражает на себе все последствия капризного продвижения газовых струй, с одной стороны, и местного выделения газообразных составных частей, с другой, почему к туфовой лаве, как к породе, нельзя предъявлять требований, как к породам осадочного происхождения.

Туфовая лава представляет собою вулканическую стекловатую породу мелко-пористую, звонкую при ударе, розовато-фиолетового основного цвета, с вариациями оттенков от почти белого до почти черного цветов. Всего наблюдается до 47 оттенков. Есть разности и почти желтого цвета. Среди основной мелко-пористой массы встречаются вкрапины—гнезда темно-серого или коричневого пемзообразного или шлакообразного вещества, большей частью вытянутые объемом до 1—2 см, процентное содержание которых не превышает глазомерно 1—2%. В некоторых участках эти поры с шлакообразным веществом ориентированы, вытягиваясь в виде полос, по направлению потока лавы, делая породу как бы полосатой. Иногда, местами, пемзо-шлакообразные гнезда увеличиваются до объема 10—12 см³ и более. Содержание таких шлакообразных крупных гнезд в туфовой нормальной лаве не превышает (по полевым, глазомерным определениям) 0,25% массы породы. Местами количество и размер пор увеличивается, и они становятся крупнее. Обычно такие участки наблюдаются в лаве, затопившей древние неглубокие овраги; например, овражек под Агрибуджахским хребтом. Такая глубоко-пористая лава бывает и очень легкая, и довольно тяжелая, в зависимости от скорости остывания и богатства газами.

Что касается колебаний в твердости и объемных весах туфовой лавы, то они зависят от меньшего или большего количества и размеров кристаллов полевого шпата в лаве, а кристаллизация последнего, по видимому, происходила в большей степени в частях, более быстро охлаждавшихся и медленно двигавшихся.

В участках с более мощным покровом туфовой лавы наблюдается как бы растворение нижней липарито-дацитовой лавы, на которую она наплывала,

и частичное расплавление туфовой лавой липарито-дацитов (переходная зона). В этих местах туфовая фиолетово-розовая лава, с постепенным увеличением количества полевого шпата, изменяет свой цвет на более темный до темно-серого, коричневого и незаметно переходит в липарито-дацит.

В общем среднему объемному весу туфовой лавы до 1,24—1,40 соответствует легкость ее, звонкость, способность хорошо гвоздиться и легко поддаваться всевозможной обработке.

В зависимости от условий натекания на древний рельеф и характера поверхности его и особенностей, туфовая лава не везде однородна и рядом с участками туфовой лавы равномерного строения и почти на всю глубину ее слоя в 8—10 м можно встретить участки, при обходе липаритодацитовых горок, на крутых склонах, где туфовая лава имеет колебания в объемных весах и твердостях и значительные включения валунов липарито-дацита от крупной гальки в 5—7 см в диаметре до валунов в 25—30 см (напр. устья Киичагского и Безымянного оврагов). В других местах туфовая лава становится грубо ноздреватой или пористой, например, вдоль Агрибужагского оврага. Более быстрое остывание поверхностного слоя туфовой лавы с быстрой потерей газов и с последующими физико-химическими процессами дало твердую кирпично-красного цвета разность туфовой лавы, в виде покрывки, генетически связанной с общей массой туфовой лавы. Средняя мощность этой кирпично-красной твердой покрывки 0,5 м. По шкале Мооса твердость ее = 4 и несколько более. Объемный вес ее 1,40—1,60. Обработывается она хорошо, при резке канатной пилой особой трудности не составляет. Эта твердая поверхность, т. е. красная разность туфовой лавы на большей площади разрушена, уцелели лишь отдельные небольшие участки.

Характерной особенностью туфовой лавы является ее способность давать отдельности, большей частью пятигранной формы, при среднем размере поперечников в 5—6 м. Есть площади, где отдельности меньше, есть и с более крупными отдельностями до 8—10 м в поперечнике. Трещины отдельности обычно идут на глубину от 3 до 4 м, расширяясь кверху и сходя на нет книзу.

Разрушению от различных корродирующих агентов туфовая лава поддается очень слабо и в течение столетий заметных разрушений от времени не видно ¹⁾.

4. Запасы вулканической туфовой лавы.

Геолого-исследовательскими и разведочными работами экспедиции Института прикладной минералогии, по обследованию площадей, занимаемых туфовыми лавами, по предварительным данным исчислены и запасы туфовой лавы, залегающей в двух смежных районах: Арктиском и Махмуджуг-Сангурлинском. В полевой период 1928 и 1929 г.г. засняты геолого-петрографические области распространения туфовых лав указанных районов, с нанесением на составленную проф. П. И. Лебедевым петрографическую карту площадей, занятых туфовой лавой и др. породами, выступающими на исследованной площади.

В районе сел. Артик и к нему прилегающих районов, геологической экспедицией обследована площадь около 60 км². Из нее разведаны в 1928 г.:

¹⁾ Настоящая краткая характеристика арктической туфовой лавы с точки зрения ее залегания и физических свойств составлена на основании материалов геолого-разведочной партии Института прикладной минералогии, производившей разведку месторождений под руководством геол. А. А. Иванчина-Писарева, и из записки проф. П. И. Лебедева, работающего по общим обследованиям и описанию вулканических пород Алагеза и давшего заключение и по Арктискому району залежей туфовой лавы.

1. Первая Арктическая площадь на левом берегу Магровского оврага в $4\frac{1}{2}$ км ² , из нее промышленно полезная площадь равна 3 км ² , средней мощности 7 м с запасом туфа .	21 млн. м ³ .
2 В 1929 г. разведана вторая Арктическая площадь между оврагами Магровским и Кипчагским в 4 км ² , полезной промышленной площадью в 3 км ² , при средней мощности в 7 м, запасы туфа .	21 млн. м ³ .
3. Тоже в 1929 г. разведана третья площадь под Артиком за Кипчагским оврагом в 6 км ² , с полезной промышленной площадью в 5 км ² , средней полезной мощностью 7 м, запасы туфа .	35 млн. м ³ .
4. Тоже в 1929 г. четвертая площадь Арктиско-Махмуджугская в 8 км ² , с полезной промышленной площадью в 5 км ² , при средней мощности в 6 м, запасы туфа.	30 млн. м ³ .
<hr/>	
Всего разведано $22\frac{1}{2}$ км ² , с промышленной площадью 16 км ² , с запасом туфа .	107 млн. м ³ .

Средний объемный вес туфа на указанных площадях—1,24, при миним. 0,75 и максим. 1,42.

Не разведанной остается вся остальная площадь, указанная выше—главным образом, в Армутли-Махмуджугском районе. Кроме этих 60 км², вблизи Артика имеется еще ряд площадей с туфовой лавой на западном, юго-западном и южном склонах г. Алагез.

Общая площадь месторождений туфовой лавы занимает около 225 км². Из них, конечно, часть не может иметь промышленного значения по условиям транспорта и рельефа месторождений. Другая же, несомненно, может считаться будущим резервом.

По качеству в указанных местах туфовая лава такая же, как и арктическая, местами даже значительно легче.

Таким образом, на основании приведенных выше данных, запасы туфовой лавы настолько велики, что при самых широких разработках их хватит на столетия.

5. Разработка месторождений арктической туфовой лавы.

Развитие строительства из туфа требует соответственного обеспечения его достаточным количеством обработанного камня.

Понятно, что современная потребность в туфе не может быть удовлетворена кустарными способами добычи, а дальнейшее распространение туфа, как строительного материала, находится в прямой функциональной зависимости от масштаба работ по разработке месторождений туфа. Это положение было в свое время оценено и центральными, и местными учреждениями, и предприятию по добыче туфа сразу был дан характер производства всесоюзного значения.

В 1929 году на Арктиском месторождении были проведены опыты по механической добыче туфа канатными пилами и врубовыми машинами, давшей исходные величины для проекта предприятия, а в начале 1930 года проект его проведен через НТС силикатной промышленности. В этом же году закончены опыты по механизации добычи и, отчасти, транспорта.

В настоящее время мы имеем возможность дать описание почти окончательно установившихся способов добычи и привести результаты упомянутых опытов.

Эскизными проектами, выполненными, с одной стороны, французской фирмой Текна, а затем, независимо от нее, Институтом прикладной мине-

разлогах, намечалась добыча туфа канатными пилами. Способ этот, применяемый с успехом за границей для мраморных карьеров, в виду необходимости получить крупные монолиты, представлял широкие возможности и для добычи туфа. Сущность устройства канатных пил явствует из рис. 16. Режущим туф органом является кварцевый песок, увлекаемый в присутствии воды стальным трехжильным канатом диаметром 4—6 мм и передвигаемый по туфу со скоростью 5—10 м/сек. Канат приводится в поступательное движение от трансмиссии, расположенной обычно в небольшом здании

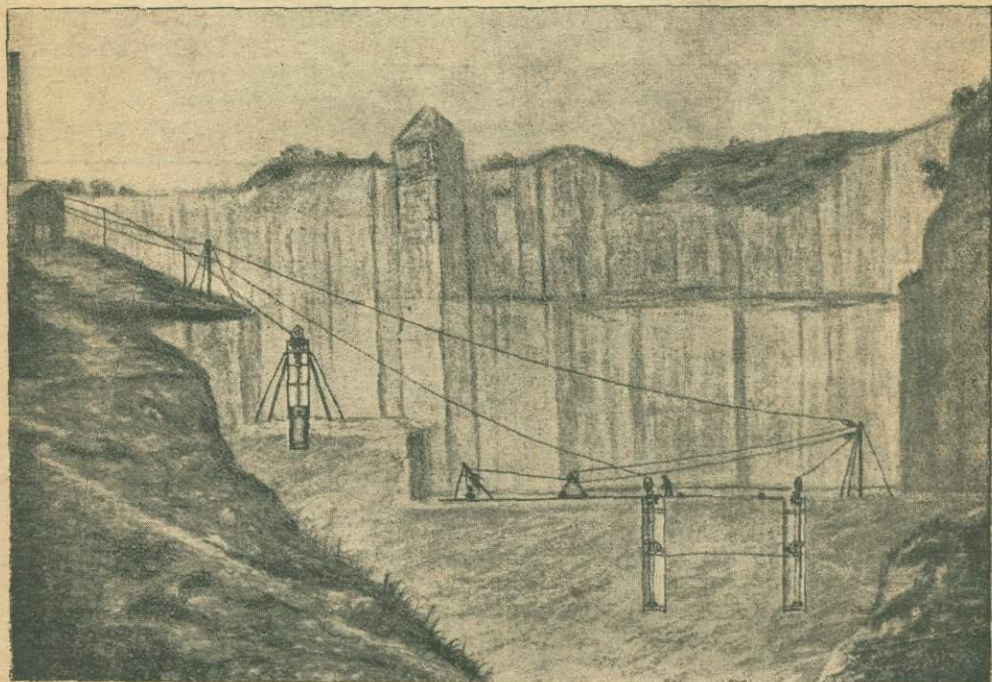


Рис. 16. Схема канатной распиловки в карьере.

и работающей на электро-энергии. Для направления каната к месту пилки служит система стоек со шкивами, из которых два, находящиеся по концам пропила, имеют опускающиеся шкивы, вследствие чего канат проходит плоскость пропила сверху вниз. По мере углубления каната в пропиле общая длина его увеличивается. Поэтому для сохранения постоянного натяжения применяются специальные натяжные устройства. Длина пропила 16 м. Глубина 4—7 м в зависимости от мощности слоя туфа. Средняя скорость продвижения каната 0,36 м/час (проектная). Площадь, пропиливаемая канатом в час, — 5—6 м².

На рис. 17 представлена траншея, пропиленная канатом (выпиленный параллелоипед удален). Расход песка при двукратном использовании 10 кг на 1 м² пропила. Расход каната около 300 кг на 1 м² пропила. Мощность моторов 15 л. с. на каждый пропил длиной в 16 м. Расход энергии около 1,5 кВт/ч на 1 м² пропила.

Работа с канатными пилами требует значительных подготовительных работ, которые заключаются в проходке системы шурфов (рис. 18) и последующем проведении между ними траншей, обычно пропиливаемых канатом, а затем вынимаемых вручную. После того, как траншеями ограничиваются блоки площадью 16×16 м, в траншеях устанавливаются стойки с подвижными



Рис. 17. Траншея, пропиленная стальным канатом.

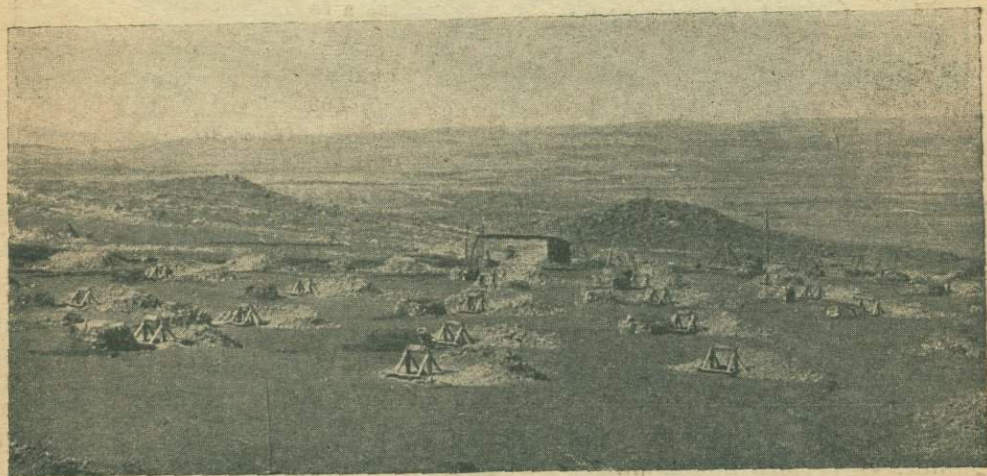


Рис. 18. Подготовка шурфов для пилки траншей.

шквивами и начинается распилка блоков на призмы, соответствующие ширине камня, потребного для кладки стен. Когда блок распилен, его разбивают с помощью клиньев (рис. 6).

Туф обладает значительной естественной трещиноватостью, вследствие чего распиленные призмы дают монолиты неправильной формы и частью обращаются в бутовый камень и мелочь. Общие потери горной массы на отходы, включая потери при грубой околке камня в карьере, потери на недопиленные в почве параболические объемы, получаемые вследствие изгиба



Рис. 19. Врубовая машина. Горизонтальный пропил.

каната, и потери при фабричной обработке при работе с канатными пилами, исчисляются в сумме около 63%. Выход годного для строительства крупного камня—37% от горной массы разрабатываемого слоя.

При работе с канатными пилами мы имеем огромный расход металла в виде каната. Самая пила, требуя исключительного внимания от рабочих, часто идет весьма плохо из-за включений в туфе липарит-дацита, который пилится плохо и даже иногда вызывает застревание каната в пропилах.

Вследствие высокой стоимости работ, что показано ниже, в настоящее время канатная распиловка прекращена, и карьеры перешли на врубовые машины. Врубовые машины режут туф стальными „зубками“, насаженными в кулачки бескопечной цепи. Эта последняя расположена между двух пластин „бара“ (рис. 19 и 20) и приводится в движение от электрической передачи, скрытой в корпусе машины. Бар может поворачиваться около вертикальной оси на 180°. При начале работы бар стоит на одной прямой линии с корпусом машины. Затем его постепенно поворачивают на 90° и он, по мере работы



Рис. 20. Вертикальный пропил врубной машины.



Рис. 21. Первая проходка врубной машины.

зубков, врезывается в туф, делая в нем горизонтальную щель—„вруб“ высотой 125—150 мм и глубиной 1,6 м. С помощью каната, закрепленного одним концом в породу, а другим к барабану на корпусе машины, врубовая машина передвигается по направлению оси своего корпуса, и вруб, таким образом, увеличивается по длине. (Рис. 21, 22 и 23). После окончания вруба туф легко разбирается на блоки (рис. 24, 25 и 26). В смену машина делает от 75 до 100 пог. м вруба, что соответствует по грубленной площади до 165 м². Износ зубков исчисляется в количестве 32 шт. на 16,5 м² вруба, после чего их нужно править. Расход зубков на 1 м² вруба 1,9—2 шт. Смена цепей происходит через 2 500—3 000 м² вруба.

На Арктических карьерах применяются электрические врубовые машины с моторами мощностью 28 кВт. Получаемый при производстве вруба мелкий туф—„штыб“ в виде хорошо гранулированных зерен с острыми краями, годных для бетона. Машина делает врубы на расстоянии 0,4 м один от другого по вертикали.

Кроме горизонтальных врубов, эти же машины после небольших изменений допускают проведение и вертикальных врубов. и при тех же, приблизительно показателях проходки.

При работе врубовыми машинами разборка блоков значительно облегчается. Однако, получающаяся из вруба мелочь, естественная трещиноватость и потери при обработке не позволяют получить выход крупного камня больше 30—31% от объема горной массы месторождения.

Имеются намерения применить для добычи туфа дисковые пилы со вставками из твердых сплавов. Хотя для врубовых машин также требуются подготовительные работы, но общая организация и производство их проще, чем при канатных пилах. Эти обстоятельства, наряду с высокой производительностью врубовых машин, привели к полному переводу всей добычи на врубовые машины, и канатные пилы были оставлены.

Предприятие рассчитывалось на добычу 250 000 м³ крупного камня в год, что потребовало и соответственной организации всего производственного процесса. Одним из главнейших вопросов добычи явился транспорт добытого камня и отходов. Для этой цели на карьерах применяются дерик-краны, электро-тележки, а для переброски на большие расстояния установлен кабель-кран с пролетом в 350 м и проводится капитальный бремсберг длиной около 1,5 км.

В настоящее время трудно говорить о какой-либо определенной системе разработки месторождения, так как предприятие по ряду причин не вышло еще из стадии организационного периода. Главнейшим условием для успешного применения врубовых машин является наличие возможно более длинных фронтов работ, которые обеспечивают бесперебойную работу машин и наилучшее использование транспортных средств. К этому требованию Арктик-туф постепенно подходит, развивая работы.

Часть монолитов грубо окальвается в карьере и идет в погрузку. Другая часть поступает на фабрику для обработки и выделки камня.

Обработка туфа заключается в выравнивании поверхностей камней, близких к стандартным размерам, пневматическими инструментами—пикерами, напоминающими бурильные пневматические молотки.

Большая часть камня идет на фабрику, где распиливается на нужные размеры. Фабричная распиловка туфа одно время производилась канатными станками, которые, однако, были оставлены и заменены дисковыми карборундовыми и алмазными пилами, давшими большую производительность (рис. 27).

Наряду с дисковыми станками применяются зубчатые полосовые пилы, имеющие прямолинейно-возвратное движение.



Рис. 22. Площадка карьера разработок врубовой машины.



Рис. 23. Площадка карьера разработок врубовой машины.

Транспорт на фабрике осуществляется мостовыми кранами и тельферами, работающими от моторов.

В заключение приводим данные о стоимости добычи туфа по материалам Союзстроя, собранные инж. А. Г. Петровым в 1930 году ¹⁾.



Рис. 24. Блоки, полученные врубовой машиной.

Добыча туфа канатными пилами на 1 м³ готового камня исчислялась в размере 12 руб. 54 к., включая подготовительные работы (шурфы, траншеи). Стоимость работы врубовыми машинами определена в 5 руб. 52 коп. Таким образом, перевес явно на стороне врубовых машин, которые и с технической стороны зарекомендовали себя наилучшим образом.

В настоящее время механизация работ ни в карьере, ни на фабрике еще не закончена.

Однако, систематическое недовыполнение первоначально намеченных планов по добыче (250 000 м³) показывает с очевидностью необходимость скорейшего проведения полной механизации всех работ, которая только и сможет обеспечить промышленность строительными материалами необходимой ей продукцией.

6. Утилизация отходов при добыче и обработке арктического туфа.

В характеристике месторождений туфовой лавы, как породы, было указано и на наличие трещиноватости в породе.

В силу этого при обработке камней и блоков для придания им правильной формы, в зависимости от степени трещиноватости массива, будет получаться более или менее значительное

количество отходов, непригодных или невыгодных для строительства.

В настоящее время, ввиду отсутствия практических данных ориентировочно предполагается, что отходы, которые не могут пойти в строительство, как штучный камень, составят около 20—25% добычи. Это при выпуске продукции в 250 000 м³ составит, примерно, около 70 000 м³.



Рис. 25. Штабель туфовых блоков.

¹⁾ Строительные материалы " 1930 г. № 9—10, стр. 160.

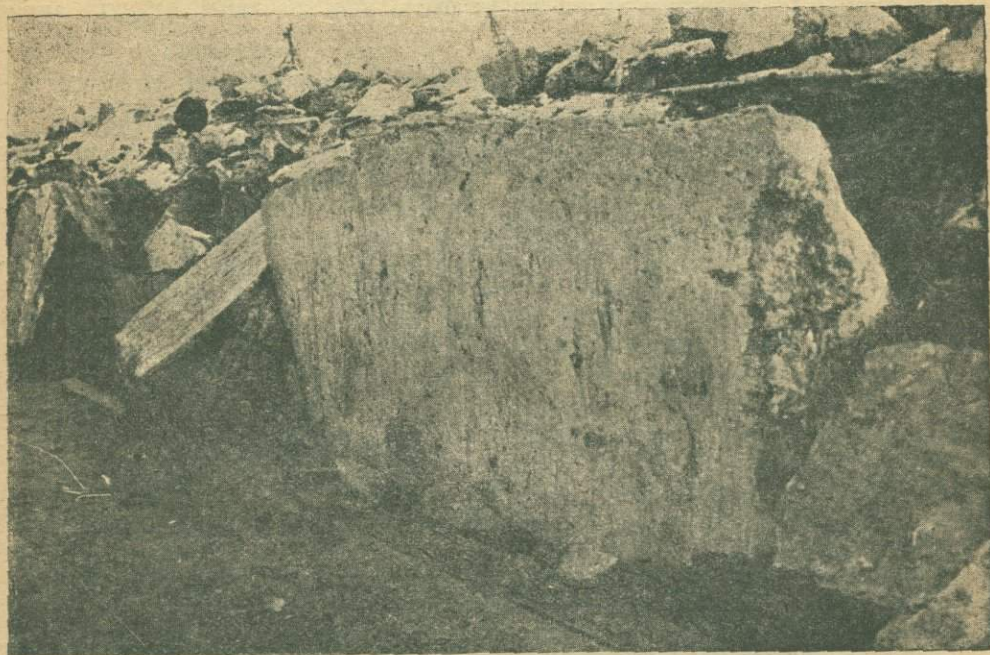


Рис. 26. Глыба, полученная от работы врубовой машины.

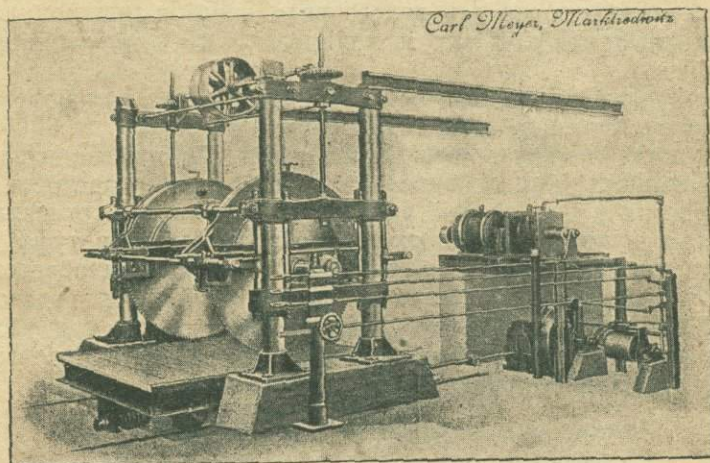


Рис. 27. Двухдисковый распиловочный станок (алмазный).

Поэтому разрешение проблемы использования отходов туфа для других промышленных целей является весьма существенным как для снижения стоимости продукции предприятия, так и для облегчения задач добычи, во избежание накопления (ценного по своим свойствам) отходов.

Рассмотрим для каких целей могут быть использованы отходы арктического туфа.

Утилизация отходов, как естественной гидравлической добавки.

Идея возможности использования отходов туфа, как естественной гидравлической добавки, исходя из химического состава и гидравлических свойств изверженных вулканических пород, подтвердилась поставленными опытами в Государственном институте строительных материалов.

Установлено: 1. Наличие в арктическом туфе „активного кремнезема“.

2. Действие арктического туфа на механическую прочность портландцементных растворов в условиях водного хранения цементных образцов.

Не останавливаясь на примененных методах опытов, что изложено в приложении № 3, стр. 150, я привожу для общего ознакомления лишь те выводы, которые были получены в результате опытов:

1. Испытания арктического туфа по методу Лунч-Мильберга показали, что туф обладает достаточной „активностью“, чтобы быть примененным в качестве гидравлической добавки к портланд-цементу.

2. Определенное набухание туфа по способу Галло в известковой воде и поглощение из раствора окиси кальция показало, что арктический туф содержит в себе „активный“ кремнезем.

3. Результат испытания на разрыв смешанного известково-пуццоланового раствора в отношении 30:70 показал, что такой раствор дает значительное увеличение механической прочности против образцов из чистой извести.

4. Механическое испытание образцов восьмерок и кубиков с прибавлением туфа показало, что арктический туф может быть вполне использован для приготовления пуццолановых портланд-цементов.

5. Наилучший процент добавки арктического туфа при производстве пуццолановых портланд-цементов лежит в пределах от 30% до 50%.

6. Нужно заметить, что для целого ряда заводов при помолу клинкера можно прибавлять арктический туф в количестве 10%, не изменяя названия портланд-цемента.

7. Экономически вполне выгодно прибавлять туф при помолу, ибо тем самым увеличится производительность цементного завода от 30% до 50%, и улучшится качество цемента. Затраты на помол будут незначительны¹⁾.

Из лабораторных данных, определяющих степень пористости арктического туфа, имеем среднюю пористость, равную 60% объема, а степень плотности равна 40%. Исходя из этих данных при размолу отходов туфа до степени помола портланд-цемента, будем иметь до 40% от объема отходов порошка гидравлической добавки к портланд-цементам, т.-е. весь годовой отход, в объеме 75 000 м³, дает до 30 000 м³ порошка добавки, что при удельном весе 2,56, будет равно 75 000 т. Это количество может быть использовано при производстве пуццолановых цементов.

Утилизация отходов для теплых бетонов.

Практика применения различных пористых легких материалов, как-то: пемзы, гранулированного шлака, трепела, раковистого известняка, для

¹⁾ Результат испытаний образцов с добавкой арктического туфа 15%, 30% и 50% 3-х месячного хранения как для восьмерок, так и для кубиков показал сопротивление на разрыв и на раздавливание, очень близкое к результатам испытания образцов из одного портланд-цемента.

заполнения теплого бетона, допускает применение арктического туфа, который по пористости и прочности для заполнения теплого бетона не уступает пемзе.

Превращение отходов туфа в строительную щебенку размерами 5—7 см, принимая во внимание чрезвычайную легкость его дробления, не представляет затруднений.

Районы применения щебня из арктического туфа для теплых бетонов всецело зависят от стоимости железнодорожного фрахта. Конкурентоспособность применения туфа в тепло-бетонах увеличивается тем обстоятельством, что отходы туфа не требуют специальных затрат и получаются на карьерах, как побочный продукт разработок.

Итак, и для этой цели применение отходов сыграет немаловажную роль в снижении себестоимости основной продукции предприятия.

Кроме указанных главных возможностей использования отходов арктического туфа, не исключается также возможность использования отходов.

1) Для изготовления на месте всевозможных изделий,—путем прессовки массы состава: из порошка арктического туфа как гидравлической добавки, измельченного туфа, как щебня, плюс небольшого количества вяжущих веществ, как-то: портланд-цемента, извести и др.

Таким путем возможно изготовить ряд строительных материалов, как-то: камни для стен, перегородки, черепицу, трубы и пр.

Таким образом для использования отходов предприятие арктического туфа имеет возможность при наличии основного сырья на месте иметь подсобные производства.

2. Химический состав арктического туфа показывает возможность применения отходов туфа также для целей стекловарения.

Как было сказано, туф плавится при температуре 1100° до 1120° по Ц. В результате плавки получается стекло. Опыты выяснения экономической целесообразности применения отходов для промышленного стекловарения только намечены и в ближайшее время будут поставлены надлежащим образом.

Из изложенного, естественно, вытекает вывод, что отходы туфа могут быть целиком использованы для различных целей, тем самым давая дешевые побочные продукты и одновременно снижая себестоимость основных продукций добычи и обработки арктического туфа.

II. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРТИКСКОЙ ТУФОВОЙ ЛАВЫ.

Физические свойства арктической туфовой лавы, как породы, имеют исключительно важное значение при использовании ее в строительстве, и находятся в тесной связи с ее генезисом.

Главным фактором генезиса арктической туфовой лавы явилась газообразная составная часть магмы в период его извержения. Физико-механическая энергия газов, содержащаяся в лаве, преобразовала нормальную лавовую массу в породу мелкопористую. Дальнейшие результаты всевозможных исследований покажут, какое важное и существенное значение имеет пористость для туфовой лавы, как строительного материала.

1. Химический состав вулканической туфовой лавы. По химическому составу туфовая арктическая лава ближе всего стоит к развитым здесь же лавам второго излияния — липарито-дацитовым. Туфовая лава является последним и по счету третьим излиянием лав из вулкана Алагез, и по своему химическому составу ближе всего стоит к этим липарито-дацитовым лавам.

Данные анализов в % %.	Арктикск. туф. лавы.	Липарито- дацита (сред.).	Андезито- базальт. (сред.).
SiO ₂	64,85	68,29	54,73
TiO ₂	0,45	0,26	1,01
Al ₂ O ₃	16,95	16,21	11,66
Fe ₂ O ₃	3,95	1,20	7,52
FeO	—	1,09	4,39
MnO	0,46	не опред.	—
CaO	2,96	2,34	9,49
MgO	0,315	1,30	4,90
Na ₂ O	5,14	4,47	3,53
K ₂ O	4,67	3,14	3,24
H ₂ O	2,10	0,13	—
SO ₃	0,49	—	—
	100%	100%	100%
Потеря п/прокал.	0,34	—	—

По химическому составу арктическая туфовая лава содержит окиси кремния 65% и окиси алюминия 17%. Исходя из химического состава, установлено наличие „активного кремнезема“. Это обстоятельство позволяет использовать туф как естественную гидравлическую добавку. Остальные составные части не представляют ничего существенного для туфовой лавы, как строительного камня.

Главные физико-механические свойства арктической туфовой лавы:

2. Удельный вес твердого вещества = 2,56.

3. Твердость или сопротивление стиранию имеет значение в случае изготовления частей сооружения, подвергаемых трению. По шкале Мооса твердость туфовой лавы обозначается цифрами порядка от 2 до 3, что показывает на непригодность ее для полов, ступеней и пр. без особой защиты поверхности камня.

4. Объемный вес зависит главным образом от степени газации в период остывания лавы. Высокосортными легкими туфовыми лавами для промышленных целей понимаются сорта туфовой лавы, объемный вес которых в среднем не выше 1,10 до 1,20, причем для различных строительных целей возможна сортировка продукции объемными весами и ниже единицы, например, для конструктивных частей, требующих особые легкие сорта для междуэтажных перекрытий, перегородок и пр.

Более тяжелые сорта объемного веса до 1,40, конечно, также могут иметь применение в строительстве, но они уже не представляют того интереса каковыми являются сорта легкие.

5. Цвет. Основной цвет туфовой лавы или, вернее, наиболее распространенный цвет розовато-фиолетовый, с различными вариациями оттенков в этой гамме.

Вместе с тем имеются месторождения от белесоватого до черного. Имеются также туфы цвета желтого, красного, серого, темно-серого. Всего наблюдается до 47 оттенков. Это богатство красок позволяет архитектору пользоваться палитрой широкого диапазона, облегчая выбор того или иного колорита сооружаемого фасада.

6. Пористость. Степень газации туфовой лавы характеризуется пористостью. Степень пористости выражается отношением объемного веса (среднее 1,20), к его удельному весу твердого вещества (2,56). Частное от деления этих величин и есть мера плотности.

При данных величинах относительный объем пустот будет:

$$\frac{1,20}{2,56} = 0,50, \text{ или в процентах в среднем } 50\% \text{ объема.}$$

7. Влагоемкость. Лабораторными данными установлено, что туфовая лава допускает:

По весу: 1) насыщение при погружении в воду в среднем.	33,24%
2) насыщение водой при кипячении	59,48%
По объему: 1) насыщение водой при погружении	34,25%
2) насыщение водой при кипячении	60%

Из этих данных явствует, что приведенные выше числа влагоемкости по объему и весу т. е. насыщения водой при кипячении и степень пористости почти равны между собой. Эти показатели подтверждают возможность видоизменения свойств туфовой лавы, присущих ее естественному происхождению, путем наполнения пор или поверхностном закрытии пор для различных строительных целей, например, при использовании туфовой лавы для производства стандартных печей, изменение ее теплотехнических свойств или для получения водонепроницаемости путем пропитки различными водонепроницаемыми флюатами.

Сама по себе пористость является тем главным фактором, который придает арктической туфовой лаве малый объемный вес и малую тепло- и звукопроводность.

Более подробные данные о влагопроницаемости, имеющие значение в ограждающих конструкциях, приведены особо.

8. Гигроскопичность. Более существенное значение для туфовой лавы в ограждающих конструкциях имеет значение гигроскопичность, нежели влагоемкость, так как никогда в строительстве не могут быть условия, допускающие насыщение водой надземных конструкций, между тем как впитывание воздушной влажности данным материалом будет иметь в строительстве существенное значение.

В таком смысле нужно понимать и результаты полученных лабораторных исследований, которые показали чрезвычайно ничтожную величину гигроскопичности. При помещении абсолютно сухого образца туфовой лавы в 100-процентную влажную атмосферу в течение двух суток (48 часов), последний впитал по весу влаги в среднем 0,305%.

Поэтому опасное влияние атмосферной влажности для ограждающих конструкций из туфовой лавы не может иметь места.

9. Огнеупорность. Высокая температура плавления арктических туфовых лав характеризует значительную огнеупорность последней. Произведенные лабораторные опыты показали температуру начала плавления 1100° до 1120°C.

С точки зрения обеспечения строительства от вредного действия огня в случае пожаров такая высокая огнестойкость вполне обеспечивает сохранность сооружения и после пожара, так как пожар не может дать такой высокой температуры, чтобы расплавить конструкции из туфа, вследствие чего могло бы быть ослабление прочности стен, опор и прочее.

Поэтому арктическая туфовая лава и в этом отношении не только не уступает, но и превосходит целый ряд других строительных материалов, искусственных и естественных, признанных вполне огнебезопасными.

Высокая температура плавления также служит положительным качеством, допускающим устройство из арктического туфа печей для отопления, без применения каких либо других огнеупорных материалов для их устройства.

Малая теплопроводность и высокая огнестойкость допускают устройство незначительной толщины стен (10—15 см) между отдельными помещениями, требующими между собой полной изоляции от огня.

Высокая огнеупорность арктической туфовой лавы сопровождается исключительной для строительных материалов способностью допускать резкие колебания температур до 900°C без видимых повреждений. Это последнее обстоятельство дало возможность осуществить идею глазуровки плиток туфовой лавы, допускающей тот же эффект, что и керамические плиты, но значительно быстрее и проще последних.

10. Морозостойкость. Одним из существеннейших требований, предъявляемых ко всякого рода строительному материалу, предназначенному для ограждающих конструкций, является устойчивость атмосферным влияниям и, главным образом, резким колебаниям температур.

Плохо сопротивляемые материалы, периодически подвергаясь действию замерзающей воды в поверхностной толще материала, постепенно разрушаются почему такие материалы в капитальном строительстве или вовсе не допускаются или требуют соответствующей защиты.

Лабораторные опыты производились над образцами, насыщенными водой, последние замораживались при температуре —15° до —21° Ц в течение 24 часов, затем оттаивались в воде при температуре +15° Ц в течение 3-х

часов. При испытании 30-ти образцов на 25-кратное замораживание и оттаивание арктический туф выдержал:

26 образцов без повреждений.

Долговечность арктических туфовых лав и их сопротивление резким температурным колебаниям подтверждаются также теми историческими памятниками, которые имеют за собой много веков своего существования. Таковыми являются памятники архитектуры VII века, существующие и по сие время без какого-либо ухода за сохранностью их и без всякой предохранительной защиты внешних поверхностей стен. Климатические условия местонахождения этих памятников, особенно неблагоприятные, находясь на высоте более 1500 м над уровнем моря, в совершенно незащищенной от ветров гористой местности, подвергаясь днем сильному действию радиации солнца (оттаивание), а также ночному морозу доходящему до -40°C , достаточно значительный и продолжительный опыт, чтобы убедить в полной надежности устойчивости туфовой лавы атмосферным воздействиям.

11. Стойкость выветриванию туфовой лавы. Выветривание и разрушение каменных пород, как известно, зависит от влияния действий солнца, воздуха, влаги, а также от действия газов и кислот, содержащихся в воздухе и в воде.

Поверхность туфовой лавы в месторождении, подверженная самым разнообразным климатическим колебаниям (жаркое лето, морозная и длительная зима), просуществовав неисчислимое число лет, не имеет каких-либо явных следов разрушения породы от выветривания.

Строения из туфовой лавы без всяких следов выветривания, просуществовавшие много веков, сохранились и до сих пор. Как вещественное доказательство прочности туфовой лавы можно указать на внешнюю орнаментацию в архитектурных памятниках, насчитывающих много столетий своего существования также без повреждений. Наконец, лабораторные исследования установили полную морозостойкость и кислотоупорность. Все это полностью исключает возможность выветривания туфовой лавы.

Вообще у каменных пород увеличение объема от расширения или линейное удлинение весьма незначительно и у пористых пород оно меньше, чем у плотных. Поэтому, не имея достаточно опытных данных для туфовой лавы, все же на основании сопоставления структуры туфовой лавы, ее химического состава, степени пористости, а также по действию высоких температур на нее в сравнении с другими материалами, без большой погрешности можно принять: за линейное удлинение величины породы 0,000004 (при изменении температуры на 1°C).

Такая значительная сопротивляемость атмосферным действиям арктической туфовой лавы исключает совершенно какую-либо заботу о защите поверхностей туфовых стен.

12. Сопротивление сжатию и изгибу. Камень в сооружениях чаще всего подвергается сжатию, поэтому и испытание камня ведется главным образом для определения его сопротивления механическим усилиям на сжатие. По величине этого коэффициента имеется возможность заключить о сопротивлении данного материала и другим механическим усилиям, например растяжению, скалыванию и изгибу.

Величина коэффициента временного сопротивления определяет ту предельную величину действующих усилий, после которого наступает разрушение материала. Для данного материала как арктическая туфовая лава амплитуда величин этих коэффициентов значительна и в разных образцах на сжатие

доходила до 200 кг/см^2 и более; причина этого кроется в условиях генезиса туфовых лав, почему к ней нельзя предъявлять требований, как к породам осадочного происхождения. Основываясь на полученных данных в результате лабораторных испытаний средний коэффициент времени сопротивления сжатию принят (с большим запасом) 85 кг/см^2 .

Принимая во внимание: 1) что арктическая туфовая лава имеет небольшой объемный вес, (легче кирпича на 50%), 2) требуемая для теплозащиты толщина стен из арктической туфовой лавы значительно тоньше кирпичных для всех климатических зон почти вдвое и 3) требуемые для кладки стен (в особенности из блоков) растворы в швах могут иметь небольшую толщину (3—5 мм), а также количество швов будет несравнимо меньше, чем это требуется при кирпичной кладке, коэффициент безопасности принят числом 5, хотя приведенные выше данные допускали возможность взять значительно больший коэффициент временного сопротивления, меньший коэффициент безопасности, а следовательно и большее допускаемое прочное сопротивление, более принятого $\frac{85}{5} = 17 \text{ кг/см}^2$.

Эти допущения сделаны как бы в ущерб рациональному использованию прочности материала, а следовательно излишнему расходу материала, но на самом деле большие показатели уже теряют практический смысл, в особенности для наружных стен, где толщины их определяются теплотехническими свойствами и легкостью самого материала.

При этом коэффициент прочного сопротивления 17 кг/см^2 дает на погонный метр стены при наибольшей толщине ее 35 см допустимую нагрузку $57\,500 \text{ кг}$ или $57,5 \text{ т}$.

Допустим, что нижний ряд кладки подвергается сжимающему усилию от собственного веса туфовой стены $P = 57,5 \text{ т}$, причем предполагается, что вызываемые этим сжимающие напряжения распределяются равномерно по всей площади поперечного сечения стены $= 100 \text{ см} \times 35 \text{ см} = 3\,500 \text{ см}^2$.

Имея объемный вес туфа в среднем 1,20, вес одного квадратного метра стены при толщине стены 35 см будет равен

$$1,20 \times 0,35 = 0,42 \text{ т}.$$

Определим высоту теплограждающей стены, сложенной из туфовых плит, несущей нагрузку лишь от собственного веса; высота такой стены определится $\frac{57,5}{0,42} = 137 \text{ м}$.

Последний показатель хотя и не имеет практического значения, но иллюстрирует тот факт, что принятый для туфовых стен коэффициент прочности сопротивления в 17 кг/см^2 вполне достаточен и может удовлетворить всяким требованиям современного строительства.

Среднее временное сопротивление изгибу: на приборе Михаэлиса (излом по середине образца) имеем $23,3 \text{ кг/см}^2$, то же на приборе Фере (излом в слабом сечении) $15,2 \text{ кг/см}^2$. Таким образом среднее от этих двух коэффициентов будет.

$$\frac{23,3 + 15,2}{2} = 19,25 \text{ кг/см}^2.$$

Принимая коэффициент безопасности $= 5$ един., будем иметь коэффициент допускаемого прочного сопротивления $= \frac{19,25}{5} = 4 \text{ кг/см}^2$

Среднее врем. сопротивл. скалыванию 10 кг/см^2 и среднее врем. сопротивление растяжению 5 кг/см^2 .

доходила до 200 кг/см^2 и более; причина этого кроется в условиях генезиса туфовых лав, почему к ней нельзя предъявлять требований, как к породам осадочного происхождения. Основываясь на полученных данных в результате лабораторных испытаний средний коэффициент времени сопротивления сжатию принят (с большим запасом) 85 кг/см^2 .

Принимая во внимание: 1) что арктическая туфовая лава имеет небольшой объемный вес, (легче кирпича на 50%), 2) требуемая для теплозащиты толщина стен из арктической туфовой лавы значительно тоньше кирпичных для всех климатических зон почти вдвое и 3) требуемые для кладки стен (в особенности из блоков) растворы в швах могут иметь небольшую толщину (3—5 мм), а также количество швов будет несравненно меньше, чем это требуется при кирпичной кладке, коэффициент безопасности принят числом 5, хотя приведенные выше данные допускали возможность взять значительно больший коэффициент временного сопротивления, меньший коэффициент безопасности, а следовательно и большее допускаемое прочное сопротивление, более принятого $\frac{85}{5} = 17 \text{ кг/см}^2$.

Эти допущения сделаны как бы в ущерб рациональному использованию прочности материала, а следовательно излишнему расходу материала, но на самом деле большие показатели уже теряют практический смысл, в особенности для наружных стен, где толщины их определяются теплотехническими свойствами и легкостью самого материала.

При этом коэффициент прочного сопротивления 17 кг/см^2 дает на погонный метр стены при наибольшей толщине ее 35 см допустимую нагрузку $57\,500 \text{ кг}$ или $57,5 \text{ т}$.

Допустим, что нижний ряд кладки подвергается сжимающему усилию от собственного веса туфовой стены $P = 57,5 \text{ т}$, причем предполагается, что вызываемые этим сжимающие напряжения распределяются равномерно по всей площади поперечного сечения стены $= 100 \text{ см} \times 35 \text{ см} = 3\,500 \text{ см}^2$.

Имея объемный вес туфа в среднем 1,20, вес одного квадратного метра стены при толщине стены 35 см будет равен

$$1,20 \times 0,35 = 0,42 \text{ т}.$$

Определим высоту теплограждающей стены, сложенной из туфовых плит, несущей нагрузку лишь от собственного веса; высота такой стены определится $\frac{57,5}{0,42} = 137 \text{ м}$.

Последний показатель хотя и не имеет практического значения, но иллюстрирует тот факт, что принятый для туфовых стен коэффициент прочности сопротивления в 17 кг/см^2 вполне достаточен и может удовлетворить всяким требованиям современного строительства.

Среднее временное сопротивление изгибу: на приборе Михаэлиса (излом по середине образца) имеем $23,3 \text{ кг/см}^2$, то же на приборе Фере (излом в слабом сечении) $15,2 \text{ кг/см}^2$. Таким образом среднее от этих двух коэффициентов будет.

$$\frac{23,3 + 15,2}{2} = 19,25 \text{ кг/см}^2.$$

Принимая коэффициент безопасности $= 5$ един., будем иметь коэффициент допускаемого прочного сопротивления $= \frac{19,25}{5} = 4 \text{ кг/см}^2$

Среднее врем. сопротивл. скалыванию 10 кг/см^2 и среднее врем. сопротивление растяжению 5 кг/см^2 .

13. Термические свойства. Теплопроводность. Основанием всех теплотехнических расчетов, приведенных ниже, служит теплопроводность данного материала, определяемая лабораторным путем. Чем материал теплопроводнее, тем термическое сопротивление стены меньше или чем величина коэффициента теплопроводности (λ) меньше, тем величина коэффициента термического сопротивления больше. Средняя величина коэффициента теплопроводности арктического туфа воздушно сухого образца определена

$$\lambda = 0,24 \frac{\text{кал.}}{\text{метр. градус—час.}}$$

при объемном весе в среднем до 1,20.

Принимая почти всегда наличие влаги в материале, для расчетов принято

$$\lambda = 0,30 \frac{\text{кал.}}{\text{метр. градус—час.}}$$

Определение коэффициента теплоусвоения, (y) Коэффициентом теплоусвоения называется отношение амплитуды колебания теплового потока к амплитуде колебания температуры поверхности стены. Коэффициент теплоусвоения определяет то количество тепла, которое аккумулируется стеной во время максимальной подачи тепла.

Как известно, коэффициент теплоусвоения зависит от материала стены, ее толщины и от частоты колебаний.

Ограничиваясь только температурой суточных колебаний, как имеющей наиболее практическое значение, величина коэффициента теплоусвоения, оказывается, в этом случае будет зависеть исключительно от материала стены и будет прямо пропорциональна величине теплоемкости материала (c) его теплопроводности (λ).

Обозначим в последнем случае коэффициент теплоусвоения через (y), величина которого определяется по формуле:

$$y = 1/2 \sqrt{c g \lambda}$$

и, подставляя соответствующие значения (c , g , λ), получим величину коэффициента теплоусвоения для арктического туфа

$$y = 1/2 \sqrt{0,30 \cdot 1100 \cdot 0,30} = 5.$$

Расчет на теплопередачу. Некоторые постоянные физические величины:

1) термическое сопротивление $r = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,30} = 3,33 \frac{\text{метр. градус—час}}{\text{кал.}}$

2) λ —коэффициент теплопр. $0,30 \frac{\text{кал.}}{\text{метр. градус—час}}$

3) g —объемный вес в $\kappa\tau$ —1108

4) c —удельн. теплоемкость $0,30 \frac{\text{кал.}}{\kappa\tau \text{ градус}}$

5) y —коэф. теплоусвоения $= 1/2 \sqrt{c g \lambda} = 5$

6) Слой резких колебаний в метрах $d = \frac{1}{ry} = \frac{1}{3,33,5} = 0,064$

1) Термическое сопротивление однородной стенки пропорционально ее толщине (c).

2) Величина термического сопротивления обратно пропорциональна величине коэффициента теплопроводности материала.

Формула вычисления термического сопротивления:

$$R = \frac{c}{\lambda}$$

Пример: Термическое сопротивление туфовой стенки толщиной $c = 0,40$ м с коэффициентом теплопроводности

$$\lambda = 0,30 \frac{\text{кал.}}{\text{метр. градус—час}}$$

$$R = \frac{c}{\lambda} = \frac{0,40}{0,30} = 1,33 \text{ м}^2 \frac{\text{градус—час}}{\text{кал.}}$$

Общее термическое сопротивление теплопередаче определяется из формулы

$$R_{\text{ос}} = r_{\text{в}} + R + r_{\text{н}}$$

Для сопротивления теплопередаче устанавливаются следующие числовые величины:

для наружных стен и чердачных перекрытий $r_{\text{в}} = 0,133$

Для сопротивления теплопередаче приняты следующие значения. Для внутренних районов городов

$$r_{\text{н}} = 0,067$$

Итак

$$R_{\text{ос}} = 0,133 + 1,33 + 0,067 = 1,53$$

Таким образом при толщине стены в 40 см $R_{\text{ос}} = 1,53$, что превышает установленную величину Техн. Усл. и Норм = 1,3, т. е. общее термическое сопротивление для первого района.

Расчет на теплоустойчивость. Расчет на теплоустойчивость для однородных „толстых“ ограждений из арктического туфа при суточном периоде колебаний температуры внутри помещения ведется по формуле Власова

$$\varphi = \frac{R_{\text{ос}}}{r_{\text{в}} + 1/2 Y}$$

где коэффициент теплоусвоения (Y) равняется коэффициенту теплоусвоения „толстого“ слоя ограждения (y), т. е. Y заменено (y); причем значение (y) определяется по формуле:

$$y = 1/2 \sqrt{\frac{c g}{r}}$$

Подставляя соответствующие величины в формулу Власова для $R_{\text{ос}} = 1,53$; для $r_{\text{в}} = 0,133$; для $y = 5,00$

получим:

$$\varphi = \frac{R_{\text{ос}}}{r_{\text{в}} + 1/2 y} = \frac{1,53}{0,133 + \frac{1}{2 \times 5}} \text{ или}$$

$$\varphi = \frac{1,53}{0,233} = 6,56$$

Условная толщина ограждения (D) однородной стены из арктического туфа определяется по формуле Говве

$$D = R \cdot y$$

Подставляя соответствующие величины в эту формулу:

для $R = 1,33$

„ $y = 5$

Получим $D = 1,33 \times 5 = 6,65$.

Слой резких колебаний d , определяется по формуле:

$$d = \frac{1}{r \cdot y}$$

Подставляя соответствующие числовые величины

для $r = 3,33$

для $y = 5,00$

Получим $d = \frac{1}{16,65} = 0,064 \text{ м}$

Сравнительная таблица к расчетам на теплоустойчивость.

Значения φ для стен из различных строительных материалов при различном числе топок в сутки при $r_b = 0,133$ и $r_n = 0,067$.

№ № по порядку	Род стены	Диаметр. в м	Предельн. толщина стены (с) в м	Общ. терм. сопрот. $R_{об}$	Коэф. теплоустойч. при	
					1 топке	2 топках
1	Деревянная неоштукатуренная рубленая стена	0,29	0,28	1,73	6,60	7,65
		0,21	0,17	1,33	5,06	5,88
		0,12	0,10	0,87	3,31	3,84
2	Для кирпичных неоштукатуренн. стен.	3	0,77	1,30	6,63	7,30
3	„ „ „	2,5	0,64	1,10	5,60	6,20
	„ „ „	2	0,51	0,90	4,60	5,10
4	„ „ „	1,5	0,38	0,74	3,80	4,20
5	Для стен неоштукатур. из арктик. туфа.	—	0,40	1,53	6,56	7,50
		—	0,35	1,36	5,91	6,80
6	„ „ „	—	0,30	1,20	4,30	5,00
		—	0,25	0,83	3,60	4,15
7	„ „ „	—	0,20	0,70	3,00	3,50
		—	0,15	0,50	2,17	2,50
8	„ „ „	—	0,10	0,33	1,43	1,65

Сравнительная таблица установленных технических условий и норм для различных районов.

Р а й о н ы	Теплотехнич. нормы по районам		Теплотехническ. нормы арктического туфа по районам		
	$R_{об}$	φ	Толщ. стен (с) в м	$R_{об}$	φ
I район 3 кирп. 0,77 м	1,3	6,5	0,35	1,36	6,50
II район 2½ кирп. 0,64 м	1,1	5,5	0,35	1,36	6,50
III район 2 кирп. 0,51 м	0,9	4,5	0,30	1,20	4,50
IV район 1½ кирп. 0,38 м	0,75	3,5	0,25	0,83	3,50

Примечание. В приведенных выше расчетах толщина штукатурки не принимается в расчет.

Расчет толщины стен для различных климатических районов. Главное условие, предъявляемое ко всякой теплограждающей стене—это сохранение постоянной температуры внутри помещения, достаточной для их обитателей при минимальном расходе топлива, и тогда конструкция является рациональной и экономически выгодной. Это условие служит критерием для сравнения конструкций из арктического туфа с другими конструкциями.

Вычислим средний часовой расход тепла с 1 м² стенки в калориях для различных климатических районов при толщине из стен арктического туфа 35 см для I и II района при разности температур $(t_1^\circ - t_2^\circ) = +20^\circ - 30^\circ = 50^\circ$; для III района толщина стены 30 см $(t_1^\circ - t_2^\circ) = +20^\circ - 20^\circ = 40^\circ$; для IV района при толщине стены 25 см $(t_1^\circ - t_2^\circ) = +20^\circ - 10^\circ = 30^\circ$, тогда по формуле: $Q = \frac{t_1^\circ - t_2^\circ}{R_{об}}$ получим:

Климатические районы	Для стен из арктического туфа		Для стен из красного кирпича	
	Толщина стен в м	Расход тепла в кал. м ² час.	Толщина стен	Расход тепла в кал. м ² час.
I	0,35	$Q = \frac{50^\circ}{1,36} = 36,7$	3 кирп.	$Q = \frac{50^\circ}{1,30} = 36,7$
II	0,35	$Q = \frac{50^\circ}{1,36} = 36,7$	2½ „	$Q = \frac{50^\circ}{1,1} = 45,4$
III	0,30	$Q = \frac{40^\circ}{1,2} = 33,3$	2 „	$Q = \frac{40^\circ}{0,9} = 44,4$
IV	0,25	$Q = \frac{30^\circ}{0,83} = 36,1$	1½ „	$Q = \frac{30^\circ}{0,75} = 40,0$

Из приведенных данных явствует, что расход топлива при значительном утонении стен из арктического туфа экономичнее, нежели при стенах из красного кирпича при большей толщине последних.

14. Влагопроницаемость. Как известно, в обыкновенном кирпиче, приготовленном машинным способом из жирной глины, число капилляров колоссально, почему влага может подняться на весьма значительную высоту. В кирпиче же ручного производства капилляров немного, почему влага может подняться лишь на небольшую высоту.

Капиллярность пористых и ячеистых камней незначительна, вследствие чего на практике полного насыщения стен влагой при продолжительном дожде не наступает, смачивается лишь оболочка отдельных ячеек и, вследствие разницы температуры внутренней и наружной поверхностей стен, не образуется капельная вода; влага же, поглощенная пористым материалом, постепенно через него же испаряется.

Между тем наблюдения над кирпичными стенами установили сквозное пропитывание стен влагой. Поэтому стены, построенные из пористых камней, обладают положительными санитарно-гигиеническими свойствами, что установлено наблюдениями проф. Нуссбаума над свойствами высокопористых стен, построенных из рейнского пемзита. (Schwemmstein).

Анализ физического процесса проникновения влаги в стены нам объясняет вообще стойкость пористых материалов, тем самым и арктического туфа, к каковому он и относится.

Рассматривая шлиф арктического туфа через лупу, видим, что в нем так же как и в пемзе, отсутствуют тонкие капилляры, между тем как было сказано, в кирпиче ручного производства их немного, а кирпичи машинного производства, приготовленные из жирной глины, почти сплошь состоят из тонких капилляров.

Проф. Нуссбаум (в журнале „Gesundheits-Ingenieur“ 1927 года № 6) пишет: „Несмотря на то, что ливень беспрепятственно и поэтому скорее проникает в широкие открытые поры нештукатуренного пемзитового камня, чем в гладкую поверхность узко-пористого машинного кирпича, несмотря на это, дождевая влага целиком остается в поверхностном слое пемзита. Но и здесь в порах пемзита остается долго воздух. Даже мельчайшие из пор слишком свободны, чтобы быть заполненными водой.“

Только поверхности и края пор смачиваются. Таким образом и во время дождей теплопроводность этого слоя относительно невелика. Зато, наоборот, и без того высокая теплопроводность быстро заполняемой сплошь влагой кирпичной кладки, вместе с заполнением почти сплошь водой, растет до двойной относительно и без того высокой теплопроводности кирпичной кладки от 0,60 до 1,20“.

Все сказанное выше проф. Нуссбаумом о влагопроницаемости в пемзите остается полностью в силе и для арктического туфа.

Поэтому опасения относительно глубокого проникновения дождевой влаги в стены из арктического туфа не имеют основания.

Наконец, практические данные построенных из арктического туфа архитектурных памятников существующих в течение многих веков без повреждения их поверхностей, устраняют опасения относительно пористых материалов вообще.

15. Воздухопроницаемость. Вследствие пористости арктических туфовых камней кладка из них быстро высыхает и обладает естественной вентиляцией, которая, как известно, приносит лишь пользу, между тем как воздух, проходящий через дверные, оконные и другие щели и трещины вызывает значительную потерю тепла.

Воздух, проходя по пути через кладку из пористых камней, обогревается, почему им не вызываются холодные воздушные течения.

Произведены лабораторные испытания на воздухопроницаемость над образцами арктического туфа различных размеров, при объемном весе туфа

до 1 007, воздушной влажности образцов туфа до 2%, при влажности пропускаемого воздуха 60-70%, при давлении воздуха равном 50 мм, 70 мм и 100 мм водяного столба.

В результате этих испытаний определен коэффициент воздухопроницаемости (γ) в (m^2/l , час. при давлении равном 1 мм. вод. столба).

γ (минимум) = 3,0; γ (максимум) = 9,0; γ (в среднем) = 5,5 m^2/l , час.

Определим теперь общий коэффициент воздухопроницаемости (β) для всей толщи стены, причем зададимся теми толщинами стен, которые получены в результате приведенных теплотехнических расчетов, а именно: 35 см; 30 см; 25 см, взятых для различных климатических районов, как обеспечивающих соответствующую теплозащиту помещений.

Общий коэффициент воздухопроницаемости определяется из формулы:

$\frac{1}{\beta} = \frac{c}{\gamma}$; откуда $\beta = \frac{\gamma}{c}$; где γ — обозначает коэффициент воздухопроницаемости; c — обозначает толщину стены. Подставляя соответствующие величины в формулу для $C_1 = 0,35$ м; $C_2 = 0,30$ м; $C_3 = 0,25$ м, определим соответственно β_1 , β_2 и β_3 . Принимая γ в среднем равным 5,5.

$$\beta_1 = \frac{\gamma}{c_1} = \frac{5,5}{0,35} = 16 \text{ (} m^2, l, \text{ час)}$$

$$\beta_2 = \frac{\gamma}{c_2} = \frac{5,5}{0,30} = 18 \text{ " " "}$$

$$\beta_3 = \frac{\gamma}{c_3} = \frac{5,5}{0,25} = 22 \text{ " " "}$$

Подставляя соответственно полученные величины для β_1 , β_2 , β_3 , определим потерю тепла Q при воздухопроницаемости в килокалориях, m^2 , час из формулы: $Q = \frac{\beta}{1000} \Delta p \cdot F \cdot S \cdot Cp (t_1^\circ - t_2^\circ)$

где: β — общ. коэффициент воздухопроницаемости,

Δp — разность давлений воздуха в мм водяного столба (для расчетов примем 10 мм водяного столба),

F — площадь в квадратных метрах (принимаем 1 m^2),

S — удельный вес воздуха = 1,2,

Cp — теплоемкость воздуха постоянного давления на количество воздуха (0,24),

$t_1^\circ - t_2^\circ$ — разность температур воздуха внутреннего и внешнего.

Вычислим потерю тепла от воздухопроницаемости для стен толщиной в 0,35 м, 0,30 м, и 0,25 м, принимая разность температур воздуха.

1) для стен 0,35 м 50°C при внут. + 20°C; внешней — 30°C

2) для стен 0,30 м 40°C " " + 20°C " — 20°C

3) для стен 0,25 м 30°C " " + 20°C " — 10°C

Таким образом подставляя соответствующие величины, определим, Q_1 , Q_2 , Q_3 .

$$Q_1 = \beta_1 \frac{\Delta p \cdot F \cdot S \cdot Cp (t_1^\circ - t_2^\circ)}{1000} = \frac{1 \times 1,2 \times 0,24 \times 50}{1000} =$$

$$= \beta_1 \Delta p \cdot 0,0114 \text{ или } =$$

$$= 16 \cdot 10 \cdot 0,0114 = 2,30 \text{ (килокал. } m^2 \text{ час)}$$

$$Q_2 = \beta_2 \Delta p \frac{1 \times 1,2 \times 0,24 \times 40}{1000} = \beta_2 \cdot \Delta p \cdot 0,0115 =$$

$$= 18 \cdot 10 \cdot 0,0115 = 2,07 \text{ (килокал. } m^2 \text{ час)}$$

$$Q_3 = \beta_3 \Delta p \frac{1 \times 1,2 \times 0,24 \times 30}{1000} = \beta_3 \cdot \Delta p \cdot 0,0066 =$$

$$= 22 \cdot 10 \cdot 0,0066 = 1,45 \text{ (килокал. } m^2 \text{ час.)}$$

16. Звукопоглощаемость арктического туфа. Краткое понятие о звуковых единицах, принятых при опытах физикомеханической лаборат. О.С.Т.К. Института прикладной минералогии.

Закон Фехнера гласит: „наше нервное слуховое восприятие пропорционально не силе звука, а его логарифму“. Это значит, что два звука силой 10 и 100 000 единиц производят на нас впечатление один слабее другого не в десять тысяч раз, а всего в 5 раз.

На основании этого закона и считаясь с практическими удобствами, американскими исследователями в области звука принята единица „Sensation Units“, обозначаемая сокращенно (S.U.), в дальнейшем обозначаемая „слуховая единица“ (S.U.)

Интенсивность звука, выраженная некоторой величиной (S.U.) понимается так, что уменьшение этой интенсивности звука на такую же величину (S.U.) доводит силу звука до порога слышимости.

Это уменьшение в абсолютной мере выражается числом 10, возведенным в степень $= \frac{S.U.}{10}$

Примеры: 1) Нам необходимо уменьшить интенсивность звука шума помещения машинописи на 70 S. U. или $10^7 = 10\,000\,000$ раз, чтобы сделать этот шум неслышимым для уха.

2) Чтобы довести до порога слышимости разговорную речь порядка 40 S. U., нужно уменьшение звука в 10^4 раз, т. е. в сто тысяч раз.

В нижеследующей таблице приведены величины наиболее встречающихся на практике интенсивностей звука в единицах (S. U.) и фонах.

Зависимость между интенсивностями различных звуков, выраженных в (S.U.) и фонах

№ по пор.	Наименование различных звуковых источников	Логарифм физическ. интенсивн. звука.	Число	Фоны
			S. U.	
1	Ощущение боли; звук автомобильного двигателя без глушителя	10^{15}	150	15
2	Громкий автомобильный гудок	10^{14}	140	14
3	Штамповальн. мастерская, автомобильн. гудок средней силы	10^{13}	130	13
		10^{12}	120	12
		10^{11}	110	11
4	Шум аэроплана, скрипка фортиссимо	10^{10}	100	10
5	Громкий будильник	10^9	90	9
6	Скрипка	10^8	80	8
7	Шум в комнате машинописи	10^7	70	7
8	Разговорная речь	10^6	60	6
		10^5	50	5
		10^4	40	4
9	Тихая музыка в помещении	10^3	30	3
10	Средней силы шопот на расстоянии 1,5 м	10^2	20	2
11	Шелест листьев	10	10	1
12	Порог слышимости	0	0	0

Примечание автора. В виду малой популяризации у нас в специальной литературе вопросов опытных звуковых свойств различных строительных материалов и конструкций и данных об исследовательских методах получения звуковых констант для них, считаю полезным более подробно коснуться данного вопроса.

При недостаточной толщине стены часть звука проникает в соседнее помещение, где уже с меньшей силой повторяются вышеуказанные явления.

В усилении проникновения звуковой энергии, помимо поглощательной способности материала стены, существенную роль играет конструкция самой стены, т. е. наличие в основном материале стены других более звукопроводных материалов, как-то железа, гвоздей и пр., а кроме того усиление звуковой энергии зависит от размеров стены, возможности появления колебательных поперечных движений в самой стене подобно мембране.

Эти условия звукопередачи не являются характерными для самого материала и не зависят от его свойств, а потому при определении звукопередачи нужно либо пренебречь этими явлениями или принять в расчет, если количественно они нам известны.

Несколько иначе обстоит с передачей звука через конструктивные части зданий (Bodenschall) — фундамент, стены, пол, потолок и т. д., вследствие удара по стене или при хождении и проч.

Ударные звуки, обладая большей интенсивностью и легко распространяясь по хорошим проводникам звука, каковыми являются почти все части здания причиняют гораздо более беспокойства, нежели источники звука, возникающие в воздухе. В этом случае интенсивность звука не уменьшается отражением и поверхностным поглощением самой стены и требует от строителей особой меры защиты от такого рода звуков, проводниками коих являются всякого рода армированные конструкции, сети труб различного назначения и пр.

Задача изоляции звука вообще очень трудна, но она особенно трудна при передаче звука через материальные конструкции.

Выше была приведена сводная таблица, показывающая интенсивность звуков различного происхождения, наиболее встречающихся на практике, полученных опытным путем.

Числовые данные о поверхностном и внутреннем поглощении звука различных строительных материалов имеются также в сводках американских, английских и германских лабораторий. Эти данные представляли бы большой интерес, если бы не трудности сравнения их между собой. Кроме этого особенности исследованных материалов и конструкций, приведенные в них, весьма отличаются от встречающихся в нашей практике, вот почему для наших целей трудно извлечь из них полезные исследованные конструкции.

Ниже мы постараемся привести некоторые данные для общего представления, а также сопоставления с результатами, полученными для арктического туфа и других материалов по данным физико-механической лаборатории О. С. Т. К. Института прикладной минералогии.

Звукопоглощение строительных материалов, выраженное в слуховых единицах (S. U.) по данным физико-механ. лабор. отд. строит. и техн. камня Института прикладной минералогии.

№	Наименование материала.	Объемный вес в $кг/м^3$	S. U. на 1 см толщины	Примечание.
1	Арктический туф	1 080	4	Среди из 3-х образцов, минимум 3, максимум 4,6.
2	Керченский ракушечник	1 280	2,6	Среди при мин. 1,0 и максим. 3,6.
3	Евпаторийский ракушечник	1 285	0,95	Среди при мин. 0,9 и максим. 1,0.
4	Трепельный кирпич	1 000—1 100	3	
	" " " " " " " "	600—760	2,2	
5	Береза	—	3,5	
6	Ель	—	2,6	
7	Фибролит	—	3,9	
8	Войлок	—	2,4	Толщина 60,8 мм, вес. 1,6 $кг/м^2$

Приведенные цифры надо понимать так:

Пример 1. Нам нужно построить стену между двумя помещениями, в одном из коих имеется источник звука, интенсивность которого по таблице оценивается в 150 S. U.

Возьмем как строительный материал артикский туф, коэффициент звукопоглощения по таблице = 4. S. U.

Чтобы определить требуемую толщину такой стены, которая поглотит шум и сделает его неслышным для уха, нам нужно получить частное от деления интенсивности звука в слуховых единицах (S. U.), на коэффициент поглощения звука данного материала на 1 см толщины, тогда для артикского туфа получим

$$\frac{150}{4} = 38 \text{ см}$$

Если же взять толщину стены 35 см, то такая стена в состоянии поглотить шум порядка $35 \times 4 = 140$ S. U., в этом случае останется непоглощенный и проникшим в соседнее помещение шум, равный $150 - 140 = 10$ S. U., по силе равный шелесту листьев, что, конечно, беспокоить слуха не может. (см. табл. на стр. 43).

Вывод — если стена толщиной в 35 см обеспечивает проникновение шума высшего порядка, то при этой толщине стены все шумы низшего порядка, конечно, будут поглощены полностью.

Пример 2. Возьмем то же для керченского ракушечника (коэффициенты см. табл. на стр. 44) коэффициент поглощения 2,6 (S. U.) тогда требуемая толщина стены для поглощения звука силой 150 (S. U.) выразится:

$$\frac{150}{2,6} = 58 \text{ см}$$

Пример 3. Возьмем то же для евпаторийского ракушечника. Коэффициент поглощения 1,0, тогда получим требуемую толщину 150 см.

Свойства отражения звука и поверхностного поглощения данного материала представляют интерес, поскольку последний подходит к материалам, не отражающим звук и имеющим наибольший коэффициент поверхностного поглощения, полезных с точки зрения сокращения вредных многократных отражений звуков от поверхности стены.

Длина волн, встречающихся в практических условиях, колеблется в пределах от 5,3 м до 7 см при числе колебаний в секунду от 64 до 4 096.

Сравнивая скорость звука 340 м/сек со скоростью света 300 000 км/сек., мы видим колоссальную разницу этих скоростей; также колоссальна разница между длиной звуковых волн и световых.

Это последнее обстоятельство имеет весьма существенное значение в вопросе отражения звука от поверхности.

Вследствие такой громадной разницы между длинами световых и звуковых волн отражательная способность поверхностей будет совершенно различна.

Если обычная штукатуренная стена по отношению к звуковой волне достаточно зеркальна, чтобы полностью отразить звук, то для световой волны достаточно шероховата, чтобы поглотить световые волны.

В строительной практике часто встречаемся с таким положением, когда для архитектурной акустики требуется максимальное поверхностное поглощение стен. Коэффициент поверхностного поглощения необходим для расчета реверберации данного помещения.

Для большинства материалов эти коэффициенты разнятся между собой очень незначительно.

Эти коэффициенты больше для крупнопористых или ячеистых поверхностей при соответствующей глубине пор, чем для мелкопористых или

гладких, которые по отношению к звуковой волне являются поверхностями зеркальными.

Возьмем данные (по табл.) наблюдений для сравнения коэффициента поверхностного поглощения некоторых строительных материалов в сравнении с арктическим туфом. Приведенные в таблице числа показывают количество поглощенной звуковой энергии по отношению к падающей на 1 м^2 данной поверхности.

Таблица эта составлена на основании данных физико-механической лаборатории ОСТК Ин-та прикладной минералогии (для звука 850 герцов).

За единицу принято открытое окно.

№№		Коэффц.	Примечание.
1	Открытое окно	1	
2	Арктический туф	0,045	
3	Цемент Сореля	0,040	
4	Пробковая пластина	0,036	
5	Асбестовая пластина	0,033	
6	Кирпичная стена по Watson'y	0,032	
7	Стекло по Watson'y	0,027	
8	Ракушечник средне-зернистый	0,21	
9	Зернистый	0,18	
10	Тоже крупно-зернистый	0,24	
11	Акустолит (искусственн. пластины толщ. 22 мм, цементированные глиняными черепками, тонкой выделки)	ср. 0,36	
12	Акусто-Гелотекс: фибритовая плита толщ. 22 мм с высверленными углублениями диаметром в 4,7 мм, глубиной отверстий 12 мм, числом отверстий 4 900 на м^2 :		Специальные
	А. отверстиями внутрь	ср. 0,20	искусственные
	В. отверстиями наружу, т. е. в сторону направления звуковых волн	ср. 0,40	материалы.
13	С. То же толщиной 48,5 мм, \varnothing 4,7 мм глубиной отверстий 28 мм, числом отверстий 4 900 .	0,55	
14	Арктический туф толщ. 25 мм, отверст. диам 5 мм, глубин. 15 мм, числом 5 000 отверст. на 1 м^2 , обклеенный со стороны отверст. и бумажной материей и покрытый масляной краской	—	

Поверхностное поглощение.

Коэффициент поверхностного звукопоглощения арктического туфа (см. табл.) в естественном виде хотя больше некоторых других материалов, но превосходит их незначительно. Наравне с другими материалами коэффициент поверхностного поглощения арктического туфа значительно ниже искусственных, специально изготовляемых, материалов с высоким коэффициентом поверхностного поглощения, как то: акустолит, разные типы акустогелотекс и пр. Но в отличие от других обычных строительных материалов арктический туф допускает соответствующую обработку поверхностей с целью уменьшения отражательной способности.

Видоизменение поверхности арктического туфа заключается в устройстве на поверхности отверстий диаметром до 5 мм, глубиной до 15 мм и числом до 5 тысяч на 1 м²

Такая поверхность значительно увеличивает коэффициент поверхностного поглощения.¹⁾

С эстетической точки зрения такая поверхность внутри помещений может быть обклеена бумажной материей и покрашена.

Отверстия на поверхности стены могут быть сделаны после окончания работ механическим способом, или же применяются плиты указанного типа, уже приготовленные заводским путем. Последнее удобно при необходимости улучшения акустики в существующих зданиях.

В ы в о д ы.

1) Из приведенной на стр. 44 таблицы видно, что арктический туф имеет коэффициент внутреннего поглощения звука наибольший (4 S. U.) из всех приведенных коэффициентов других материалов и может служить уже при незначительной толщине 35 см для поглощения звуков высшего порядка 150 S. U.

2) Стена из арктического туфа толщиной 15 см достаточна для поглощения шума порядка (60 S. U.), т. е. громкой разговорной речи,

Задачи строителя сводятся:

1) к уменьшению возможности сообщения звука через щели, трещины в стенах, в дверных и оконных проемах и всяких других отверстий, усиливающих непосредственную передачу звука, и для изоляции должны быть тщательно заделаны;

2) к обезврежению путем применения преград, отражающих звук обратно воздушных каналов и проч.

3) к принятию мер изоляции в частях зданий, наиболее подверженных передаче звука через материальные конструкции.

4) В необходимости уменьшения многократных отражений звука от поверхностей стен в залах общественного пользования, предназначенных для зрелищ, аудиторий и проч., используя те или иные способы увеличения поверхностного поглощения туфовых стен.

¹⁾ Коэффициент поверхностного поглощения зависит от высоты тона, т. е. от числа колебаний в секунду, и для различных высот будет разным.

III. ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА АРТИКСКОЙ ТУФОВОЙ ЛАВЫ В ТЕХНИКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА.

Суммируя данные результатов исследований, приведенных в предыдущей главе, констатируем, что арктические строительные туфовые лавы представляют весьма ценный строительный материал:

- 1) малого объемного веса, т. е. легкий;
- 2) значительной прочности и долговечности;
- 3) с малой тепло-и звукопроводностью;
- 4) совершенной огнестойкостью и
- 5) вполне удовлетворяющий санитарно-гигиеническим требованиям, обеспечивающим здоровые жилища.

Рациональное использование всех природных свойств данного материала в строительстве и составляет нашу задачу.

Кроме перечисленных выше свойств заслуживают быть отмеченными и другие свойства туфовой лавы, полезные в технике строительства.

а) Легкость обработки—свойство весьма полезное в строительстве, конечно, при прочих положительных качествах материала. Малая сопротивляемость туфовой лавы стиранию служит этому причиной. Обработка материала может быть произведена как вручную, так и механическим путем. Обработка эта может быть вызвана необходимостью придать камню нужную форму или величину или при отделке поверхности, распиловке камня, пригонке в швах, сверлении дыр, долбления гнезд, обработке изделий на токарных станках и прочее; всем этим требованиям материал туфовой лавы поддается весьма легко и просто всеми известными инструментами, употребляемыми в обычном строительстве: пилами поперечными, лучковыми, топорами, долотами и пр.

Надо, однако, иметь в виду, что туфовая лава, стираясь сама легко, значительно стирает также и металл инструмента. Поэтому для инструментов необходимо употреблять сталь большой твердости, в противном случае стирание инструмента вызывает частую правку и точку для ручных инструментов, приготовляемых из обычной стали. Конечно, предпочтение надо дать механическим инструментам, в особенности, при крупном масштабе применения на месте работ в строительстве туфовых лав.

Для этой цели могут служить электрическая энергия, сжатый воздух, пневматические инструменты, распиловочные машины, отделочные, шлифовальные и прочие должны быть достоянием каждой более или менее значительной постройки. Существуют разнообразные машины, предназначенные для строительных работ, как-то: паровые, пневматические, электрические, электро-пневматические, работающие на тележках, энергией которых приводятся в движение требуемые стационарные или передвижные инструменты.

б) Гвоздимость материала весьма ценное свойство, этим в достаточной степени для строительных целей обладают арктические туфовые лавы.

В строительной практике гвоздимость открывает широкие возможности использования этого свойства туфовой лавы для различных конструктивных целей, получая средство после пригонки конструктивных частей между собой сшивать их гвоздями. Гвоздь в туфовую лаву входит и держится в ней с одинаковой прочностью, как и в дереве, причем длина гвоздя не имеет

существенного значения, но толщина, во избежание откалывания, должна быть выбрана надлежащего сечения и при соблюдении соответствующей отступы от кромки (несколько больше, чем при дереве) можно гвоздить без повреждения.

Туфовые камни или плиты можно шпивать гвоздями меж собой; точно также хорошо шпивается туф с деревом или металлом (рис. 28).

Естественно, что это свойство имеет особое значение при необходимости закрепления деревянных конструктивных частей с туфовыми, например, туфовых плит с балками; деревянные прогоны, мауэрлаты, оконные и дверные коробки со стеной, точно также скрепление дверных коробок при перегородках из туфовых плит. При необходимости ввести в конструкцию строения из туфа сейсмостойких каркасов и проч.

Свойство гвоздимости приобретает особенное значение в отношении возможности соединения между собой металла и туфа, в особенности когда является необходимым ввести армировку туфа в некоторых конструкциях, как например, в перегородках, перемычках, опорах, междуэтажных перекрытиях и пр.

Наконец, свойство гвоздимости может быть широко использовано в беспалубных обоймно-футлярных железобетонных конструкциях, когда заполнителем для теплозащиты служит туф и когда деревянная палуба может быть вполне заменена туфовыми плитами. В таком случае деревянная палуба для междупролетных опор, прогонов между ними и проч. балок может быть вполне заменена палубами из туфовых плит.

Примечание. Применение туфа в беспалубно-обоймно-футлярных железобетонных конструкциях имеет плюсы:

- 1) значительная экономия расхода древесины (за исключением подпорок под балки перемычки и пр.);
- 2) возможность одновременно вести кладку каркаса и стен;
- 3) отпадает необходимость раскружаливания;
- 4) туфовый обоймный футляр служит одновременно утеплителем железобетонных конструкций и облицовкой;
- 5) обоймофутляр служит прекрасным предохранителем в силу кислотоупорности для защиты от вредных влияний газов на железобетонные конструкции.

К особенностям туфовой лавы, вследствие ее гвоздимости, относится также возможность прикреплять выступающие на поверхности фасада профили в виде карнизов, тяг, наличников и проч. после возведения стен, а не одновременно, прочно и плотно прикрепляя их гвоздями к самой стене.



Рис. 28.

в) Средства сцепления туфа с туфом и другими материалами. Пористая поверхность является прекрасным основанием для сцепления туфовых камней всевозможными растворами.



Рис. 29.

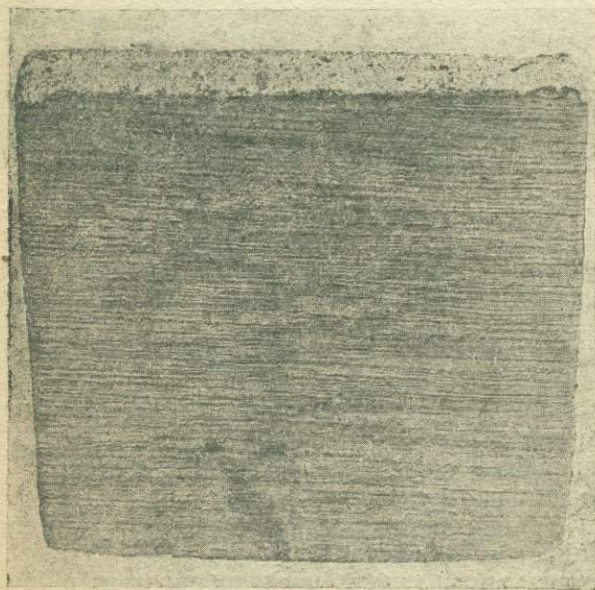


Рис. 30. Оклейка туфа фанерой на столярном клее.

Связующим веществом могут служить воздушные растворы, гидравлические, или сложные, по составу ничем не отличающиеся от тех, которые применяются для обычной каменной кладки.

От способа соединения отдельных камней, их обработки, величины и требуемой прочности и других условий будет зависеть применение того или иного из указанных выше растворов.

Весьма прочное сцепление в швах достигается при использовании различных битуминозных составов, эластичных в горячем состоянии и твердеющих после остывания, например: смеси каменноугольного гудрона с гравелистым песком туфовой лавы, получаемым от раздробления остающихся отходов на месте работ.

Этот же туфовый песок может быть использован в соответствующей смеси с асфальтовыми гудронами.

Таким образом, взамен обычных растворов, могут быть использованы смеси туфового песка с различными гудронами, как природными, так и экстрагированными из битуминозных пород, а также гудронами, получаемыми из нефтяных отходов, получающих за последнее время широкое распространение.

Кислотоупорность туфовой лавы позволяет допускать для данной цели гудроны низких сортов в смысле содержания в них кислых остатков и прочих примесей, не ослабляющих требуемую

предельную прочность как заполнителя в швах.

Какие преимущества имеет применение асфальтовых составов взамен обычных растворов:

1. эти составы позволяют вести работу круглый год, т. е. и в зимнее время;
 2. эти составы теплые и не могут отразиться на теплотехническом режиме стен, сложенных из туфов;

3. утилизируются отходы туфа на строительстве;

4. сухой способ ведения кладки (т. е. отсутствие мокрой работы) допускает возможность немедленно по окончании работ приступить к отделке и немедленному заселению, так как в выдержке помещений до заселения необходимости не будет.

Само собой разумеется, что асфальтовые растворы могут быть допущены, когда последние экономически выгоднее, нежели обычные растворы.

Нет смысла и, конечно, экономически невыгодно и сложено применение асфальтовых растворов тогда, когда расходуемое количество раствора неизменно такое же, какое требуется для обычной кладки. Но как только возникает вопрос о применении укрупненных элементов для кладки стены, каковыми являются блоки туфовые, в особенности с начисто обработанными постелями, тогда, безусловно, применение асфальтовых растворов становится вполне выгодным.

Раствора идет на 1 м^2 стены толщиной в 35 см и при толщине шва 10 мм $0,007 \text{ м}^3$, из коих только 17% весовых составляет асфальтовый гудрон или камнеугольный и др. гудроны, что составит на 1 м^2 стены гудрона $0,00126 \text{ м}^3$.

Для сравнения возьмем расход раствора для кладки кирпичей стены толщиной в два кирпича, где на 1 м^2 расходуется раствора $0,12 \text{ м}^3$.

Наконец, необходимо упомянуть, что туфовая лава отлично склеивается столярным клеем, причем можно склеивать не только туф с туфом, но и туф с деревом. (рис. 29).

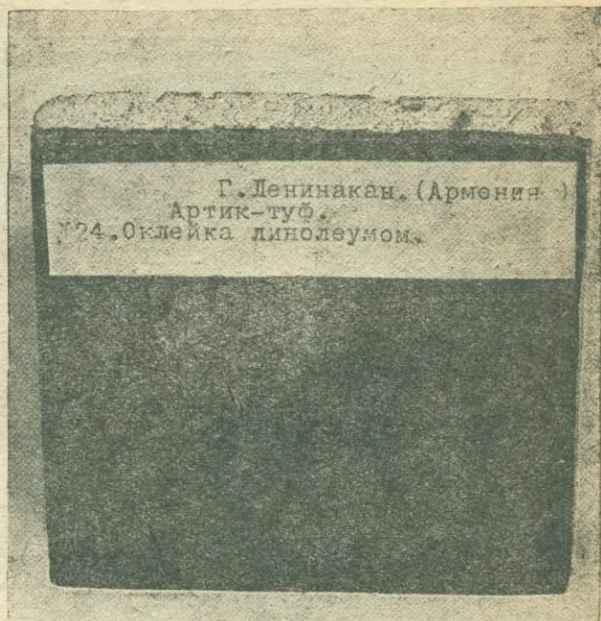


Рис. 31.



Рис. 32.

Это свойство, основанное на мелко-пористой поверхности туфовой лавы и ее малой гигроскопичности, допускает использовать соединение дерева посредством склеивания столярным клеем исключительно внутри помещений,



Рис. 33.

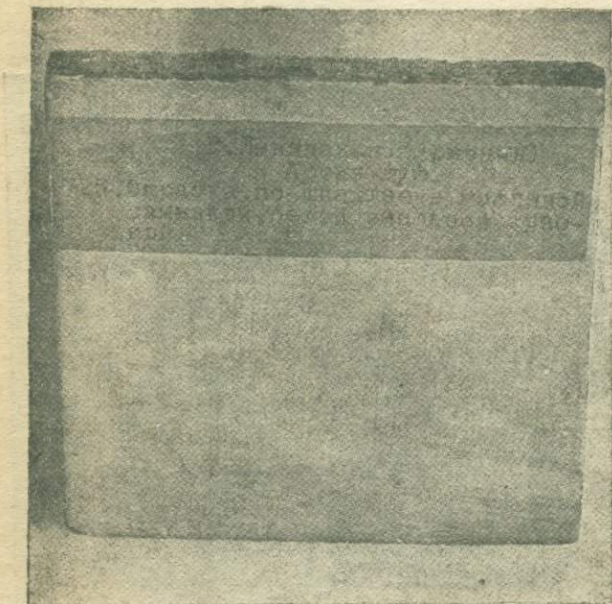


Рис. 34.

защищенных от резких колебаний температур и непосредственного действия влаги на такие поверхности. Склеиванием особенно удобно пользоваться в случаях необходимости плотного соединения деревянных частей, как то: дверных и оконных коробок, наличников, плинтусов и пр., с туфовыми поверхностями.

Далее, это свойство особенно удобно в отношении возможности обклеивания внутри помещений туфовых стен, перегородок, потолков однослойной мебельной фанерой с полным подобием оклейки дерева фанерой; оклеивать возможно также клеенкой, линолеумом и проч. (рис. 30 и 31).

Пористая после чистой обработки поверхность туфа дает отличное основание для заполнения поверхностных пор и получения гладкой поверхности для потребной отделки.

В зависимости от назначения подготовки стены для соответствующей отделки, выбирается состав затирки или шпаклевки. Этой цели могут служить известковые, цементные растворы, гилсы, всевозможные замазки на клею, на масле. Туф шпаклюется на подобие дерева, причем соединение шпаклевки с туфом имеет ряд преимуществ, а именно: сцепление с туфом прочнее, чем с деревом; основание туфа не может коробиться, давать трещины, пузырьки, отклейку и пр. Поэтому, при употреб-

лении в строительстве туфовых камней чистой обработки, отпадает необходимость штукатурки, и вся работа внутренней отделки стен и проч. ведется по непосредственной подготовке стены одним из вышесказанных способов.

Побелка, окраска на масле, на клею, оклейка обоями и проч. производятся обычными способами малярной техники (рис. 32, 33, 34 и 35).

Прочие основания в технике внутренней отделки помещений допускают широкое применение новейших механических аппаратов для исполнения отдельных работ; главным образом аппараты, действующие сжатым воздухом, т. е. пульверизацией.

Превосходным основанием служит туфовая лава и для фресковой монументальной живописи, по своим свойствам допускающим облегченную технику исполнения фресковой живописи, а также долговечность, прочность и размеры. По этому вопросу будет мной более подробно изложено особо.

Пористость туфовой лавы позволяет видоизменять свои некоторые физические свойства, перечисленные выше.

В прессах под соответствующим давлением имеется возможность частично или полностью наполнить поры тем или иным составом, в зависимости от цели. Например, вопрос стандартизации печного производства, над чем до сих пор ведется тщательная работа с другими материалами. Между тем, изготовление отдельных укрупненных элементов стандартных типовых печей из туфовой лавы не представляет никаких затруднений, упрощая неизмеримо все этапы такого производства и его применения в строительстве печей.

Учитывая высокую огнестойкость и теплотехнические свойства туфовой лавы, надо лишь принять меры к увеличению коэффициента теплопроводности. Вот для этой важной отрасли промышленности, как производство стандартных печей, нужно воспользоваться свойствами туфовой лавы, допускающей видоизменение свойств путем пропитки стандартных элементов изделий глинистым раствором, или для придания водонепроницаемости—пропитка водоизолирующими составами и проч.

Установлена исключительная для естественных строительных материалов способность туфовой лавы допускать глазуровку, дающую такой же эффект, как и керамические изделия.

Глазурованные туфовые плиты имеют зеркальный блеск, любой цвет, в зависимости от красящих веществ глазури, и водонепроницаемость (рис. 36).

Эта новизна применения глазури для естественных камней нигде до сих пор не использовалась. Не уступая по качеству керамическим плитам, она в производстве значительно проще и дешевле. Такие изделия из туфовой лавы могут служить тем же целям для отделки помещений, требующих гигиены и чистоты.

Свойство туфовой лавы плавиться при температуре 1120°C может быть использовано для строительных целей. В результате плавки получается стекло; таким образом, эта возможность может быть использована как для

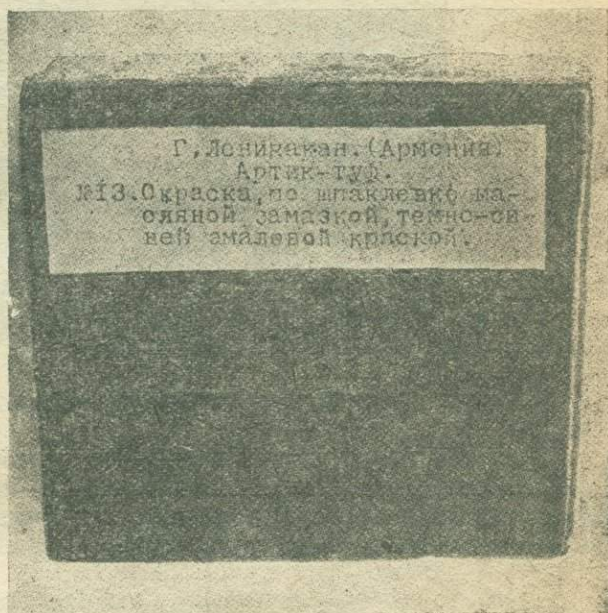


Рис. 35.

целей стекловарения, так и в строительной практике, для пайки швов и плавки поверхностей туфовых камней для получения монолитных водонепроницаемых и кислотоупорных поверхностей, химически и механически связанных с основным материалом.

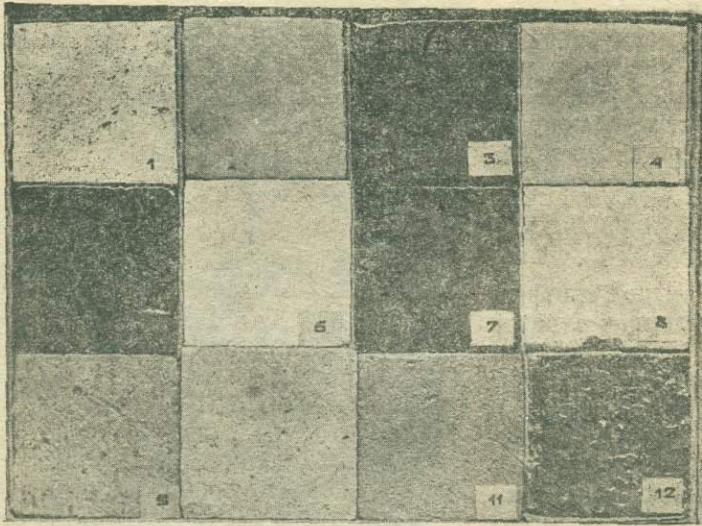


Рис. 36. Глазурованные поверхности туфовых плиток.

Этот последний вопрос не имеет достаточной исследовательской и лабораторной подготовки для практического использования, но, несомненно, при дальнейшей проработке возможно получить весьма полезные результаты для специальных строительных целей.

IV. ПРОДУКЦИЯ И СТАНДАРТЫ АРТИКСКОГО ТУФА.

Переходя от теоретической и научно-исследовательской части к практическому использованию полученных результатов в строительстве, где рациональное применение туфовой лавы является конечной целью, эта последняя зависит от наиболее выгодных размеров камня, удобных для строительных конструкций, обоснованных соответствующим учетом всех технических свойств камня, считаясь одновременно с условиями добычи и обработки камня в карьерах.

Согласованность в требованиях науки и техники как в строительстве, так и в добыче и обработке является залогом общей экономической и технической эффективности использования материала в целом.

Вот почему имея налицо ценнейшие свойства туфовой лавы, допускающие вполне эффективную утилизацию ее в строительстве, необходимы такие установки для производства, которые допускали бы рациональное и экономически выгодное производство необходимого материала для строительства, и максимальное удешевление продукции.

С одной стороны максимальное снижение стоимости продукции на производстве зависит от рационализации добычи, с другой стороны от полной утилизации разнообразной продукции, получаемой от производства.

Первая часть вопроса не входит в задачи настоящего труда, но вторая часть является практической задачей строительства для утилизации всей получаемой продукции от добычи и обработки. Эту часть вопроса рассмотрим подробнее.

Размеры отдельных элементов туфовых камней зависят от естественных условий месторождений туфовой лавы, а также условий добычи и обработки. Следовательно, те выгодные размеры камня для строительства, которые будут установлены с учетом всех физико-механических и технических свойств камня, должны быть технически возможны при добыче и обработке туфовой лавы на предприятии Артик-туф. Поэтому весьма существенным является установление стандартов продукции туфовой лавы.

Стандарты эти, устанавливая с одной стороны более или менее постоянные условия для производства, с другой освобождают производство от всех тех разнообразных требований, которые при каждом отдельном проектировании и стройке будут иметь место при реализации заказа на предприятии.

Следовательно, стандарты необходимы и производству и строительству для согласования спроса и производства, при соблюдении таких правил и установок, которые не стесняли бы ни производство, ни потребление в пределах разумно необходимого.

Начнем с возможностей добычи и обработки туфовой лавы на предприятии Артик-туф.

Предельные максимальные размеры камня зависят от степени трещиноватости породы и степени удобства для транспортно-подъемных установок, а также добывающих и обрабатывающих механизмов. Максимальные объемы отдельных частей могут достигать до 5—6 м³ и даже исчисляться десятками кубометров. Возможно таких объемов иметь значительное количество, в виду огромности запасов, но это обстоятельство не может иметь практического значения для нашей цели. Предельные минимальные раз-

меры—это порошок туфовой лавы, получаемый в результате добычи и обработки ¹⁾).

Поэтому наши искания в области рациональной утилизации природных богатств туфовой лавы должны заключаться в пределах необходимого для строительства.

Классификация продуктов производства может быть произведена: 1) по величине, т. е. по их размерам, 2) по степени их обработки на производстве, 3) по назначению в строительстве.

А. Классификация по величине в свою очередь может быть подразделена на следующие виды:

Тип 1) Блоки для стен толщиной, удовлетворяющей требованиям теплотехническим, прочности и звукопоглощаемости.

Тип 2) Плитки различной толщины, для перегородок, междуэтажных перекрытий, кровли и других целей в зависимости от назначения.

По высоте блоки и плиты должны быть таких размеров, чтобы кладка из них не требовала дополнительной отпилки, осложняющей работы на стройке, т. е. размеры высот их должны быть кратны установленным стандартным нормам помещений.

По длине блоки и плиты могут быть различных размеров, и для них нет необходимости устанавливать жесткие размеры, тем более, что это стеснило бы как производство, влияя на повышение стоимости продукции, так и проектировку, а также стесняя и само производство строительных работ. Вес таких блоков может колебаться от 35 до 420 кг и более. (Не исключается возможность иметь блоки и больших размеров, по специальному требованию на особые цели).

Тип 3) Камни формы параллелоипеда, имеющие один стандартный размер для толщины стены, остальные размеры длины и высоты произвольные; такие камни могут получаться вследствие их маломерности по высоте, т. е. когда размер высоты или длины не кратен установленной высоте стандартных блоков.

Камни этого сорта могут быть подразделены на мелкие и крупные. а) К крупным могут быть отнесены камни весом от 35 до 150 кг. в) К мелким могут быть отнесены камни весом от 16 до 100 кг.

Тип 4) К стеновому материалу могут быть отнесены постелистые неправильной формы камни, весом от 15 до 60 кг и более.

Тип 5) Отходы, получаемые в результате добычи и обработки камня, а именно:

а) бут разнообразной величины и веса.

б) щебень крупный и мелкий.

в) песок, получаемый в результате механической добычи и обработки.

Классификация по степени обработки поверхностей туфовых камней.

Кроме размеров камней и плит, в производстве имеет немаловажное значение и степень обработки поверхностей, изготовляемых для строительства, это последнее зависит от того или иного способа обработки материала на предприятии.

Поверхности по обработке могут быть трех видов:

1) Чистые поверхности, получаемые в результате распиловки туфа на дисковых станках, (см. рис. 38).

¹⁾ В настоящем труде не представляется возможным подробно остановиться на вопросе механизации добычи и обработки туфа. Интересующимся этим вопросом рекомендуем ознакомиться с трудами А. А. Иванчина-Писарева, Н. Б. Левенца и Д. Г. Числиева „Арктические строительные туфовые лавы“, а также Г. Е. Трофименкова Журнал Строит. Промышл. №№ 11, 12.

2) Мелко-волнистые поверхности, получаемые в результате распиловки туфа стальными канатами или от распиловки врубовыми машинами, (см. рис. 39).

3) Грубые поверхности, получаемые в результате перфораторной или ручной околки камня для придания ему первоначальной формы параллелепипеда, (см. рис. 40).



Рис. 37. Разрез плавленной туфовой поверхности.

Последние потребуют в строительстве той или иной степени, дальнейшей ручной или механической обработки и в работе мало чем будут отличаться от обычных способов кладки стен из тесаного камня.



Рис. 38. Поверхность туфа, полученная распиловкой на дисковых станках.

4) Наконец, могут быть камни с поверхностями комбинированной обработки, в сумме применения того или иного из способов, описанных выше.

Классификация по назначению камней и плит в строительстве.

От рода постройки, ее конструкции и технических возможностей на стройке зависит применение того или иного типа камней туфовой лавы.

Все типы приведенных выше камней могут быть использованы в различных конструкциях, как стеновой материал, но не в этом суть полного использования свойств туфовой лавы.

Основное значение туфовой лавы это не то, что она может заменить кирпич или другой стеновой материал, эта замена не является существом вопроса.

Основная проблема применения туфа в строительстве это—полное использование универсальных свойств материала, позволяющих видоизменение существующих методов строительства путем максимальной механизации работ: и возведения постройки во всех главных конструктивных частях, как то стен, перегородок, междуэтажных перекрытий, кровли и пр. из одного строительного материала. Осуществление такой задачи в строительстве нам под силу с теми техническими кадрами, теми рабочими и материалами, которые у нас имеются.

Поэтому рассматривая в дальнейшем отдельные типы камней, мы, главным образом, остановим наше внимание на блоках и плитах, как основном материале для рационализации строительства.

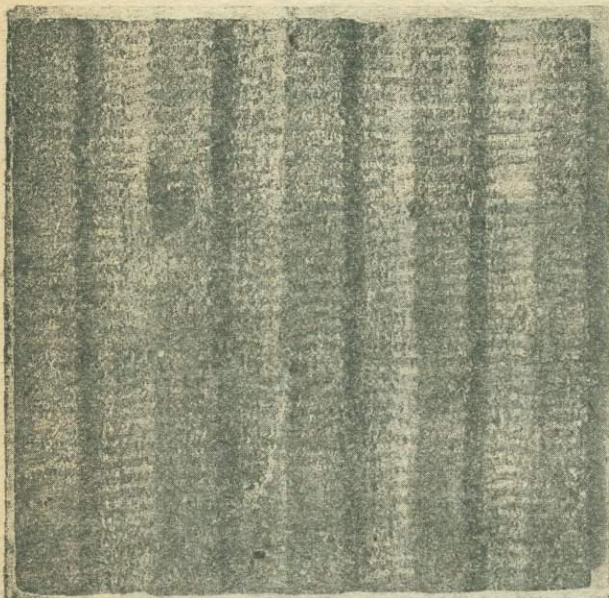


Рис. 39. Волнистая поверхность, полученная от распыловки на канатных станках.

По имеющимся данным теплотехнических свойств туфовой лавы, нами были установлены потребные толщины стен для различных климатических зон. Согласно условиям и нормам для теплотехнического расчета трудов Комитета по строительству при СТО, эти размеры толщины стен из туфовой лавы нами определены: в 35 см, 30 см. и 25 см; этим нормам должны отвечать толщины блоков, в зависимости от климатических условий места применения туфовой лавы в строительстве—это первое положение при стандартной выработке продукции.

Второе положение—это размеры высоты блока.

Эта последняя величина, главным образом, как было сказано, во избежание излишней работы на стройке,

должна быть кратной стандартной этажной высоте помещения, установленной нормами; такая высота для жилых помещений определена в 3,20 м.

Следовательно, кратная величина такому размеру будет 0,80 м или 0,40 м. Этот размер высоты блока удобен и для высоты в 4 м при соответствующем подборе высоты рядов в 0,80 м и 0,40 м возможно близко подойти к требуемым высотам в промышленном строительстве.

Итак, едва ли будет другая высота более подходящей, тем более, что эта высота камней подходит также к условиям добычи и обработки камней и приемлема для применения их в строительстве. Итак, высоту блока обуславливаем размером 0,80 м.

Остается длина камня. Эта длина может быть произвольной, но для правильной кладки при соблюдении перевязки в вертикальных швах эта длина может быть обусловлена величиной в 1 м, а также размерами большими и меньшими одного метра, но кратными одному метру, т. е. 0,25, 0,50, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50 и т. д. Конечно, пригодны и размеры промежуточные, которые могут быть использованы в соответствующих местах.

Ассортимент рекомендуемой продукции в результате может вполне удовлетворить выводам научно-исследовательской работы, техно-экономиче-

ских потребностей строительства и горно-технических возможностей добычи и обработки при условии полной утилизации всей получаемой разнообразной по размерам продукции, при чем ставится в условие, что в качественном отношении вся продукция, к какому бы виду по размерам она ни была отнесена, сохраняет постоянно средние коэффициенты, приведенных в главе физико-механических свойств туфовой лавы.

Перечень ассортимента продукции, рекомендуемой для строительства по размерам.

1) Блоки толщиной: 0,35 м, 0,30 м, 0,25 м, высотой: 0,80 м и 0,40 м, длиной: 0,25 м, 0,50 м, 0,75 м, 1,00 м, 1,25 м. и более (Допускаются длины и промежуточные).

По роду обработки поверхностей могут быть: а) Блоки, имеющие две грани А (служащие внутренней и наружной поверхностями стен) канатной распиловки (см. рис. 41)

б) две грани Б чистой поверхности, калиброванные на дисковых станках (грани Б служат постелями) и две грани В грубой околки;

в) или все 4 грани Б и В чистой поверхности, калиброванные на дисковых станках; г) наконец, все 4 грани Б и В грубой околки. Вес таких блоков от 40 до 400 кг и более. Назначение таких блоков как основной стеновой материал.

2) Плиты (рис. 43) толщиной (с) от 0,08 до 0,20 м, шириной (б) от 0,40 до 0,50 м длиной (в) от 0,50 до 1,00 м. Обработка поверхностей А и граней Б и В таких плит чистая, обработанная на дисковых станках. Назначение таких плит для перегородок и междуэтажных перекрытий и проч.

Плиты (рис. 42), имеющие одну чистую поверхность А, противоположная поверхность А может быть грубой обработки, при гранях Б В чистой обработки. Такие плиты могут быть использованы или как стеновой материал, составляя толщу стены из двух камней с вертикальным средним швом или при стенах с засыпкой сердцевины стены. Последнего вида плиты будут получаться, как горбыли, при распиловке блоков на плиты.

3) Камни крупные не подходящие размерами к указанным выше блокам толщиной (с) 0,35 м, 0,30 м, 0,25 м; высотой (б) 0,35 м и меньше; длиной (в) различной (в указанных пределах для блоков). Рис. 44.

Обработка двух граней А полустой канатной распиловки, граней Б и В грубой околки. Назначение таких камней исключительно для кладки



Рис. 40. Поверхность туфа обработки пневматическими молотками.

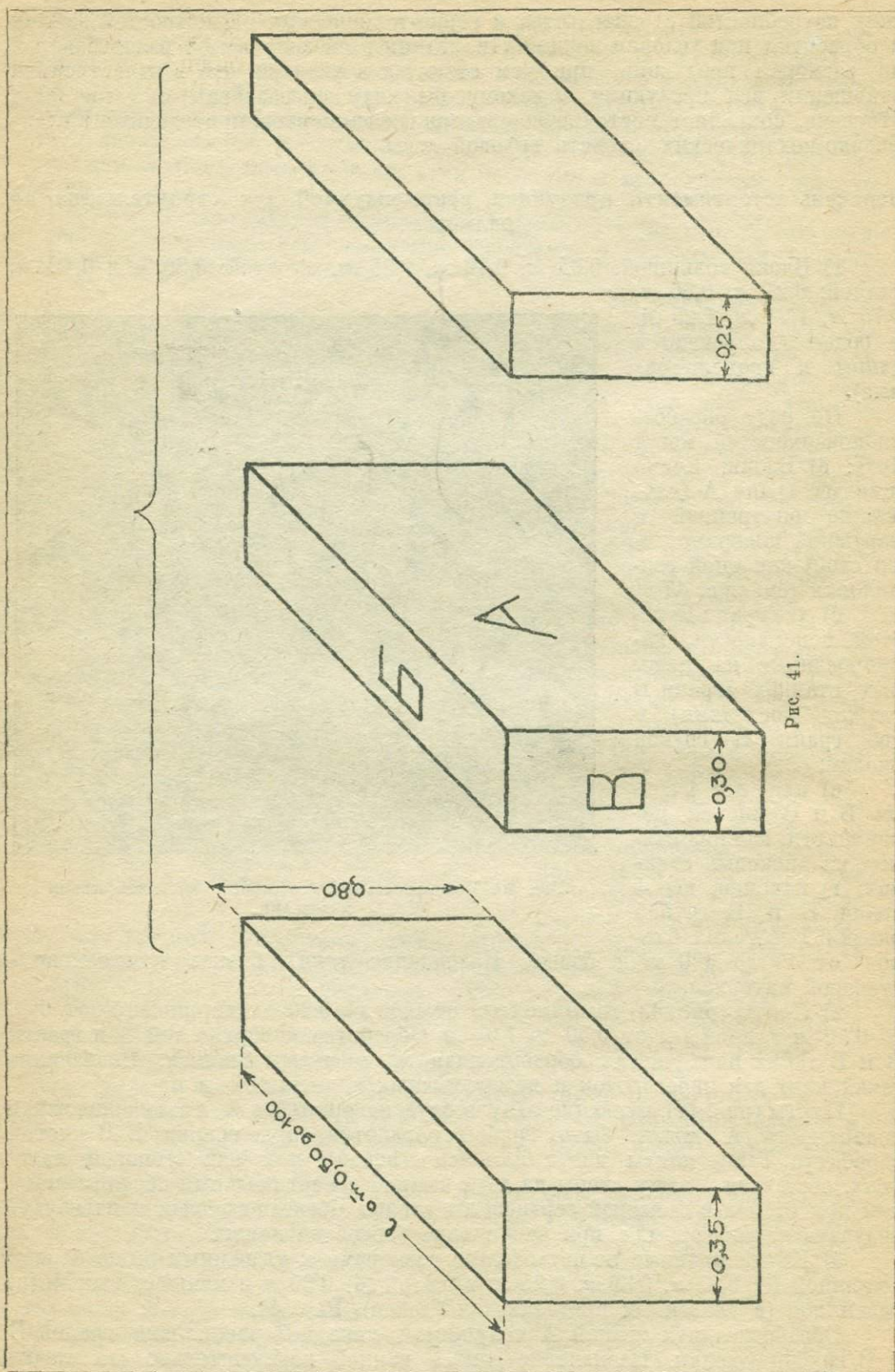


Рис. 41.

стен. Вес таких камней от 35 до 150 кг. Камни типа 3-б мелкие, то же, что типа 3-а, по размерам меньше и весом от 16 до 100 кг.

4) Камни неправильной формы (рис. 45а и 45б) толщины: 0,35 м, 0,30 м, 0,25 м; остальные размеры произвольные, весом от 15 до 50 кг и несколько более. Такие камни имеют две грани лучистой обработки канатной пилой, остальные грани грубой оковки. Пригодны для кладки стен второстепенных строений.

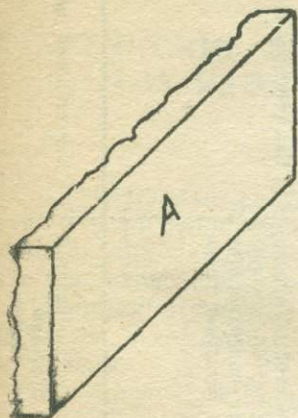


Рис. 42.

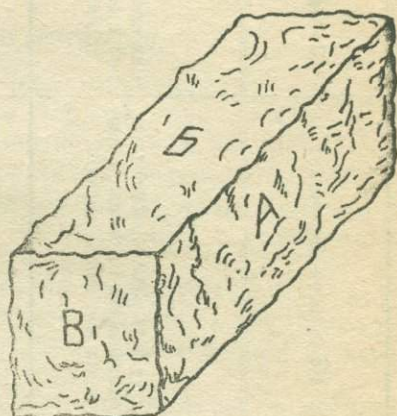


Рис. 44.

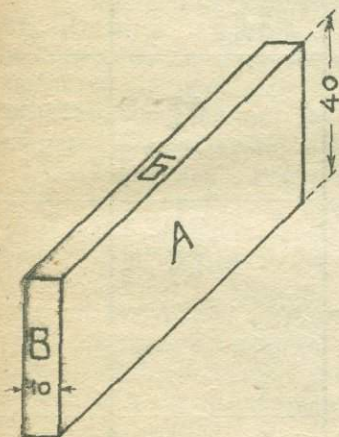


Рис. 43.

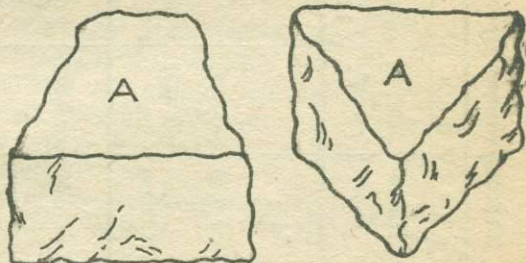


Рис. 45а.

5) Бут разнообразной величины, формы, веса, без всякой обработки граней, годен для бутовой кладки или для переработки на щебень для теплых бетонов ¹⁾

6) Щебень крупный, мелкий, годен для теплых бетонов, засыпки как утеплитель или при помеле годен как пуццолантическая добавка для портланд-цементов.

¹⁾ Мелким сортам камней могут быть приданы формы брусков для дальнейшей распиловки на плитки под глазуровку с утилизацией взамен керамических.

Классификация продукции Арктической туфовой лавы.

Наименование и типы.	По размерам					По степени обработки	По назнач. в стр. констр.
	Толщ. в м	Высота в м	Длина в м	Об'ем в м ³	Вес возд. су- хого обр. при об'емн. весе 1,20 в кг		
Тип I Блоки	0,35 0,30 0,25	0,80	от 0,25 до 1,25 и более	от 0,25 до 0,35	от 30 до 420	Могут быть различной чистоты, в зависимости от заказа, объяс- нения см. поясн. записку.	Как стеновой материал, толщи- ной в зависимости от климати- ческих поясов применения.
Тип II а) Плиты	от 0,08	0,40	от 0,50	от 0,015	от 19	а) Чистой обработки всех граней на канатных или диско- вых станках.	а) Назначение толщ. 0,08 для перегородок и толщ. 0,20 для междустаж. перекрытий.
„ II б) Плиты	до 0,20	0,50	до 1,00	до 0,10	до 120	б) Примерно таких же разме- ров плиты, имеющие одну лице- вую поверхность чистой обра- ботки, а другую грубой околки.	б) Годны как стеновой мате- риал (см. пояснит. записку).
Тип III. Камни формы параллелоипеда, имею- щие один из стандартных размеров для толщ. стен.	0,35 0,30 0,25	Провз	вольные			Две грани чистой обработки, канатной или врубов. машины. Могут служить поверхностями или постелью; остальные грани грубой околки.	Как стеновой материал.
а) Крупные	„	„	„	от 0,03 до 0,12	от 35 до 150		
б) Мелкие	„	„	„	от 0,05 до 0,04	от 15 до 50		
Тип IV. Постельные камни неправильной фор- мы	0,35 0,30 0,25	Провз	вольные	—	от 15 до 50 и более	Две грани чистой обработки, служат постелью (см. пояснит. записку).	Как стеновой материал.

V. АРТИКСКИЕ ТУФОВЫЕ ЛАВЫ В ИСТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ АРМЕНИИ.

1. Памятники архитектуры.

Строительное искусство различает два рода соединения частей в целом, а именно: тектоническое и стереотомическое (определение Готтфрида Зампера). Тектоника определяет ближе всего понятие ремесла плотника (греческое происхождение этого слова означает искусство соединять бруски).

Греческий храм со всеми своими производными формами принадлежит, благодаря отчетливому разделению подпор, балок и пр., к тектоническим постройкам.

Поэтому тектонической называется всякая конструкция, в которой несущие (колонны, столбы) и несомые (балки) ясно отделены. Следовательно, тектоническая есть всякая деревянная постройка, фахверковая и всякая железная фахверковая конструкция.

Исторические памятники древней армянской архитектуры, в частности построенные из туфовой лавы, в более широком смысле, — ремесло каменщика или стереотомия. Строительная масса этой архитектуры эстетичная, как род творчества, полученный, подобно лепке из глины (пластика) или как протестанство, полученное из строительной массы посредством выдалбливания (как это первоначально и было) из скалы.

Следовательно, стереотомическому способу формообразования присущи пластические свойства, т. е. чувство творения, как чего-то цельного.

Кладка квадров туфа вела к массивному строительству. При чистом первичном развитии форм, такая природа вещей установила, чтобы перекрытия каменного здания состояли из арок и сводов, где клинообразная форма обеспечивает связь всяких камней.

В противоположность античному чувству тектоническому, чувство стереотомическое, особенно для ранних древних веков (VII—VIII в.) характеризуется как бы вырезыванием частей из массы стены и таким образом подчинения их целому.

Немало такого рода памятников древне-армянской архитектуры дошло до нас, и история их подробно изучила и дала им свою оценку.

Наше внимание должно быть обращено на те памятники строительного искусства, которые имеют непосредственную связь с Артикскими туфовыми лавами и которые своим многовековым существованием наглядно расскажут о том материале, из которого они сами выстроены. Итак, предметом нашего дальнейшего ознакомления будут памятники архитектуры, выстроенные из Артикских туфовых лав, остатки коих находятся и до сего дня на самих месторождениях туфовой лавы, рис. 46. Это ознакомление позволит нам судить о них не только как о памятниках искусства, но и о физических свойствах (прочности, долговечности и пр.) как материала, из которого они возведены строительной техникой и зодчеством того времени.

Наша цель — дать понятие, чему и как служил этот материал. К рассматриваемым нами памятникам должны быть отнесены памятники архитектуры:

- 1) Большая церковь в сел. Артик.
- 2) Малая церковь там же.

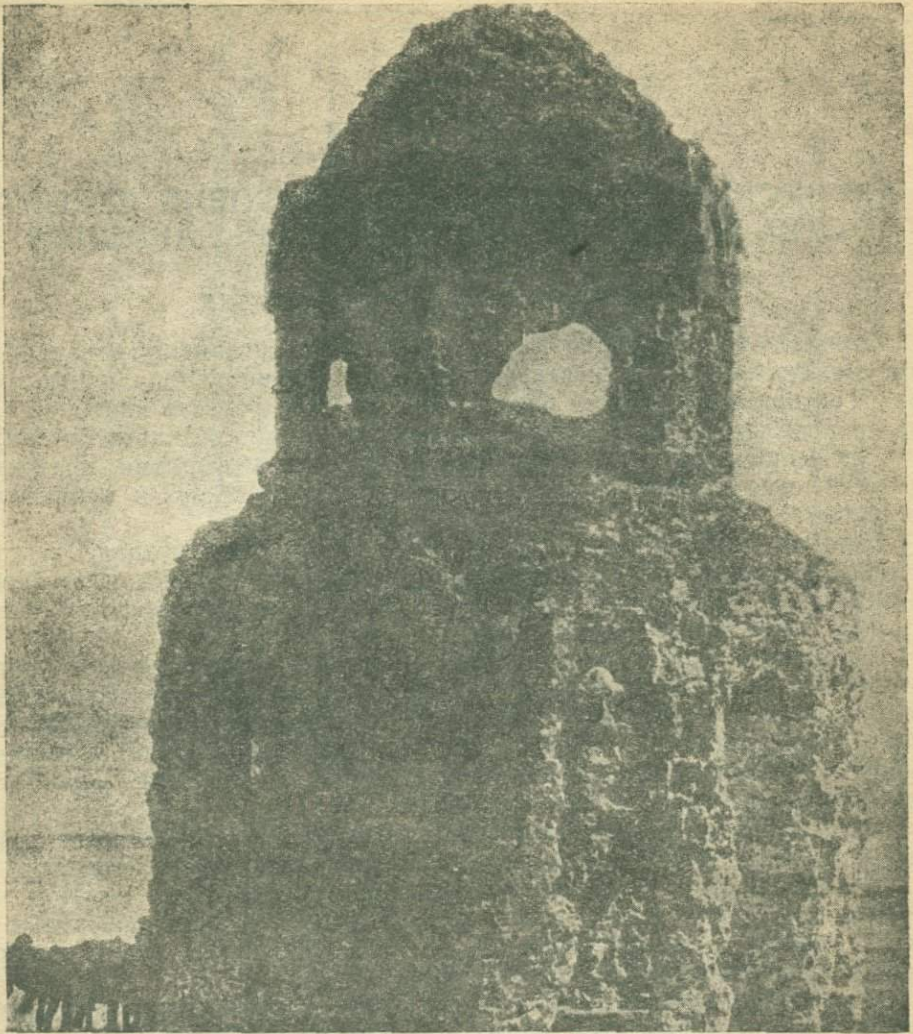


Рис. 45б. Бетонный массив после стлавших облицовочных плит.



Рис. 46. Агригуджагское туфовое поле и остатки агригуджагской церкви.

- 3) Монастырь „Гарича“ (Haridscha) близ сел. Кипчаг.
- 4) „Лмбатаванк“ церковь Агрибуджаге.
- 5) Махмуджугская церковь.

1. Арктикская большая церковь—памятник древнеармянского искусства. Время сооружения этой церкви относится к VII веку, что установлено подробными исследованиями, изучением надписей высеченных почти всегда на каменных поверхностях стен. Построена из арктикской туфовой лавы. План этой церкви (см. рис. 47)—прямоугольник с тремя апсидами.

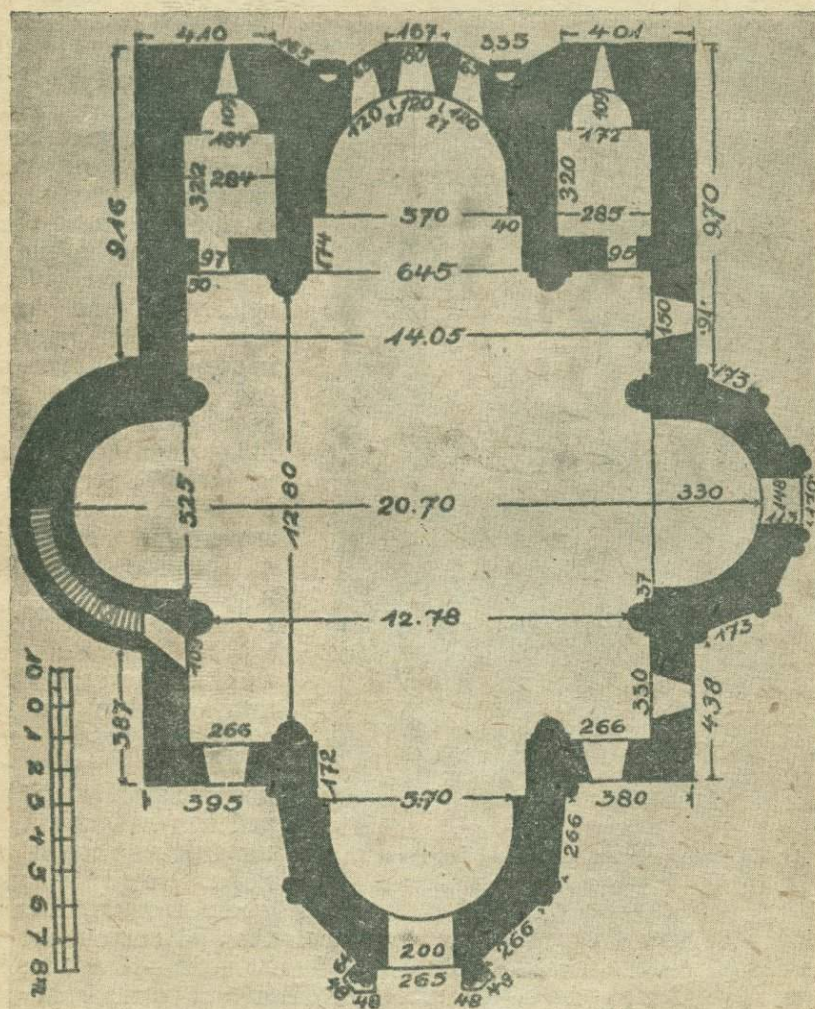


Рис. 47. Артик. Большая церковь. План. Постройка VII в.

дами, выступающими наружу, четвертая же, восточная апсида с наружной фасадной стороны как бы вырезана в плоскости прямой стены. Квадрат между четырьмя апсидами, обрамленный восемью полуколоннами, служил основанием для купола. Купол и своды разрушены, многое пострадало от землетрясений. Рис. 48 и 49.

Деревянная кровля, придающая ей убогий вид, заменяет купол и своды. Но и то, что осталось, для специалистов представляет ценность. Красивый план служит показателем пластичности строения в целом.

2. „Гарича“ (Haridscha) Кипчакский монастырь стоит на западном склоне горы Алагез, на расстоянии получаса ходьбы выше Артика у сел. Кипчак. Рис. 50 показывает общий вид южной стороны монастыря.

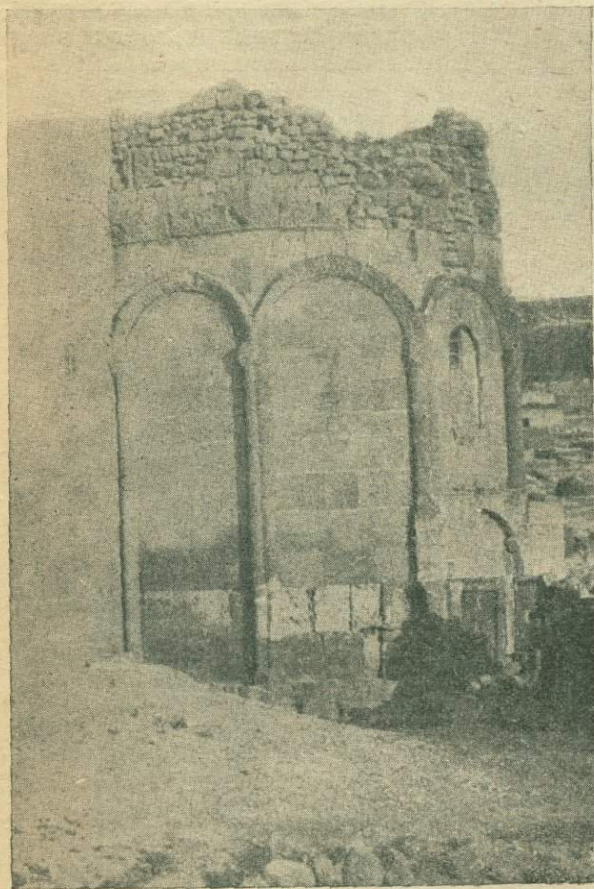


Рис. 48. Большая церковь в Артике. Западная апсида.

кафедральной церкви к северо-востоку от нее. Рис. 53 показывает остатки внешнего вида с юго-западной стороны. Длина нефа—14 м, ширина 4 м и в боковые уширения нефа—10 м. Постройка эта относится к 630 г. Внутри по сторонам от алтарной апсиды в восточной стене имеются две ниши. Снаружи несколько меньшего размера две ниши имеются с западной стороны (рис. 54).

Налево также на острие подковообразной дуги свода боковой апсиды видны остатки живописи вероятно, изображавшей религиозный сюжет. На белом фоне слева виднеются шесть женских фигур, направо лежащая голова, к лицу которого видна склоненная голова. Купол этой церкви погиб бесследно и восстановить даже по остаткам не представляется возможным.

Построена также из местной туфовой лавы.

Слева видна маленькая церковь с круглым барабаном и шарообразным куполом, справа видна „главная церковь“ с остроконечным куполом. Рис. 51 показывает план монастыря. Надо полагать, что сначала была построена малая квадратная церковь с четырьмя выступающими контрнишами, а позднее к северо-востоку от нее была возведена главная церковь и, наконец, обе эти церкви были соединены между собой постройкой—притвором (Жаматун), главная ось которого не отвечает оси главной церкви. Маленькая церковь построена ранее других, а именно в VI—VII веке, на что указывают и сохранившиеся надгробные памятники 568 и 572 г.г. Эта церковь была в 1185 г. отремонтирована.

3. Артикская малая церковь. Совершенно своеобразный переходный образец церкви, имеющий удлиненную одно-нефную крестообразную форму с барабаном и куполом, поставленным во второй половине нефа. Эта церковь находится в сел. Артик, вблизи большой

4. Имбатаванк. По дороге в Агрибуджаг; вблизи сел. Артик находятся довольно хорошо сохранившиеся руины этой церкви. Имеющаяся на церковной стене надпись показывает дату ее постройки—1191 г.,

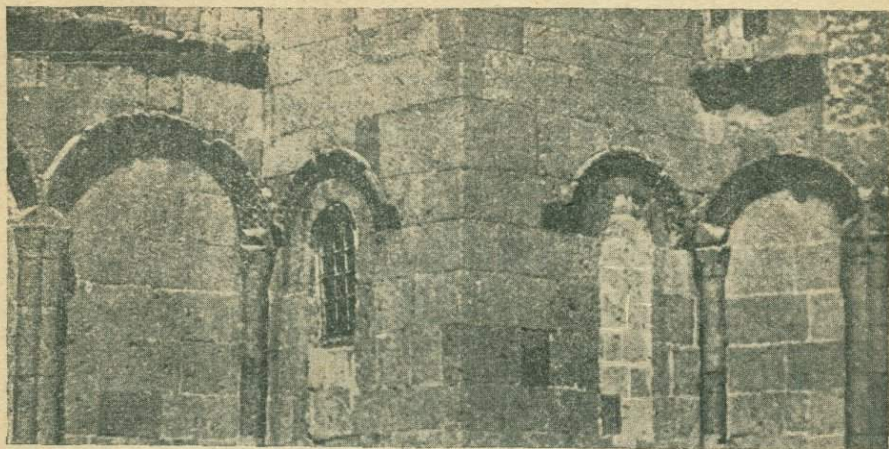


Рис. 49. Часть стены большой церкви. Село Артик.

но историки-археологи относят ее также, как и ранее отнесенные нами памятники, к VII веку. Рис. 55 показывает юго-западный вид этой неболь-

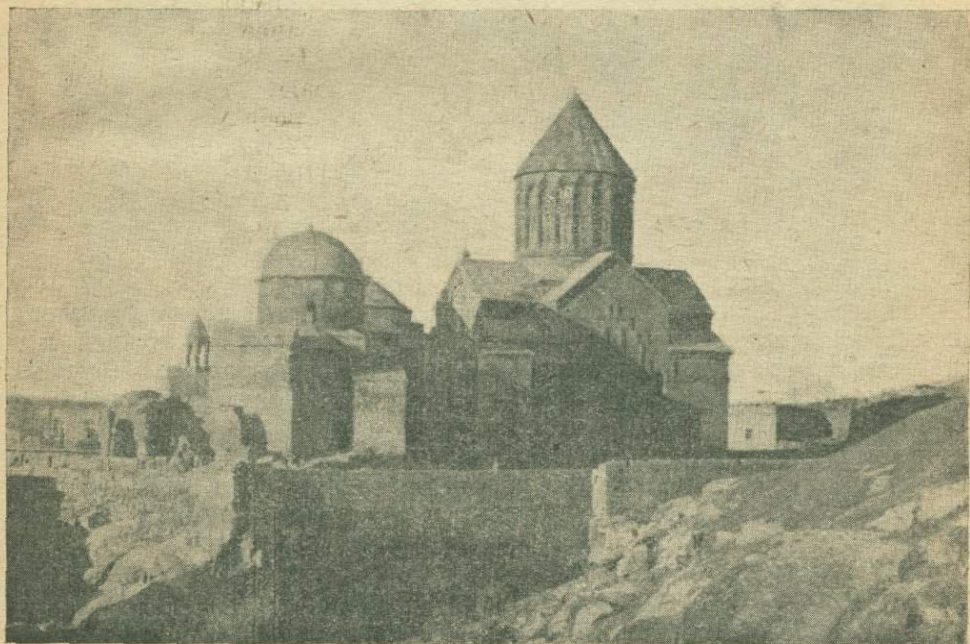


Рис. 50. Общий вид монастыря „Haridscha“.

шой церкви. Построена на высоком склоне горы Агрибуджаг к югу от сел. Артик. Над низко и глубоко стоящим входом, с западной стороны имеется большое высокое окно и сохранившийся фронтон; остальные фронтоны разрушены.

На рис. 56 показан план этой церкви. Над центральным квадратом на четырех арках возвышается квадрат, поддерживающий восьмигранный барабан с куполом и конической крышей. Карнизная плита квадратного куба в четырех углах украшена поясным орнаментом, состоящим из чередующихся кругов, глубоко врезанных.

Вся церковь стереотомична, как целое литое строение. С северо-западной стороны имеется у входа маленькая часовня, пристройка позднейшего происхождения. Вокруг дверей этой часовни, с внутренней стороны, сохранился старинный рельеф с изображениями человеческих фигур и виноградных лоз. Рис. 57 дает изображение апсиды алтаря, в своде которой имеются остатки стеной живописи.

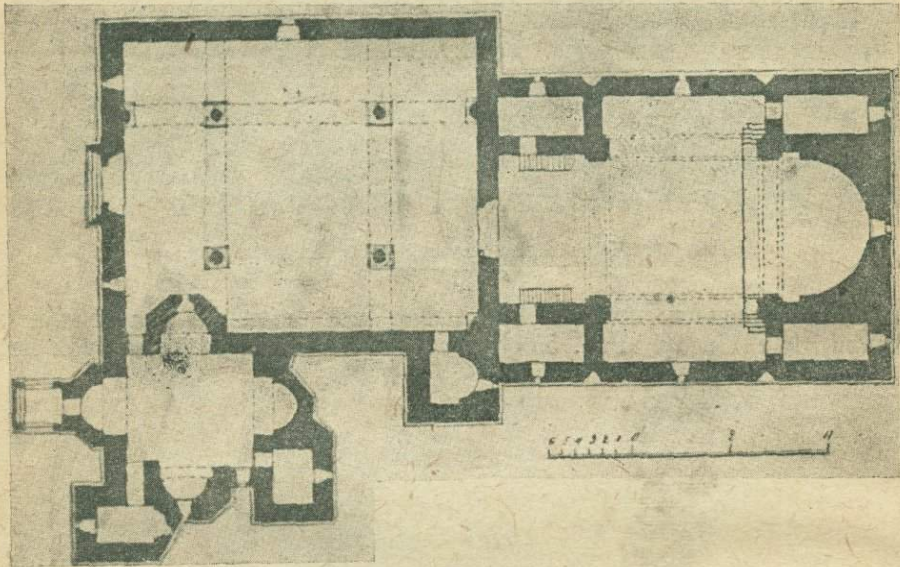


Рис. 51. „Haridscha“. Общий план монастыря.

5. Махмуджугская церковь. Рис. 58.

Махмуджуг находится к югу от Артика. План этой церкви, удлинённый с востока на запад, оканчивается тремя апсидами северной, южной и восточной стороны, последняя служила алтарем. Форма плана (рис. 59) показывает влияние Рима (Mongeri et Montana), отсюда, вероятно, и заимствована.

Постройка эта относится к XI веку.

Центральный квадрат переходит в восьмигранный барабан с куполом, с внутренней стороны четыре грани барабана имеют ниши, между которыми расположены окна (рис. 60). Над западным замуравленным входом имеются внутри остатки живописи.

Сохранились орнаменты снаружи и внутри в виде поясков, полу-розеток и розеток у основания купола над нишами. (Рис. 61 и 62).

2. Материал и строение.

Мы выше познакомили читателя вкратце с главными архитектурными памятниками, имеющими непосредственную связь с туфовой лавой.

Для полноты представления об этих памятниках нам необходимо по возможности подробно ознакомиться с факторами, имеющими решающее зна-

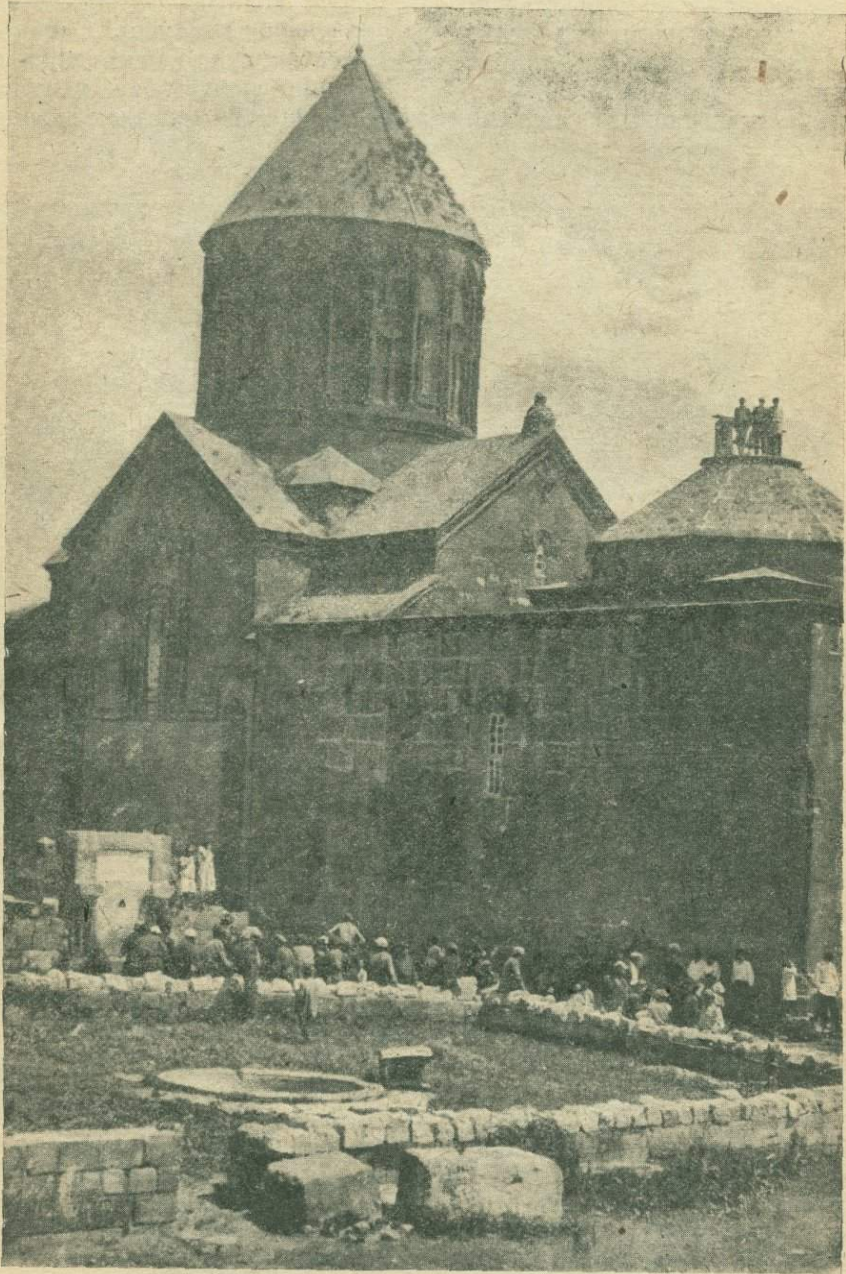


Рис. 52. Большая церковь монастыря „Haridscha“.

чение, каковыми являются материал и техника, определяющие творчество.

Оба они в строительном искусстве Армении очень своеобразны и имеют исключительное значение. Ознакомление с ними прольет свет в частности и на памятники Артикского района.

Армения—страна камня с почти полным отсутствием леса. Поэтому доминирующим материалом здесь является камень. Однако будет неверно представлять, что приведенные архитектурные памятники построены преимущественно из квадров тесаного камня, на подобие монументальной кладки, применяемых в прошлом и настоящем в странах европейской архитектуры.



Рис. 53. Развалины малой церкви. Село Артик.

В данном случае, говоря о строительном материале, мы должны массив кладки (стены, сводов и пр.), рассматривать как конструкцию, состоящую из двух родов материала, камня и бетона, где первое составляет внешнюю и внутреннюю облицовку поверхностей, второе—ядро конструкции.

Таким образом установлено наличие двойной конструкции стен армянских сооружений. Несмотря на такое соединение двух материалов, стены имеют такую плотно спаянную массу, что по своему внешнему виду легко могут сойти за массивные каменные. Такое ошибочное представление легко рассеивается осмотром громадного числа руин, разбросанных по всей нагорной Армении, с резко выделяющимися бетонными массивами, облицованными каменными плитами. Рис. 45 и 58 иллюстрируют все вышесказанное, доказывая чрезвычайно плотную спайку этих материалов.

И теперь можно видеть памятники, продолжающие стоять, несмотря на разрушение облицовки.

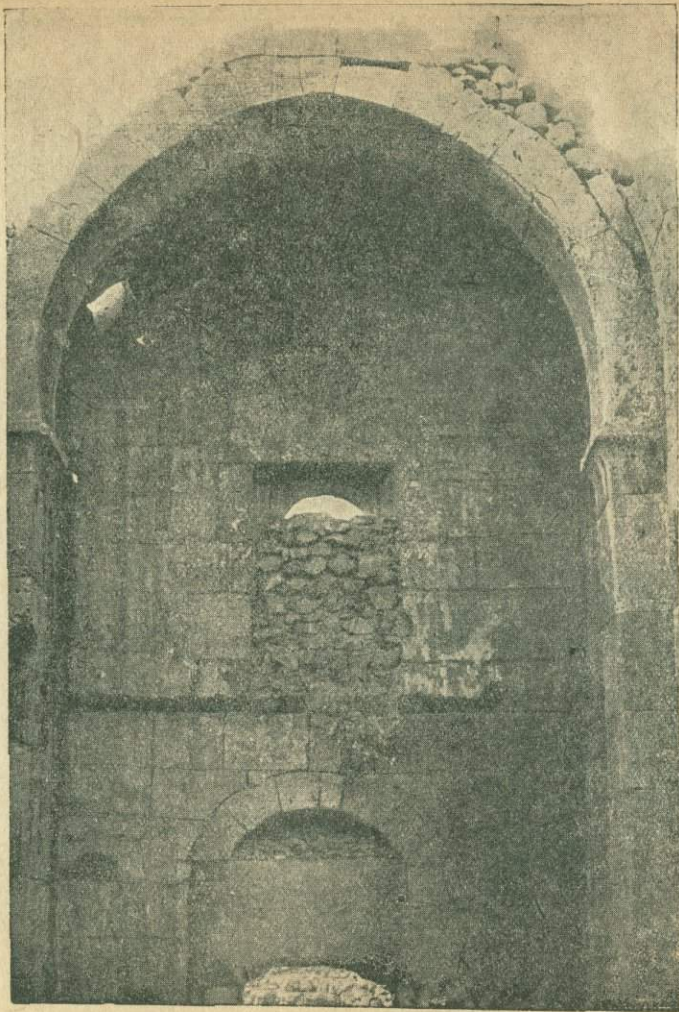


Рис. 54. Остатки малой церкви сел. Артик. Западная ниша.



Рис. 55. Лмбатаванк, юго-западный фасад.

3. Материал и обработка.

Каменными породами, определяющими геологическую картину поверхности Арктического и близлежащих районов, являются главным образом породы вулканического происхождения: базальты, лава, туф, пемза и пр.

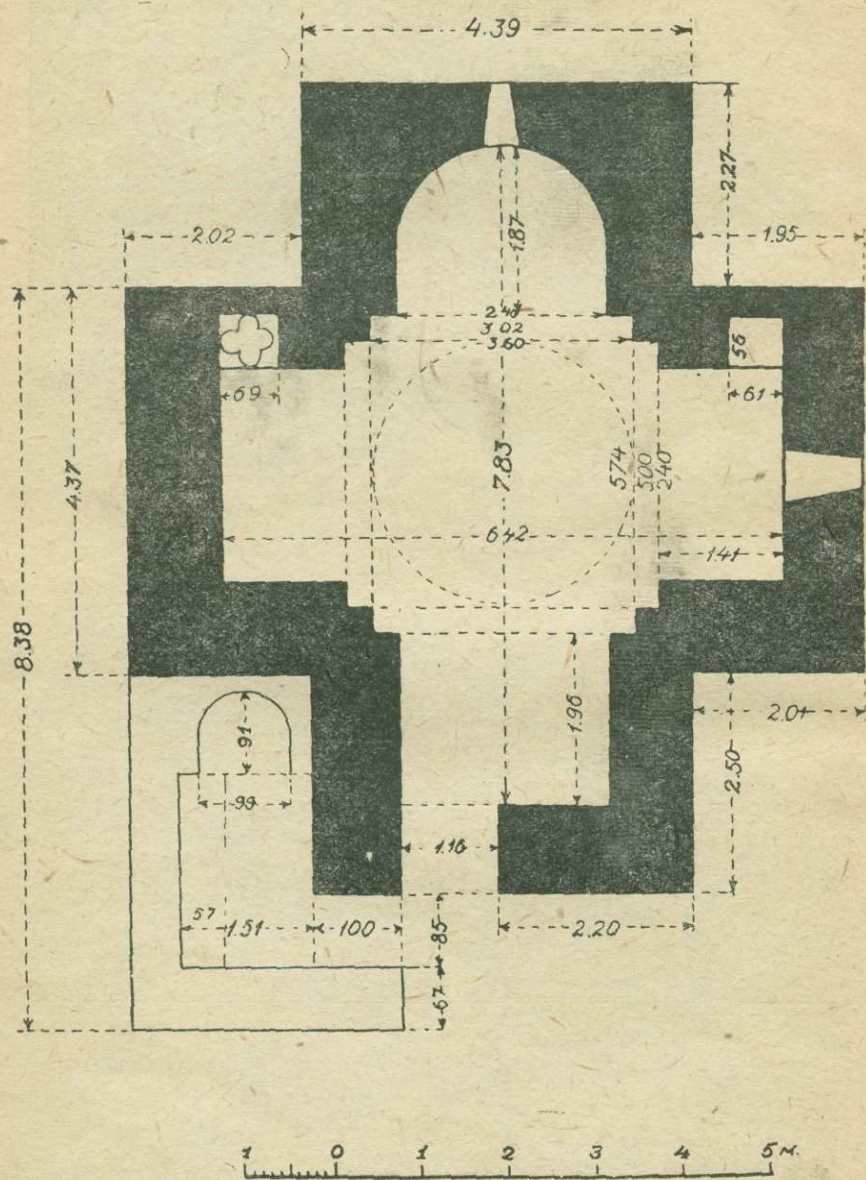


Рис. 56. Сел. Агрибуджаг. Лмбатаванк. План.

Из этих пород базальт наименее применим был в строительстве, как очень твердый и труднее поддающийся обработке материал, нежели туфы и лавы.

В Арктическом районе широкое применение имела лава, застывшие потоки которой покрывают всю поверхность данной местности. Более твердые



Рис. 57. Сел. Агрибуджаг. Вост. апсида. Лмбатаванк.
Сохранившаяся фресковая живопись.

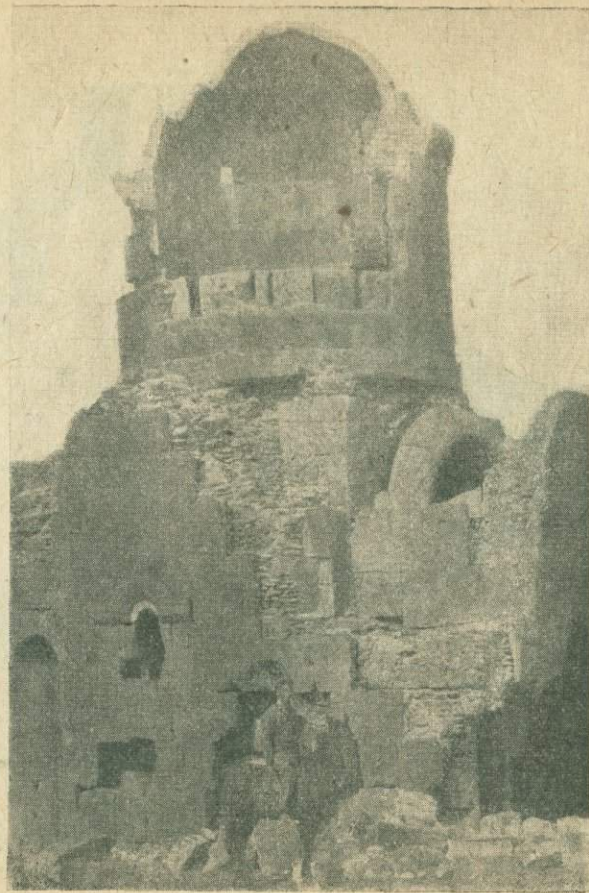


Рис. 58. Село Махмуджуг. Внешний вид развалин.

разновидности этой породы шли на особенно нагруженные несущие конструкции, как колонны, гурты и пр., а более легкие, пористые, легко обрабатываемые, шли для облицовки стен.

Избыток камня в Армении резко подчеркивает недостаток дерева. Дерево, являясь редким и ценным материалом, не могло широко применяться

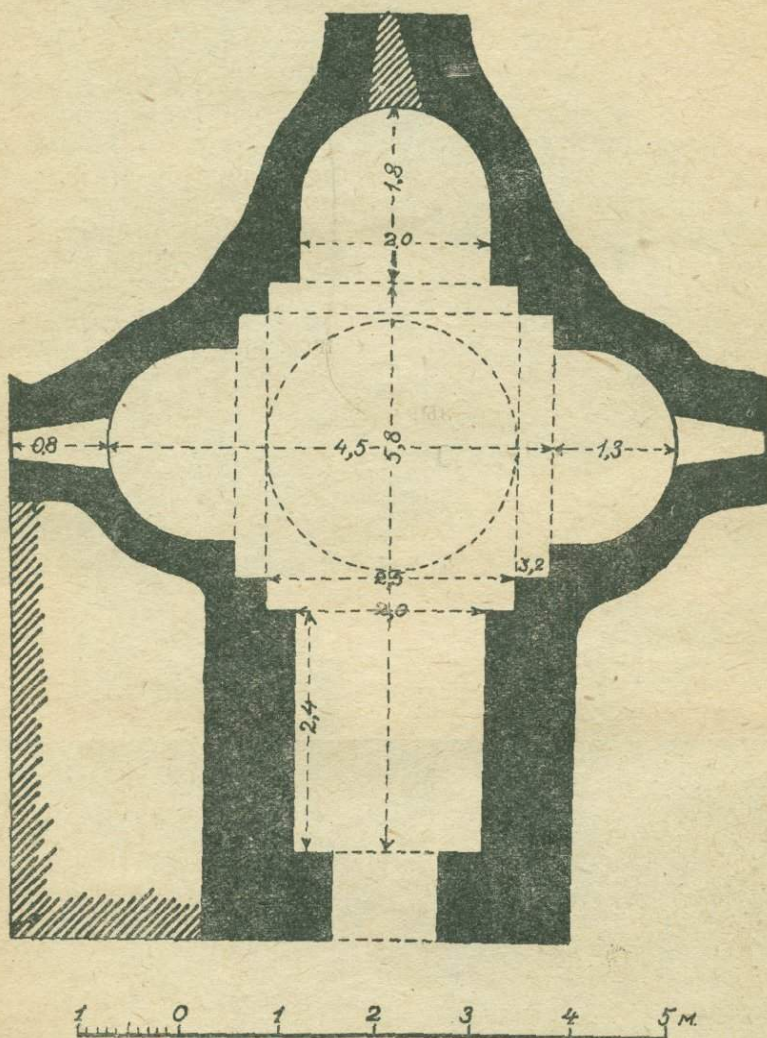


Рис. 59. План Махмуджугской церкви.

в строительстве и главным образом употреблялось на очень примитивное покрытие жилищ и на необходимую домашнюю утварь.

Таким образом, условия местности служили причиной развития каменных систем конструкций, сводчатых перекрытий, являясь фактором создания собственной архитектуры.

4. Стенной бетон.

При использовании вулканических туфовых лав для выделки облицовочных плит, обломки этих пород употреблялись для набивки стен, заполняемых большим количеством раствора.

Интересно применение изверженных пород в качестве добавок к связующим веществам раствора. Основной обнаженный массив, покрывающий первичные породы Арктического района, составляют вулканические породы. Только к северо-востоку от Ленинанкана в цепи гор Бамбака, выступают известковые породы—образования третичного периода, окружая всю северную часть нагорья почти с трех сторон и только лишь в южной части Армении, по Ефрату, Араксу показываются залежи гипса, мела, известняка.

Отсюда, повидимому, и могли пользоваться для приготовления растворов, связующими веществами Ленинанканская область и окрестности Алагеза, следовательно, и для строительства упомянутых памятников Арктического района.

К сожалению, до сих пор не произведено широкое научное исследование состава связующих веществ, применяемых в строительстве Арктического района. До полного изучения состава растворов, применяемых в древности, ограничимся небольшими лабораторными исследовательскими работами, произведенными в этой области. Цвет этого раствора—серый, вследствие примеси крупного вулканического песка. Растворяется с шипением в соляной кислоте, осадок—небольшое количество песка с пушком кремневой кислоты, растворимой в 10% растворе соды.

Количественный анализ показывает:

CaO =	46,35 %
SiO ₂ =	5,43 %
Al ₂ O ₃ =	0,95 %
Fl ₂ O ₃ =	0,76 %
Песка =	3,85 %
Пот. при прок. =	40,79 %
Неопред. остатков =	1,87 %
	100 %

Прямое определение количества углекислоты дало содержание CO₂ = 34,8%.

В этом анализе бросается в глаза, прежде всего, незначительное количество песка—3,85%. Судя по этому анализу, состав отличается от обычных растворов количеством примешанного песка, где берется обычно 1:2 или 1:3. Содержание CO₂ и CaO показывает, что исследованный состав на все 80% состоит из углекислой извести.

Надо полагать, что эта известковая масса получилась из смеси обожженного и сырого известняка, т. е. к употреблявшейся в виде гашеной извести массе, взамен песка, добавлялась углекислая известь в виде порошка известняка, мрамора и пр. Так как песок в обычном растворе не входит в химическую связь с гашеной известью, а лишь механически соединяется или обволакивается ею, то поэтому песок легко заменить любым индифферентным порошком, в данном случае, углекислой известью, в виде порошка соответствующей крупности и пропорции по отношению к гашеной извести.

Какую именно пропорцию брали для смеси гашеной извести и углекислой извести, трудно установить, но надо полагать, примерно в пропорции 1:3, как это допускается в употребление при необходимости и в настоящее время.

Далее, данными анализа устанавливается наличие растворимой кремневой кислоты в количестве 5,43%, а также глинозема и окиси железа 1,71%, которые могут быть растворены в соляной кислоте.

Все это такие вещества, присутствие коих придает извести гидравлические свойства, и степень гидравлическости зависит от этих веществ



Рис. 60. Махмуджугская церковь. Внутренний вид: окно между нишами.



Рис. 61. Махмуджугская церковь. Северное окно. Конструкция арки и кладки.

(т. е. глинозема, кремневой кислоты), поскольку они имеются в достаточном количестве. Общее количество гидравлических факторов в данном случае составляет 7,14%, что по отношению ко всей массе состава незначительно, но если взять это же количество гидравлических факторов, по отношению к употребленной в дело гашеной извести, т. е. к $\frac{1}{3}$ ч. массы, то это уже будет величиной подходящей—примерно 21% для придания гидравлическости раствору.

Итак, к наличию вулканических строительных материалов можно отнести все своеобразие строительства. Приведенные рисунки дают представление о разновидности бетонной массы. Рисунок 45 дает представление о массе, совершенно близкой бетону, мелким камням и полной заливки; представляет настолько грубую кладку, что приходится удивляться, как могло просуществовать строение столько столетий. Рассматривая бетонную массу артекской большой церкви (рис. 54), приходится констатировать значительную конструктивную роль бетонных масс и тонкую, как скорлупа, каменную декоративную облицовку, несущую службу защиты бетона и служившую первоначальной формой для заполнения бетона.

Соотношение между бетонной массой и толщиной облицовочных плит весьма различно. Только в сводах камни заходят глубоко в литую массу бетона.

В сводах это соотношение толщины облицовки более определенно указывает на конструктивное значение камней, образующих внутренние поверхности сводов, но все же и здесь это соотношение в разных строениях различно. Встречаются в одних строениях тонкие клинообразные камни и в других крупные не клинообразной формы камни и составляющие с ними одно целое слитые бетонные массы различной толщины. Все это требует более детальной научной исследовательской работы.

Как уже было сказано выше, памятники архитектуры древней Армении представляют собой род бетона, облицованного туфовыми плитами.

Подобные сооружения настолько созвучны нашему времени по своему исключительному способу строить, что этот метод строительства древних армянских архитекторов может оказать ценную услугу и современному строителю.

Как известно, железо-бетонное строительство, завоеывая все новые конструктивные возможности, находится в поисках способа или материала для облицовки своих стен. При этом строитель сталкивается с трудностями применения для этой цели естественного камня, отвечающего всем требованиям железобетона в современной технике производства, полагая, что камень в среде бетона сидит крепче, чем снаружи. Нужно было много столетий, много землетрясений, перенести бесконечную борьбу с атмосферными действиями, силой воды, мороза и разрушительной силой человеческих рук, чтобы отделить от бетона облицовочные плиты древних армянских памятников строительства. Поэтому надо полагать, что применение этих же туфовых плит для современного бетона будет в истории строительства иметь свое место. Об этом еще речь впереди.

Как известно, известь с 20% гидравлической добавки носит уже определенно гидравлический характер, хотя и не в такой мере, как портландцементы. Трудно установить теперь, пользовались ли древние строители для обжига природными гидравлическими известняками, или они опытным путем достигли этих составов. И то, и другое вполне допустимо. Так, например, и сейчас, на расстоянии, приблизительно, 25—30 км от Артика, у сел. Джаджур обжигается известь с гидравлическими свойствами. Это—ближайшие известняки к данному району. С другой стороны, сама по себе туфовая лава является пуццоланической добавкой, обладающей гидравлическими свойствами. Такого рода добавки пуццоланов были известны древним строителям Италии и в Пиринейских областях. Римляне уже широко пользовались для своих построек такими добавками к гашеной извести. Поэтому и эта вторая



Рис. 62. Сел. Махмуджуг. Орнамент XI в.

возможность вполне допустима, потому что вулканическая почва Армении могла дать такой естественный цемент. Другой вопрос—насколько умело строители Армении пользовались гидравлическими добавками и насколько они знали правильную пропорцию этих добавок. Итак, судя по раствору оставшихся памятников, мы имеем дело, во всяком случае, с гидравлическими растворами, хотя бы и не всегда высокого качества.

По остаткам памятников можно проследить технику кладки. В этом направлении могут дать наглядный материал фотографические снимки со всех тех строений, которые уже лишены облицовки. При таких условиях производства работ неудивительно, что толщина стен (см. приведенные нами рисунки) достигает в среднем 1,10 и 1,20 м. Во всех этих случаях, конечно, преобладает литое бетонное ядро, облицованное плитами.

При такой конструкции делается понятным весьма распространенная в Армении в свое время реставрация стен, когда отпавшие плиты, по той или иной причине, восстанавливались вновь, без нарушения первоначальной формы строения.

Гораздо сложнее, а зачастую и совершенно безнадежна была возможность реставрации обрушившихся сводов.

Итак, совершенно установленный факт, что во все времена и во всех областях строительного искусства Армении, вплоть до наших дней, имело место широкое применение бетонной массы, как конструктивного элемента, соединенного с облицовкой из камня.

Все из камня и бетона: стены, опоры, потолок кровля, характеризует древние постройки из туфовой лавы. Рассмотрим кратко эти части строения.

1. О фундаментах, как результате исследовательских работ мы ничего сказать не можем: ни раскопок, ни исследований их не производилось. В данном случае, при рассмотрении памятников Артикаского района, можно с уверенностью сказать, что фундаментные стены покоятся на скале, т. е. на том же материале, из которого сами они возведены, в данном случае, на лаве. Методы кладки едва ли будут особо отличаться от кладки стен, за исключением той облицовки плитами, которую мы имели в надземных стенах.

2. Стены. Как было сказано выше, ядро стены внутри облицовочных плит состоит из забутки различной величины камней, иногда крупных, иногда мелких, неправильной формы, залитых гидравлическим раствором, образуя таким образом бетонную массу на рис. 54 видна ясно облицовка тонкими плитками и ядро, состоящее из разной величины обломков.

Внешняя поверхность облицовочных плит обрабатывалась исключительно чисто и равномерно. Швы между камнями пригонялись настолько вплотную, что раствор не проникал и не виден снаружи. Характерно для строений VII века, что кромки у граней постелей и щековых обтесывались на угол и только узкая полоска в 2—3 см служила поверхностью соприкосновения со смежными, также обработанными у граней камнями. Это служило причиной выпадения плит из бетона. Кладка облицовки велась горизонтальными рядами с перевязкой в вертикальных швах. Высота камня в ряду нарушалась очень редко, но высоты рядов бывали различными.

Преобладающий цвет, употреблявшийся в строительстве туфовой лавы—розовато-фиолетовый и разновидности более красноватых цветов, изредка темно-серый и др. цвета. Строения, вообще, внешне не пестры и не однообразно одноцветны, а с нежными оттенками одного и того же тона, мягко оживляющими фасады и всю массу.

3. Потолок. Плоских перекрытий совершенно нет, здесь знают только сводчатые перекрытия, выработав в совершенстве технику их сооружения. Наиболее распространены полуциркульные своды и купольные перекрытия.

Для кладки сводов, надо полагать, пользовались кружалами и опалубкой, по которой велась кольцевая кладка клинообразных облицовочных камней свода, поверх которых производилась забутка и заливка раствором. Остатки этих сводов показывают, насколько искусно уложены и пригнаны камни свода, что даже после разрушения бетонной покрывки сводов, последние остались, без наличия какого-либо связующего раствора, как насухо уложенные арки. (Рис. 45).

До удивительного совершенства доведены полушария куполов. Кладка велась без опалубки кольцами из клинообразных камней, квадратного или прямоугольного сечения, внешняя поверхность купола покрывалась той же бетонной массой, а внутренняя—чистой теской шаровидной поверхностью.

4. Опоры. Большею частью нагрузку от свода и купола и арок несут стены или столбы, но не колонны. Встречающиеся столбы имеют сечение квадрата, многогранника или с закругленными углами, круглое очертание, но все же это столбы. В приведенных нами образцах памятников архитектуры отсутствуют не только колонны, но и столбы, и всю нагрузку несут стены и торцы выступающих стен ниш к центральному квадрату, на торцах которых покоятся арки, барабан с куполом и кровлей. Столбы малого сечения возводятся из массивных камней. Столбы же большого диаметра облицованы снаружи с бетонным ядром внутри.

Во все времена, до девятнадцатого века, не было разделения профессий инженера-конструктора и архитектора-художника. Был зодчий, который строил и инженерные сооружения и целые города. Это роковое отчуждение, разделение технической и художественной дисциплин произошло в XIX веке, когда область инженерного строительства стала предметом специального изучения, а академизм, углубившись в изучение классицизма, заполнил все академическое время студенчества. В результате академизм привел архитектора в период декадентства до порога жалкого неуважения конструкции, которую заменила лже-конструкция, как-то своды по системе рабца, цинковые штампы и проч. суррогаты конструкции.

В то же время свободная от предрассудка смелость и правдивость конструктора явились в этой стадии архитектурного упадка сильным толчком к новому творческому формообразованию взамен исканий создать новую форму из ничего.

Конструктор исследует ход силовых линий и размер нагрузки каждой строительной части под действием собственного веса, полезной нагрузки, нагрузки от ветра, снега, рационально используя и теплотехнические свойства материалов, их прочность, вес и проч. Вычисляет размеры всех частей постройки статически, на основе известных положений и опытных данных, используя физико-механические свойства материалов.

Точное знание свойств конструкции из данного материала дает архитектору возможность свободно и уверенно распоряжаться объемами, пролетами, площадями по принципу наименьшего расхода, приближаясь к изящному, почти обезматериализованному строительному искусству, образуя форму по лучшему, целесообразному и экономному исполнению работы. При таких условиях материал сам выявляется до известной степени, новая форма сама собой должна удасться.

VI. ЗНАЧЕНИЕ АРТИКСКОЙ ТУФОВОЙ ЛАВЫ СРЕДИ КАМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Каменное строительство обнимает три совершенно различного происхождения материала, а именно: естественный камень, кирпич и искусственный камень.

Краткий исторический обзор применения Арктической туфовой лавы показывает, что строительство из туфовой лавы, подобно всем видам тесаного камня, прошло в течение тысячелетий, как высшая форма монументальной архитектуры, через все этапы усовершенствования техники, на которое было способно искусство древней архитектуры.

Вообще в строительстве из тесаного камня создать лучше и больше того, чем выразили древние зодчие, едва ли возможно.

Тесаный камень, в широком смысле его разновидностей, для современного зодчества слишком тяжелый, чтобы из него возводить современные большие поверхности и целые корпуса. Сказать что-либо новое этим материалом в современной технике и архитектуре почти невозможно.

Однако, не исключается и теперь применение в строительстве твердого и прочного тесаного камня для памятников и художественной обработки, как средство для членения и обрамления фасадов и других архитектурных элементов.

Вследствие древности тесаного камня и, в частности, туфовой лавы, как-будто им дано и у него взято все возможные конструктивные формы и нельзя было ждать появления вновь одного из разновидностей естественного камня в качестве строительного материала, не только отвечающего всем новейшим требованиям эпохи, но и допускающим облегчение и улучшение в конструкциях современного строительства.

Это мы видим из материалов о туфовой лаве, приведенных в настоящем труде.

Наиболее распространенные и наиболее устаревшие, это—конструкции кирпичных и деревянных стен. Несоответствие всех служебных качеств этих материалов в смысле прочности и теплозащиты ставит их в ряд наименее экономичных конструкций, так например, в стенах в 2 и 2½ кирпича и деревянных стенах-срубах.

Наблюдаемое в последнее время стремление вытеснить из строительной практики сплошные кирпичные и деревянные стены не вызвано случайностью, а экономическими факторами, требующими наибольшего эффекта с наименьшей затратой средств, что в свою очередь является стимулом для искания новых путей в строительстве с новыми материалами, оправданными расчетами во всех своих деталях.

Причиной такого широкого применения кирпича в строительстве является повсеместное распространение глины для выделки кирпича, дешевые в прошлом рабочие руки, топливо и гужевой транспорт.

Небезынтересно будет привести маленькую историческую справку о стоимости кирпича в период зарождения его производства в России.

За промежуток времени с 1741 года по 1784 год, т.е. за 40 лет, цена за тысячу штук кирпича с 2-х рублей (1742 г.) возросла до 6 рублей (1784 г.) т.е. почти втрое.

Стоимость леса приблизительно за тот же период, т.-е. за 37 лет. (с 1747 г. по 1784 г.): цена бревна длиной 3 сажени, толщиной 4 вершка в 1747 г. была 9 коп., а в 1784 г.—24 коп., т.-е. почти втрое.

Эта тенденция роста цен главных строительных материалов—кирпича, леса—продолжается по сие время. С одной стороны, поднятие цен на рабочие руки, топливо, транспорт и связанные с ними накладные расходы поставили кирпич в разряд дорогих строительных материалов, с индексом 3, против довоенной стоимости. С другой стороны, нерациональное расходование материалов для массивной кирпичной стены заставило строительную технику искать новые методы в рациональном использовании красного кирпича в облегченных и удешевленных конструкциях, сокращающих расход кирпича.

Строительная техника не ограничилась только этим, она ведет широкие искания в области производства новых видов кирпича, отвечающих более современным требованиям техники и экономики, как то: силикатных, пустотелых, пористых, глино-трепельных и проч. Но и эти новые виды кирпича не вполне разрешают задачу.

Родственно тесаному камню и строительству из искусственного камня, который, как продукт бетонного производства, постепенно завоевывает право гражданства.

Техническая мысль ведет свои искания в области использования ненужных отбросов от промышленных производств, одновременно укрупняя отдельные элементы камней и блоков. Параллельно с этим идет утилизация естественных материалов для всякого рода бетонов, допускающих формовку сооружений не только на стройке, но и приготовление отдельных конструктивных частей заводским способом, дальнейшей работой сводящейся к сборке сооружения.

Стена, сложенная из искусственных бетонных камней, как и железобетон, требует защиты внешних поверхностей штукатуркой (тоже бетонной массы с каменной мелочью различного происхождения). Искусственный камень, по затвердении, также поддается обработке инструментами каменотеса. Как суррогат, он не может претендовать на значение монументального строительного камня. Все же искусственному камню надо дать предпочтение в истории нового строительства перед кирпичем, а тем более перед всевозможными штукатурками с гипсовыми и цементными отливками всевозможных архитектурных нелепостей, которыми наполняли весь фасадный вздор конца девятнадцатого века.

Как естественный строительный камень, Арктическая туфовая лава, не только не уступает по своим качествам всем известным строительным материалам, но и во многом превосходит качества их, обладая одновременно и всеми теми свойствами, кои могут быть предъявлены к материалу, призванному служить на пути эволюции новых огнестойких материалов в строительстве, не требуя для своего производства (добычи) расхода дорогого топлива и леса на свою формовку, ограничиваясь небольшим расходом электрической энергии, необходимой производству по добыче и обработке туфа.

Рациональное использование предельных служебных качеств в смысле прочности и теплозащиты данного материала есть основная задача конструкции стены. Но не все материалы выгодно применять для несения двойной службы; некоторые из материалов допускают произвольную утилизацию свойств, в зависимости от возлагаемой на конструкцию функции, другие материалы не допускают этого, и по своей сущности предназначены для несения одной из функций несущей или утепляющей части конструкции.

К первой группе могут быть отнесены: тепlobетоны, шлакобетонные камни, а также стены из кирпича с введением дополнительных утепляющих материалов, а также комбинированная по высоте кладка кирпичных стен из различных по весу и прочности кирпичей: красного, пустотелого, трепельного и пористого.

По своей сущности Арктическая туфовая лава должна быть отнесена к первой группе, как материал, допускающий видоизменение свойств в зависимости от возлагаемой на конструкцию стены функции.

Приведенные выше теплотехнические расчеты и данные о прочности позволяют рационально пользоваться этим материалом как в части несущей конструкции, так и утепляющей.

Наконец все данные о туфовой лаве, несомненно, дают ей преимущество перед искусственными камнями, как материалу, имеющему безусловно значение монументального строительного камня и превосходящему во многом физико-механические свойства и строительные свойства искусственных камней.

Естественным камням, как и искусственным из различных бетонных масс, мало присуща самостоятельная новая формообразующая сила в условиях современной архитектуры и конструкции, как это позволяют, главным образом, своеобразностью конструкции железо и бетон в образовании новых, крупных строительных форм.

Малый объемный вес туфовой лавы, ее высокие теплотехнические свойства, а также возможность получения изделий из туфовой лавы в виде плит любой толщины допускают одновременно применение ее в качестве легкого заполнителя во всех видах каркасных систем, т.е. в этом случае происходит разделение функций между материалом, где несущей конструкцией является каркас, а плиты туфовой лавы являются утепляющей одеждой, таким образом туфовая лава в таких случаях может заменить собой силикат-органикумы, облегченные бетоны, керамиковые и прочие заполнители.

Наконец, ценнейшие свойства туфовой лавы — ее гвоздимость и распиливаемость на плиты — допускают возможность ввести весьма существенную и ценную рационализацию в строительную практику.

Эта система применима при железо-бетонном каркасном строительстве, допуская при одновременном ведении работ кладки стен из туфо-лавовых плит вести все железо-бетонные работы стенового каркаса и опор без деревянной опалубки для каркаса. В этом случае, хотя существенным является опять-таки разделение функций между материалами, все же туфовая стена может быть использована не только как утепляющая конструкция, но может служить частично и несущей, разделяя, таким образом, службу и каркаса.

Более подробно остановимся на конструкциях стен из туфовой лавы ниже.

Как новый вид каменного строительства, туфовая лава, обладая всеми присущими ей свойствами, в значительной мере формопроизводительна в смысле современных требований, так как дает богатый простор технике кладки и изобретательности архитектора и конструктора.

Если железу и бетону присуще образование новых строительных форм (большие пролеты и тонкие опоры), то, напротив, туфовая лава своей формой и выявлением поверхности решительно действует на образование строительной массы, а также, не нарушая гармонии конструктивных форм, может дать железному и железо-бетонному скелету массу.

Основная форма камней туфовой лавы — прямоугольники, во всех трех измерениях, которая и передается стенам, пространству, объему сооружения, вследствие сочетания подобных отдельных элементов. Прямой угол должен господствовать над отношением стен и потолков.

Простое сочетание блоков и камней в перевязку создает ровные плоскости, прочные, приятные на вид и не требующие защитительного слоя штукатурки.

До настоящего времени туфовая лава для строительных целей добывалась в карьерах вручную примитивными инструментами; небольшие камни неправильной поверхности, но прямоугольной формы. Обработка камня до

VII. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ КЛАДКЕ СТЕН ИЗ ТУФОВОЙ ЛАВЫ.

Разделение стен по их назначению.

Стены по своему назначению могут быть разделены на следующие виды:

1) Фундаментные и подвальные стены. Первые находятся под землей и служат для передачи груза здания на грунт. Туфовая лава, в особенности ее твердые разновидности, могут быть использованы для кладки означенных стен при условии, если ее доставка экономически окажется выгоднее других материалов. Поэтому для фундаментных стен, как бутовый камень, она может быть использована в ближайших районах ее добычи. С точки зрения рационализации конструкции фундаментов, туфовая лава не представляет, таким образом, интереса.

Подвальные стены. Применение туфовой лавы оправдывается при необходимости иметь в подвальных помещениях теплые ограждающие стены или при необходимости облегчения фундаментов. Конструктивно эти стены ничем не отличаются от надземных при соответствующей изоляции от грунтовой сырости. Водонепроницаемость туфа достигается простыми средствами, указанными в настоящем труде.

Значительным фактором, действующим на упрощение конструкций фундаментов, их удешевление и сокращение срока работ по возведению их, является вестрооек из туфа. Если квадратный метр стены в $2\frac{1}{2}$ кирпича весит 1,1 т, то вес одного квадратного метра туфовой стены в среднем $\approx 0,36$ т, т.-е. легче на 60%; такая существенная разница собственного веса стен должна дать и существенное облегчение конструкций фундаментов, особенно при слабых грунтах.

Цокольные стены, будучи продолжением наружных фундаментных стен, служат защитой нижней части их от вредного действия воды. Поэтому в этой части стен применение туфовой лавы должно быть обеспечено изоляцией от почвенной влаги, путем применения соответствующей обработки наружной поверхности туфовой лавы водоизолирующими мерами, например, кроме обычно применяемых изоляций, затиркой пор каким-либо гидравлическим раствором.

Эта мера необходима тем более, когда применение туфа вызывается необходимостью достижения теплых помещений цокольного этажа или отопления полов первого этажа.

В тех случаях, когда требуется отопление ограждающих стен подвальных или цокольных помещений, возведенных из других материалов, является возможным эти стены, после соответствующей изоляции от сырости, облицовывать по внутреннему периметру туфовыми плитами.

Наружные стены ограждают здание с внешней стороны и служат опорами потолочных балок межэтажных перекрытий и крыши.

Внутренние стены, так называемые капитальные, большей частью являются конструкциями несущими и реже ограждающими теплые помещения от холодных; к ним же относятся стены легкого типа, служащие для разделения помещений между собой, как-то: перегородки, отчасти стены, ограждающие лестничные клетки и брандмауерные стены, служащие пожарной

безопасности и разделяющие одно здание на отдельные части или служащие защитой от соседних зданий.

Внутренние капитальные стены в последнее время все больше и больше теряют свое первоначальное значение.

В особенности в жилых зданиях с центральным отоплением, когда отпадает необходимость устройства дымоходов в капитальных стенах и последние заменяются опорами.

В виду требований последнего времени больших пролетов, стараются и наружные стены, по возможности, разгрузить от потолочных балок и пр., перенеся службу на внутренние стены, перегородки или опоры, оставляя на долю наружных фасадных стен, главным образом, назначение теплозащиты.

В этой, именно, области строительства стены из туфа, как теплоизолирующей и несущей конструкции, могут оказать большую услугу.

В сравнительной таблице (стр. 40), приведенной в отделе теплотехнических расчетов, имеем величины общего термического сопротивления и коэффициенты теплоустойчивости, вычисленные для различных районов.

На основании этих коэффициентов установлены по районам и требуемые толщины стен как для однородных „толстых“ ограждений, а именно:

для первого и второго районов	—0,35 м
„ третьего района	—0,30 м
„ четвертого „	—0,25 м

Эти расчетные толщины стен должны лечь в основу практического применения туфовых блоков, при условии экономичного расходования материалов в соответствующих районах.

Эти же размеры дают исходные величины расчетов прочности стены при проектировке и разработке конструкций.

Поэтому ширина простенков будет зависеть от тех нагрузок, которые они несут.

Коэффициенты временного и прочного сопротивления сжатию и пр. приведены нами в главе о физико-механических свойствах туфовой лавы.

Перевязка швов в кладке.

При производстве кладки стен из камней, особенно правильного вида, следует соблюдать определенные правила взаимного положения камней, как в одном и том же ряду, так и в смежных рядах.

Правильная перевязка для кладки из камней, дающих сразу всю толщину стены, является главным условием устойчивости и прочности стены.

Благодаря правильному виду и одинаковой толщине камня, при кладке из них становится возможным соблюдение правильной перевязки.

Для правильной перевязки, кроме блоков основной длины в один метр, необходимы камни, длиной равные приблизительно $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ метра, каковые размеры и предусмотрены ассортиментом продукции из туфа. В данной кладке из блоков во всю толщину стены уже не имеют места названия тычков или ложков, здесь камень становится на ребро в перевязку.

Стыки стен.

При кладке стен на углах следует держаться следующих правил:

При прямых, тупых или острых углах, угловые камни каждого последующего ряда должны перекрывать и перевязывать предыдущий ряд. При прямых углах это достигается пропуском камней ряда стены одного направления на угол по очереди, сохраняя перевязку как вдоль самого ряда, так и на месте встречи рядов двух стен.

То же правило соблюдается при остром и тупом углах стыков, с той лишь разницей, что здесь угловые камни должны по специальному шаблону изготовляться на месте работ.

Конечно, такие сочетания острых и тупых углов по возможности при проектировке лучше избегать, как условия, осложняющие работу.

То же самое можно сказать и относительно стен, возводимых по кривой; в данном случае работа из туфовых блоков значительно осложняется введением в работу камней специальной тески по кривым направляющим.

Прямые элементы, образующие форму камня, естественно служат формообразованием по прямым, но не кривым.

Столбы и опоры.

Небольшого сечения столбы, прямоугольной формы, или с закругленными углами возводятся из цельных камней, укладываемых один на другой.

При больших сечениях столбов, что встречается в современной строительной практике редко, надо вести из двух или трех камней в ряду, поворачивая направление швов одного ряда к другому на 90°.

Пустотелые стены. Принимая во внимание высокие теплотехнические и механические свойства туфовой лавы, допускающие, при всей простоте техники кладки, незначительные толщины, едва ли рационально пользование пустотелыми стенами.

Однако, не исключена возможность применения и таких конструкций, по тем или иным соображениям, например, в качестве каркасных заполнителей при деревянных, железных или железо-бетонных каркасах.

Предпосылкой к применению таких конструкций может послужить не специальный заказ таких плит, а выгода использования наличия таких плит на предприятии, полученных как побочный продукт при обработке крупных блоков (снятие горбылей); в таком случае такие камни имеют одну поверхность от распиловки, другую грубой околки, размеры их должны получиться по высоте и длине такие же, как у блоков, при различной толщине их, от 10 до 20 см. С другой стороны, такие камни при применении для пустотелых стен представляют экономическую выгоду в смысле доставки груза в меньшем объеме, нежели при массивных блоках для стен более 30 см.

Эти конструкции будут приведены ниже.

То же самое можно сказать и о двухслойных стенах, составленных из двух плит без промежутка между плитами, не заполяемыми теплоизолирующими засыпками, как это имеет место при пустотелых стенах.

Все условия перевязки, требуемые для полных стен, остаются в силе и в этом случае.

При двухслойных или пустотелых стенах вводится через ряд кладка из цельных камней, служащих для перекрытия и перевязки среднего вертикального шва или воздушной прослойки между двумя плитами. Кладка в углах, стыках, перекрещении стен ведется из массивных камней.

Кладка дымовых труб и каналов.

Дымовые трубы могут быть свободно стоящие или помещены внутри стены. В обоих случаях они складываются из специально приготовленных стандартных камней, с одним, или несколькими каналами, с соответствующей толщины разгородками между каналами.

Такие каналы в сечении имеют круглую форму, так как на производстве они должны будут сверлиться механическим путем. В случае необходимости для устройства каналов, не исключается возможность их устройства и из туфовых плит, тогда уже прямоугольного сечения.

Перевязка кладки вокруг каналов, находящихся внутри стены, ведется согласованно с перевязкой основной кладки стены.

При наличии механических приспособлений (что возможно при крупном строительстве) рекомендуется сверление каналов производить на месте работ, что значительно упростит подготовку соответствующих желанию камней.

Примечание. При условии трудности получения специальных камней с каналами, последние могут быть заменены кирпичной кладкой.

VIII. КОНСТРУКЦИИ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЯ ИЗ АРТИКСКОЙ ТУФОВОЙ ЛАВЫ.

Применение в строительстве (см. табл. примерной продукции, стр. 62) той или иной формы, размеров и обработки блоков, плит и камней из туфовой лавы, главным образом, будет зависеть от той функции, которая будет на нее возложена.

Туфовые лавы, благодаря своим свойствам: малому весу, значительной прочности и малой теплопроводности, относятся к таким стеновым материалам, свойства которых могут быть использованы в зависимости от возлагаемой на конструкцию функции, т.е. несущей и утепляющей или только утепляющей, как заполнитель каркасов.

В самом деле, из предыдущих данных в отделе физико-механических свойств туфовой лавы, вытекает, не в пример другим строительным материалам, возможность максимального использования прочности и теплотехнических свойств, допуская произвольное изменение свойств, в зависимости от той или иной функции. Следовательно, выбор того или иного размера толщина стен стоит в прямой зависимости не столько от прочности материала, сколько от климатических условий данной местности.

Теплотехнические расчеты для различных климатических поясов устанавливают нам эти минимальные толщины стен, удовлетворяющие теплозащите. Эти же размеры стен вполне удовлетворяют прочности как несущей конструкции для многоэтажного укрупненного строительства.

1. Несущие стены.

Конструкции несущих стен могут быть трех видов, а именно:

1. Несущие стены из массивных блоков во всю толщину стены (рис. 64).
2. Несущие стены из массивных блоков чередующимися рядами, с полублоками, состоящими из двух камней с осевым швом (рис. 65).
3. Несущие стены, с чередующимися рядами, состоящими из массивных блоков и плит с засышкой пустот между плитами (рис. 66).
4. Несущие стены обычной кладки из не стандартных камней более или менее правильной формы (рис. 63 и 81).

2. Каркасные стены.

Каркасные системы всех видов с заполнителями из туфа.

- 1) Туфовые беспалубно-обоймно-футлярные каркасные конструкции (рис. 67).

2) Туфо-деревянные каркасные стены.

3) Туфо-железные каркасные стены.

Несущие массивные стены из блоков. Кладка стен из массивных блоков или крупных камней толщиной 0,25, 0,30, 0,35 м, высотой 0,80 или 0,40 м.

Независимо от степени обработки туфовых камней, кладка ведется горизонтальными рядами в перевязку. Рис. 63 и 64 представляют такую кладку.

Существенным в этой кладке является точная постановка камней по отвесу и ватерпасу. При стандартных камнях определенной высоты особенно

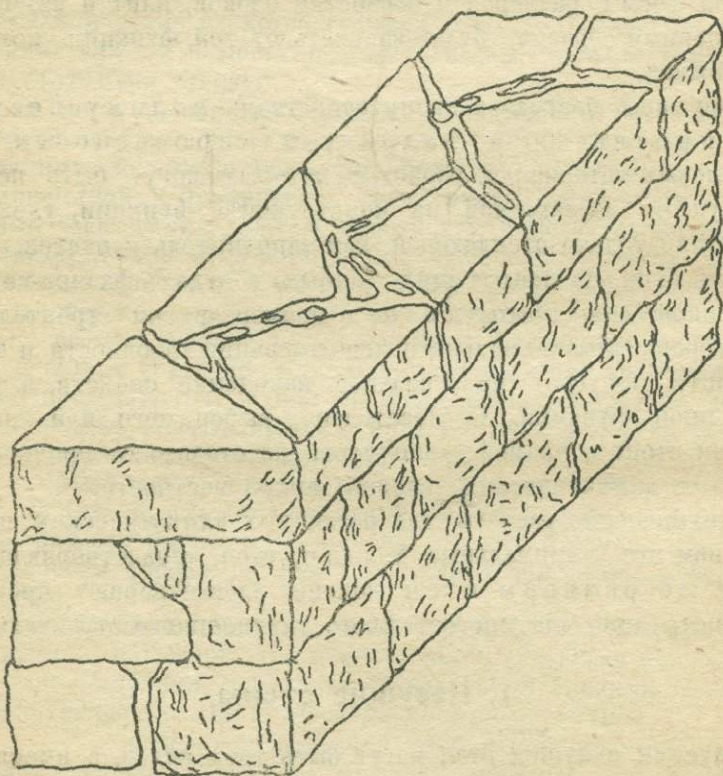


Рис. 63.

важно следить за горизонтальностью каждого отдельного ряда, в противном случае допущенная ошибка в последующих рядах нарушит высоту ряда, вследствие чего потребуются пригонка камней, что безусловно осложнит работу.

Такая неточность может быть вследствие неодинаковой толщины раствора в швах. Чем чище обработка поверхности постели, тем тоньше швы (3—5 мм). При грубой обработке постелей рекомендуется в горизонтальные швы под камни предварительно класть деревянные вкладыши (рис. 69), бруски прямоугольного сечения по две штуки под камень, прикрепляемые

гвоздями к туфу, служащие правилами для раствора. Длина таких брусков берется сантиметра на два короче толщины стены. Высота брусков при ширине 4 см может быть от 1 до 4 см. Ширина вертикальных швов при грубых поверхностях составляет 2—4 см. В таком случае к туфу со стороны двух наружных поверхностей прикрепляются гвоздями бруски, образуя коробку, которая впоследствии и заполняется теплым раствором, а доски по миновании надобности отрываются и идут вновь на работу.

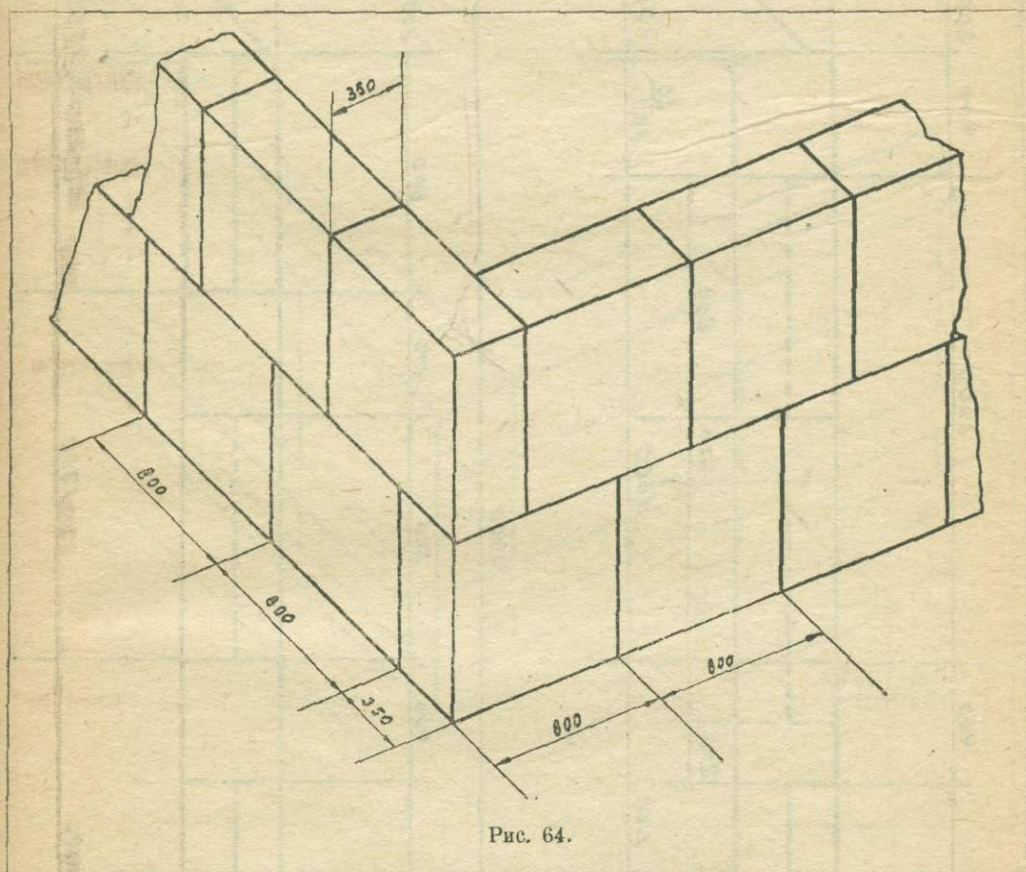


Рис. 64.

При ведении кладки тонкими швами рекомендуется после установки двух смежных камней просверлить цилиндрической формы сквозное, во всю высоту ряда, вертикальное отверстие (рис. 70), что весьма быстро исполняется пневматическими или электрическими пикерами. Это отверстие диам. 5—6 см заполняется раствором и служит защитой против воздухопроницаемости через вертикальный шов.

В случае затруднения иметь на постройке механические инструменты, возможно вертикальные цилиндрические бетонные пробки в швах заменить квадратными, поставленными одной диагональю нормально к шву (рис. 71). Такие вертикальные параллелепипеды выпиливаются, долбятся или высекаются обычными инструментами для ручного производства работ, перед установкой камней. Эти способы имеет смысл применять лишь в том случае, когда не хотят иметь на поверхности стены видимые растворы, так например, на фасадах; во всех других частях прибегать к такому способу не имеет смысла.

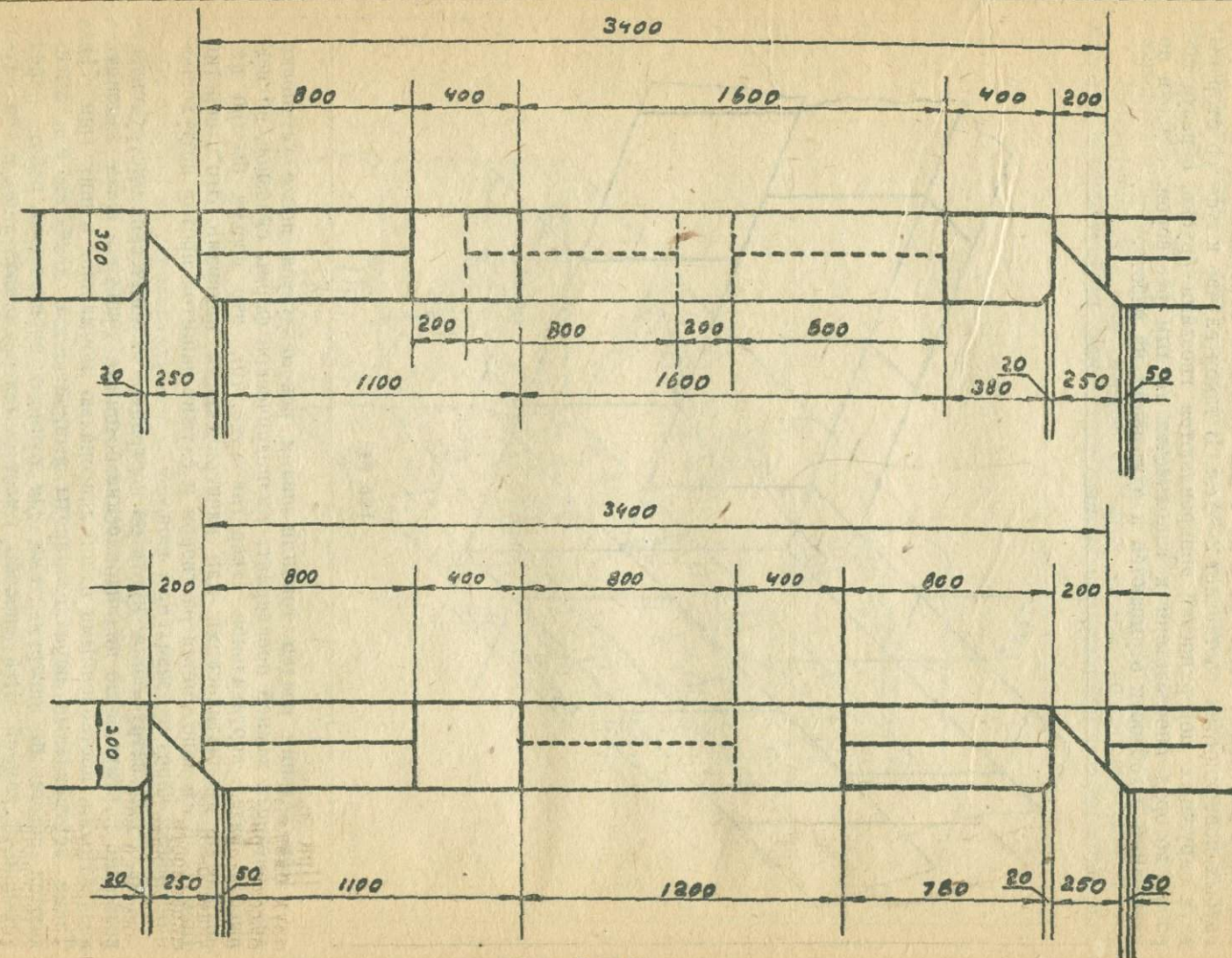


Рис. 65.

Как было сказано ранее, высота стандартных камней нами принята в 0,80 и 0,40 м. Этот размер отвечает главным образом установившейся этажной высоте в жилищно-строительной практике, а именно: 1) 3,400 м для этажной высоты и 3,080 м чистой высоты помещения или 2) при этажной высоте 3,080 м и чистой высоте помещений 2,68 м.

В строительной практике могут быть случаи необходимости применения высоты помещений, превышающие приведенные выше нормы; в таком слу-

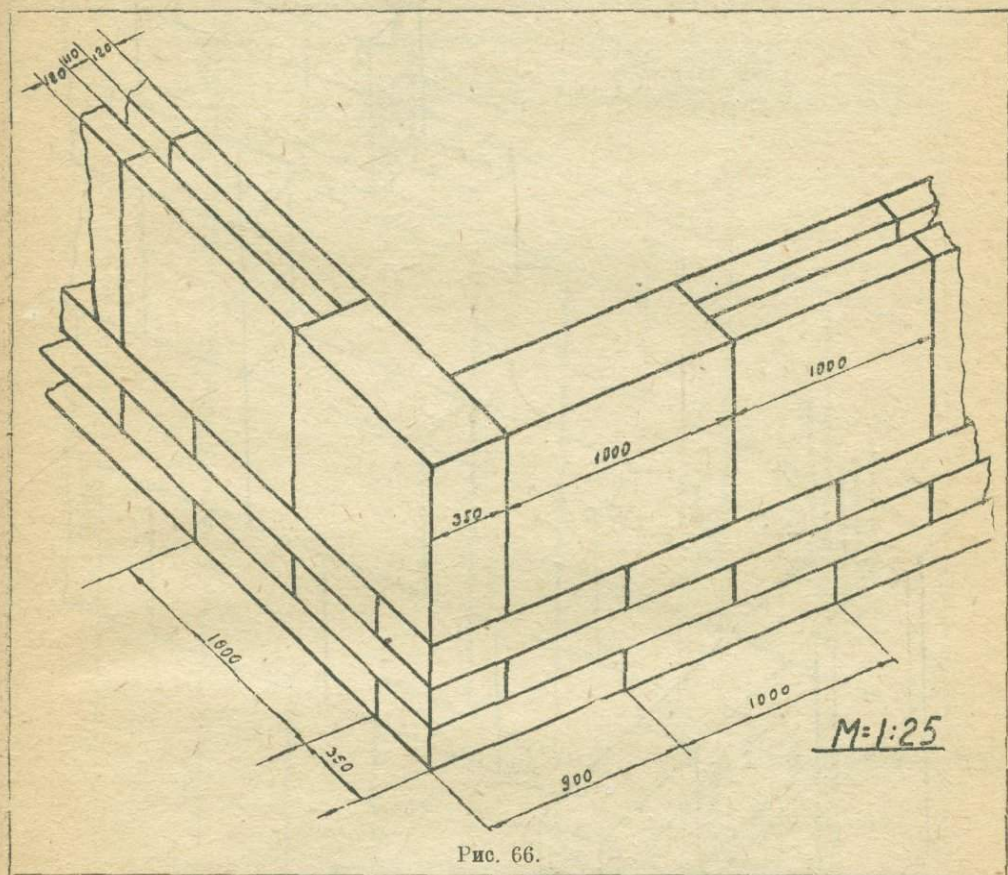


Рис. 66.

чае необходимо лишь брать эти высоты кратными 0,40 м, т.-е. стандартной высоте камня.

На рисунках 72—78 показаны примерные кладки массивных стен с изменениями в рядах, в зависимости от высоты помещения и высоты оконных проемов.

Несущие стены из массивных блоков с чередующимися рядами с полу-блоками, показанными на рис. 65, через ряд имеют массивный блок соответствующей стандартной высоты в 0,40 м, последующим рядом, состоящим из двух камней (полублоков) высотой 0,80 м, с одной необработанной поверхностью, обращенной к оси стены. Грубо обработанные поверхности таких блоков образуют внутри стены шов.

Такая конструкция кладки значительно сложнее массивных блоков, не экономичнее, и такой способ может быть допущен в строительстве, как вспомогательный способ утилизации полученных на стройке в силу обстоятельств таких полублоков. Следовательно, как самостоятельная конструкция имеет очень мало шансов служить системой для типовой кладки.

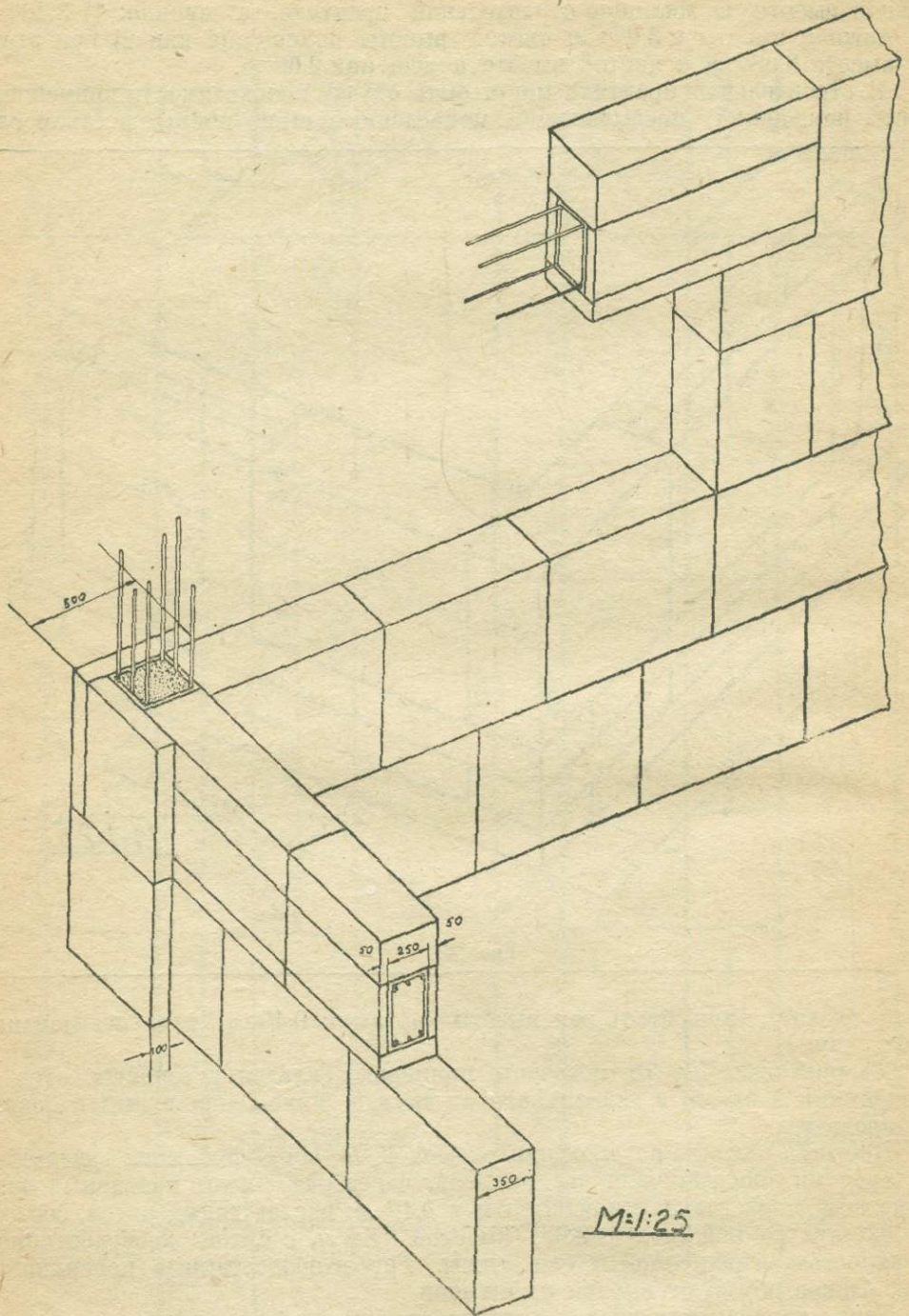


Рис. 67.

На рисунках 66, 79 и 80 показана кладка несущих стен с чередующимися рядами массивных блоков из двух плит, образующих воздушную прослойку; пространство между ними заполняется теплыми засышками.

Этот способ на первый взгляд дает некоторую экономию камня, а также возможность использовать бой и отходы блоков на засышку, но эти преимущества перед массивными стенами исчезают, принимая во внимание не-

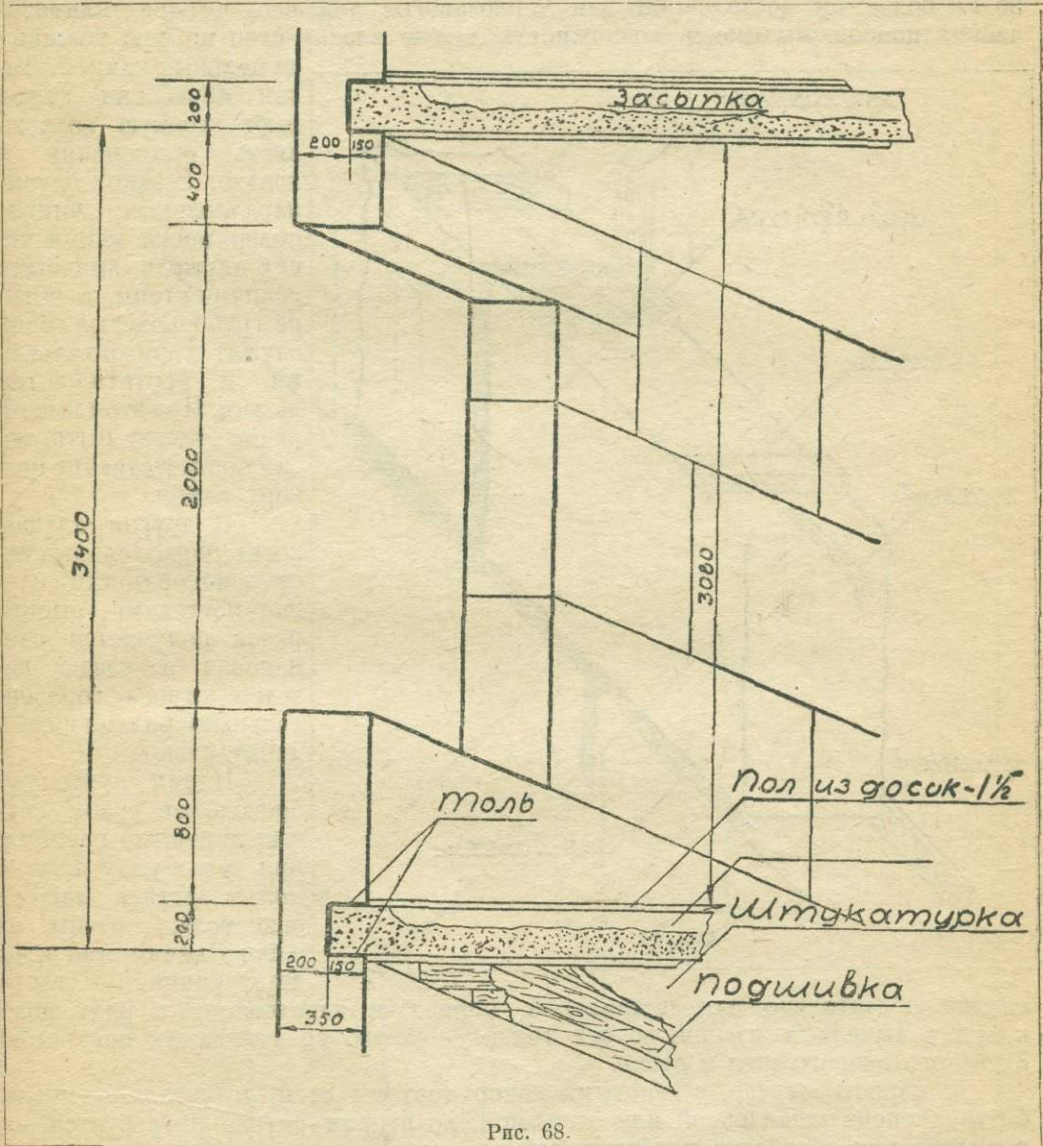


Рис. 68.

которое осложнение по возведению кладки. Требуется правильная установка двух плит, их временное закрепление, далее тщательная засыпка и пр. Такая конструкция может иметь место при наличии плит, обработанных с одной лицевой стороны, для зданий небольшой этажности (3—4 этажа), или при необходимости облегчения стен в верхних этажах многоэтажных строений, или же как заполнитель каркасов. Поэтому не всегда такая конструкция может оправдать себя в экономическом и техническом отношении перед массивными туфовыми стенами.

Кладка стены из грубо отесанных камней более или менее правильной формы, близкой к параллелепипеду (см. ассортимент продукц. тип. 3). Такие камни имеют две параллельные грани механической пилки, остальные четыре грани грубой околки. Толщина таких камней 35, 30 и 25 см, высота и длина различная от 30 до 70 см, весом 100 до 150 кг.

Принимая максимальную толщину для кладки стен из таких камней в 35 см более чем достаточной для теплозащиты для всех четырех климатических поясов, мы имеем возможность вести кладку стен во всю толщину

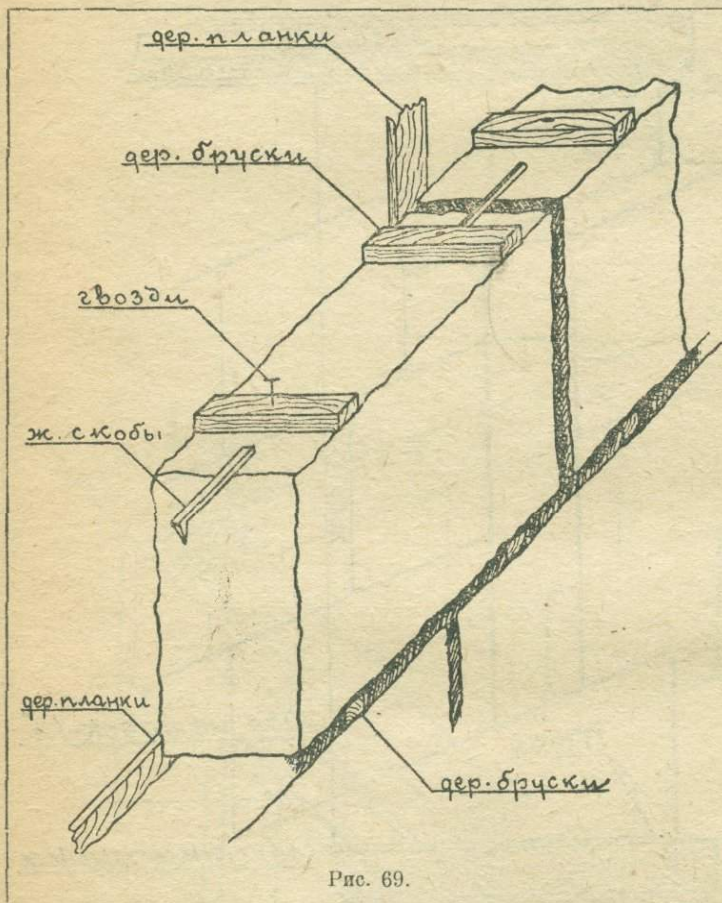


Рис. 69.

из цельных камней. Такой обработке камни дают двоякую возможность применения в кладке. В одном случае параллельные чистые поверхности камня могут служить лицевыми гранями стены, а четыре грубооколотые грани служат горизонтальными и вертикальными швами. При этом высота рядов может быть любая, соответственно подбору камня.

В другом случае, когда параллельные чистые поверхности служат постелями, высота рядов получается одинаковая и кладка ведется строго горизонтальными рядами во всю длину стены.

В этом случае грубооколотые грани служат лицевыми гранями, при чем в ряду кладка может вестись как во всю толщину стены из одного камня, так и из двух камней; в таком

случае обязательно для правильной перевязки чередование в ряду ложковых и тычковых камней во всю толщину стены, во избежание получения сквозного осевого шва в стене.

В первом случае, с чистыми поверхностями стен, штукатурка может быть заменена шпаклевкой или затиркой, во втором случае потребуются дополнительные обработки поверхностей под штукатурку.

Во всем остальном кладка ведется с соблюдением общих правил для правильной перевязки в углах, стенах, перекрещиваниях стен и в пролетах.

Раствор, употребляемый для кладки, служит как для выравнивания неровностей постелей, так и для заполнения швов.

Растворы для кладки могут быть различные и состоять из различных связывающих веществ.

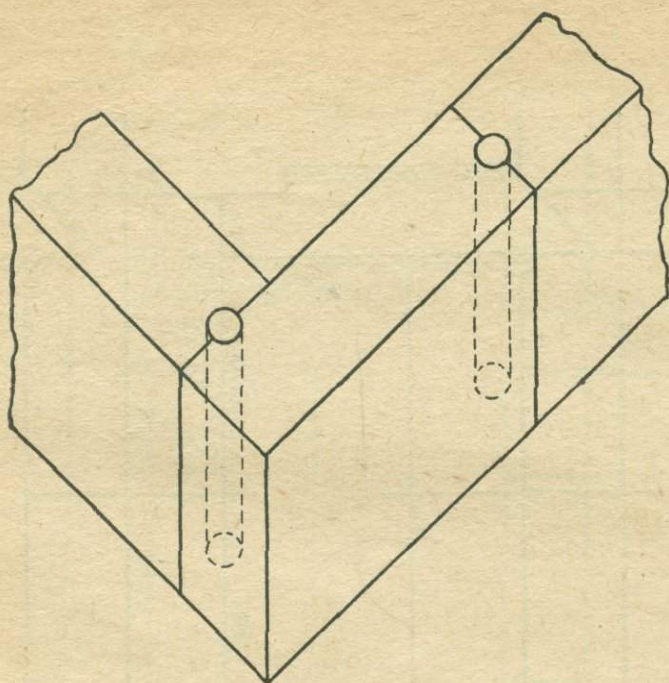


Рис. 70.

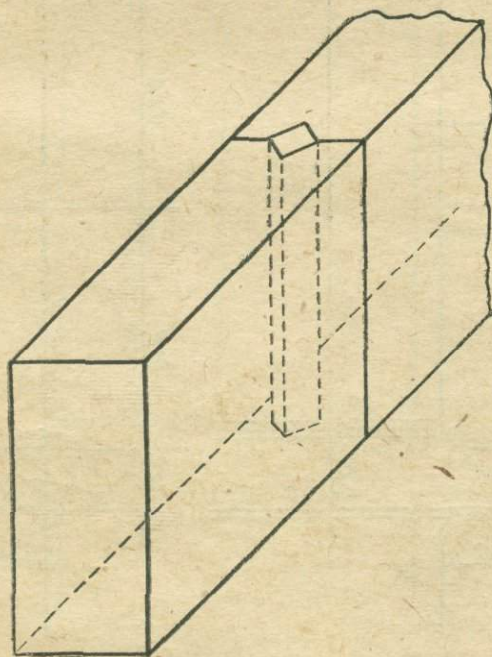
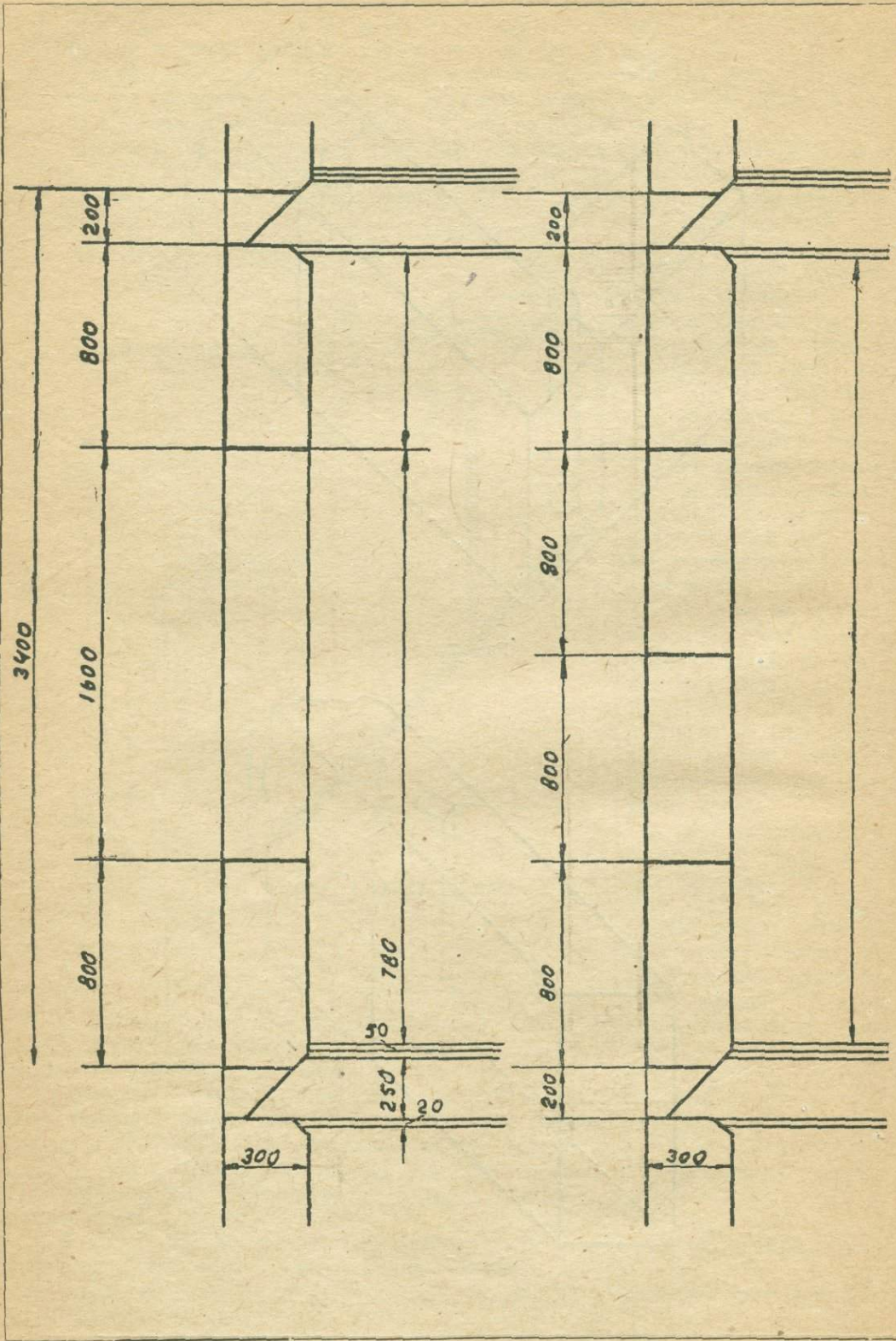


Рис. 71.



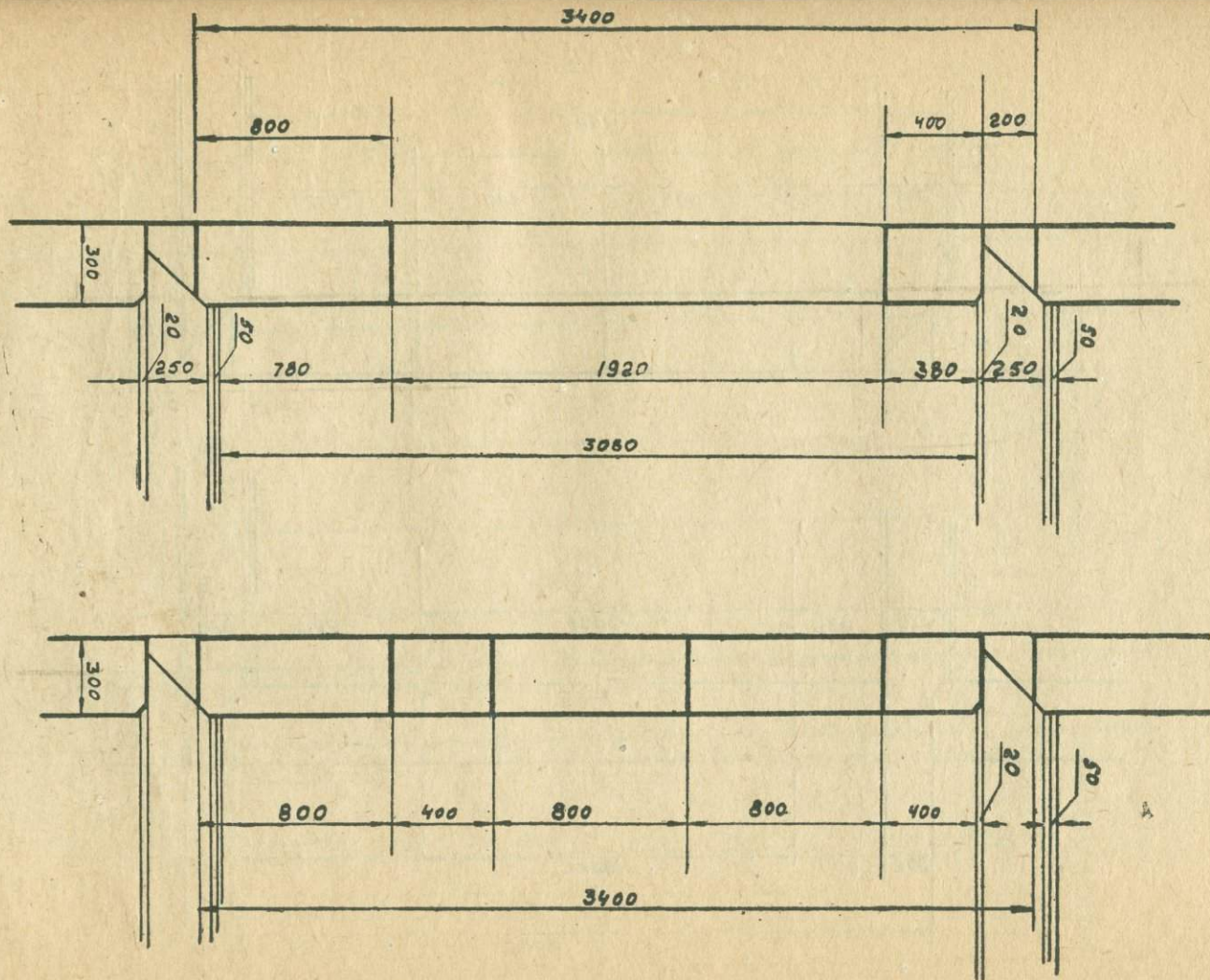


Рис. 78.

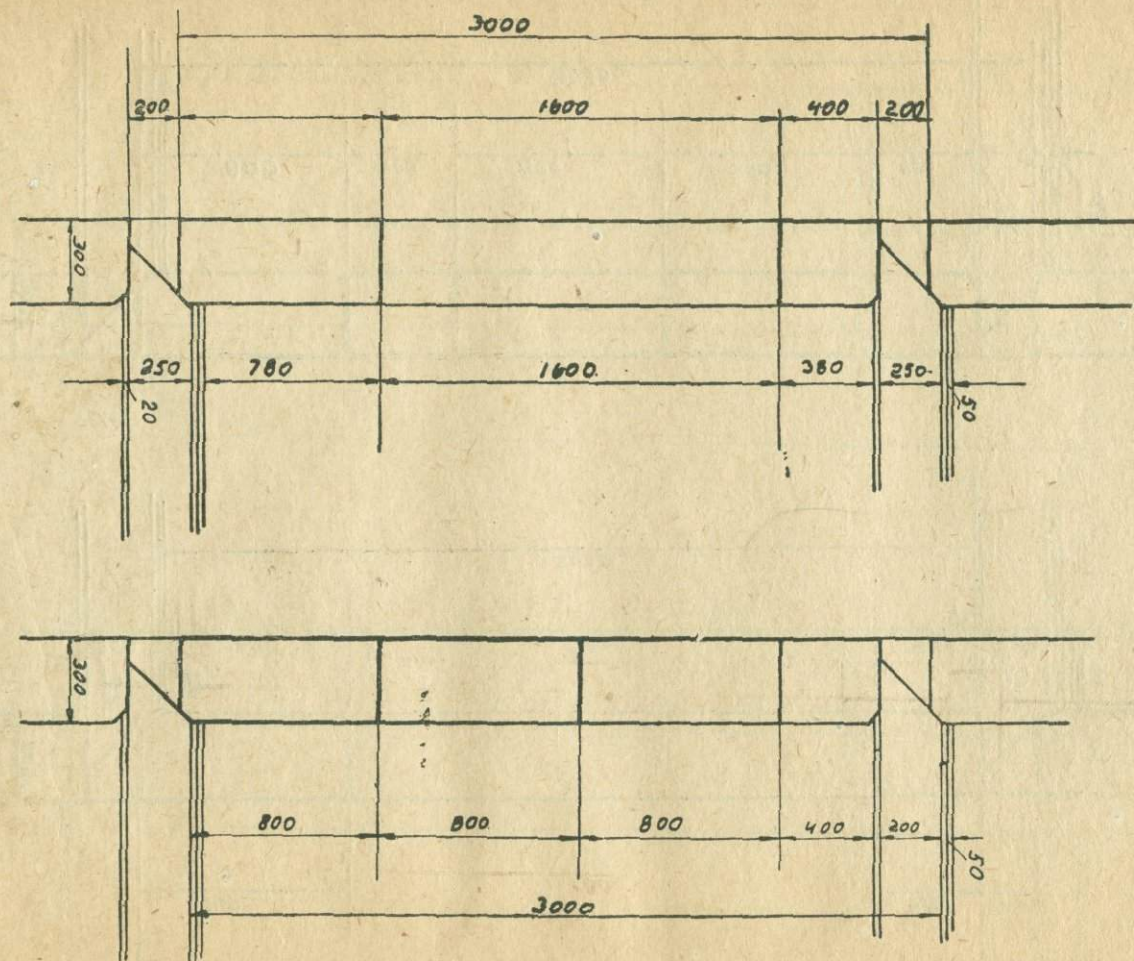


Рис. 74.

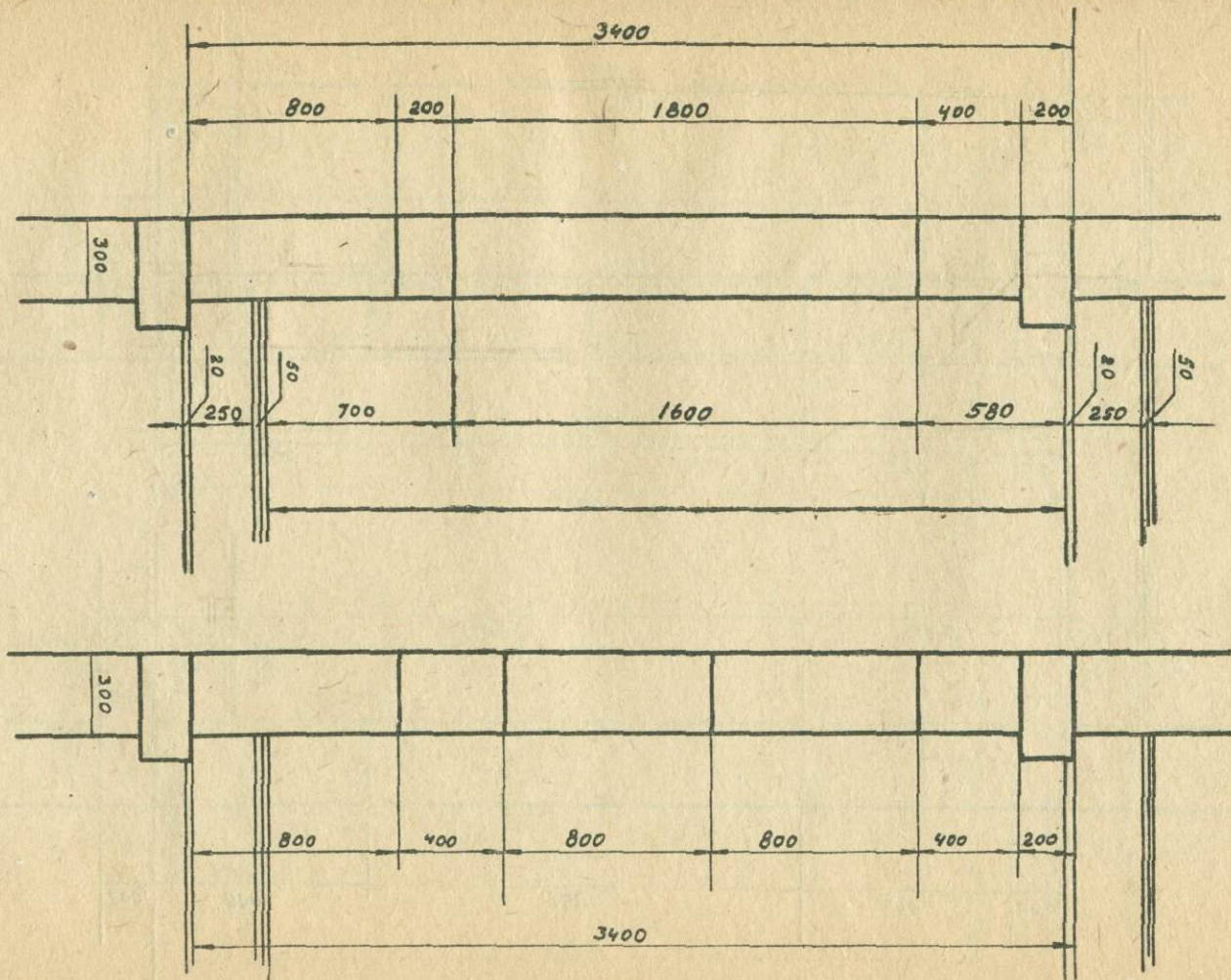


Рис. 7б.

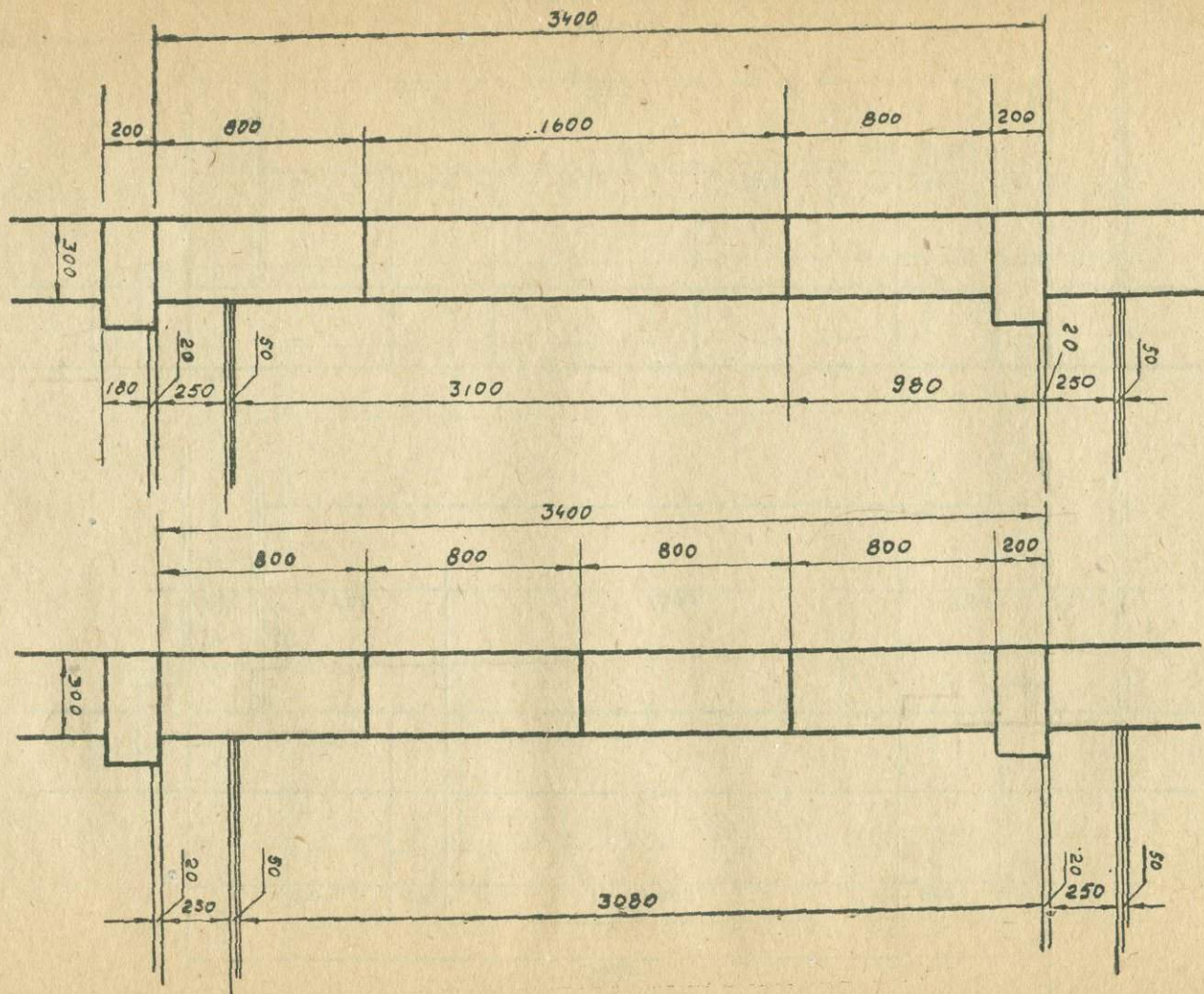


Рис. 76.

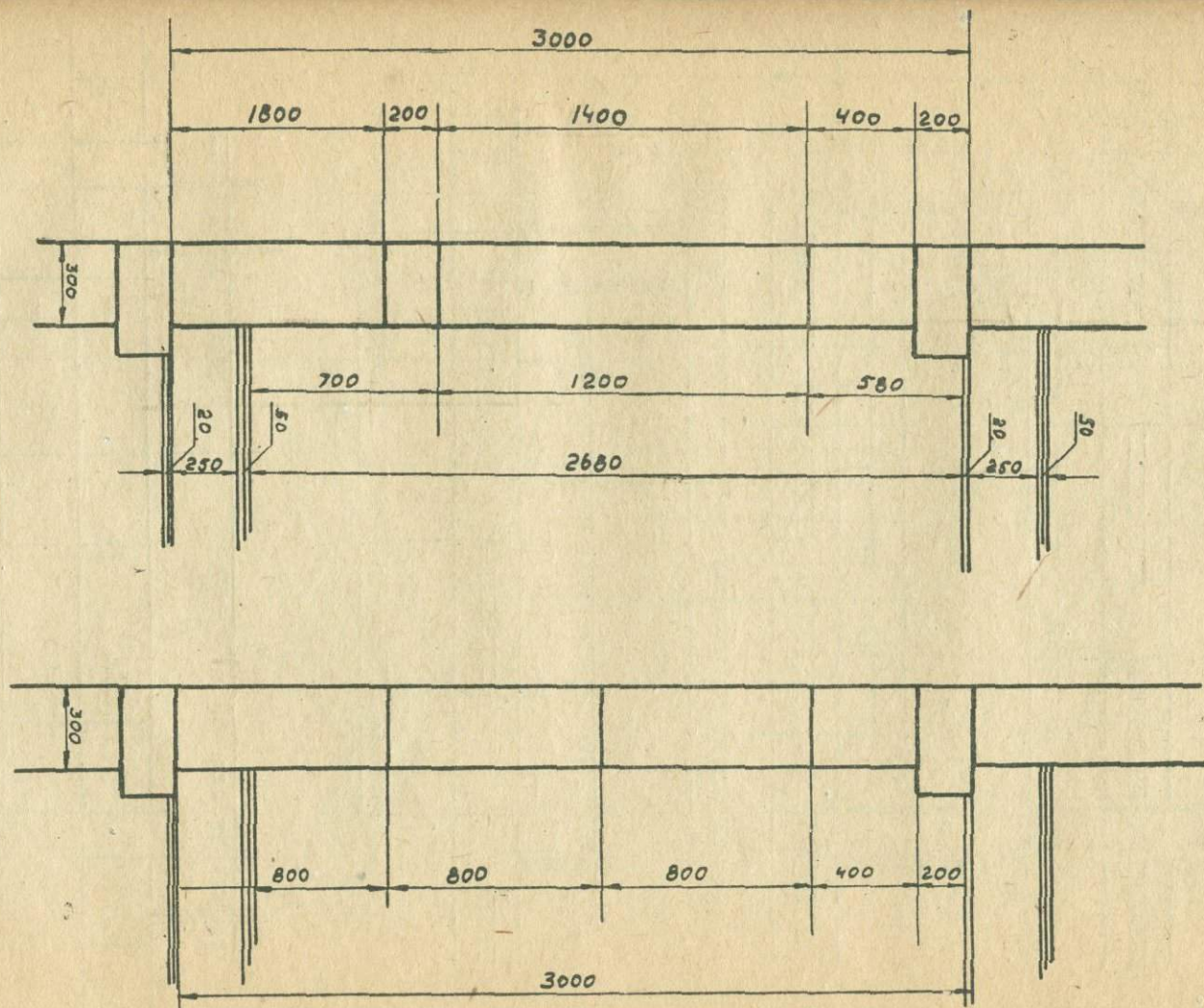


Рис. 77.

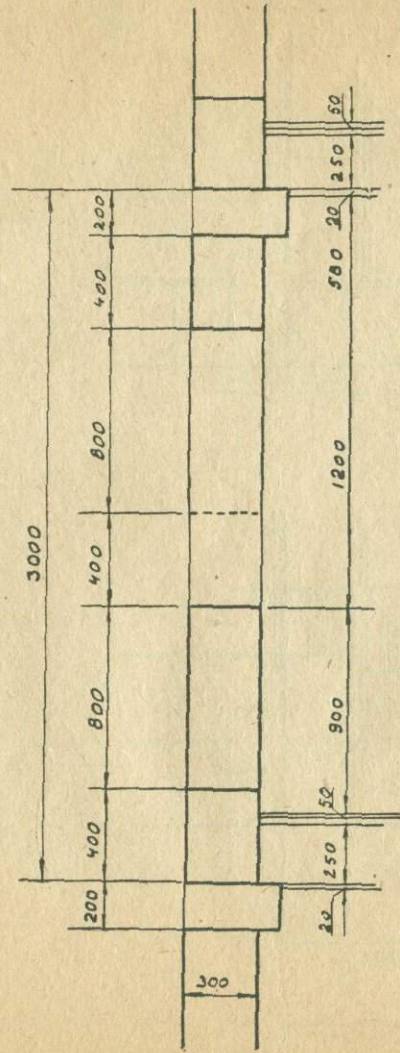


Рис. 78.

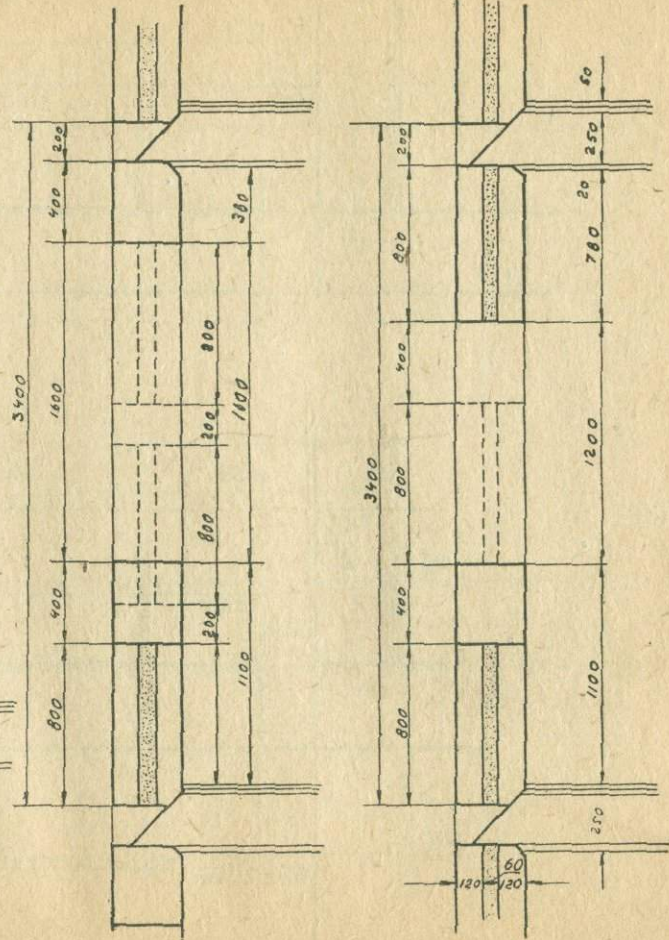
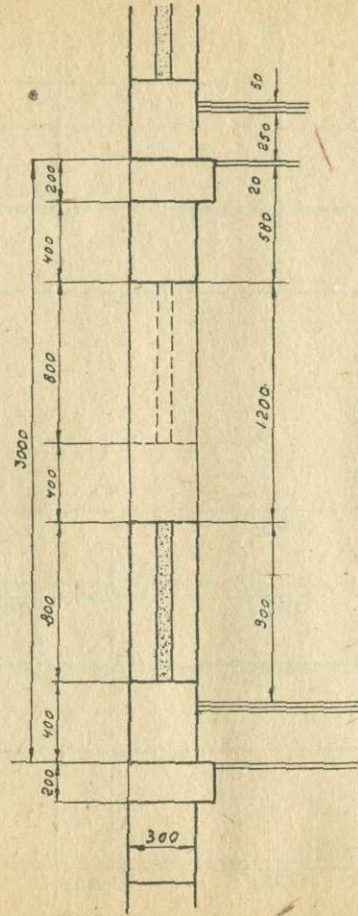


Рис. 79.

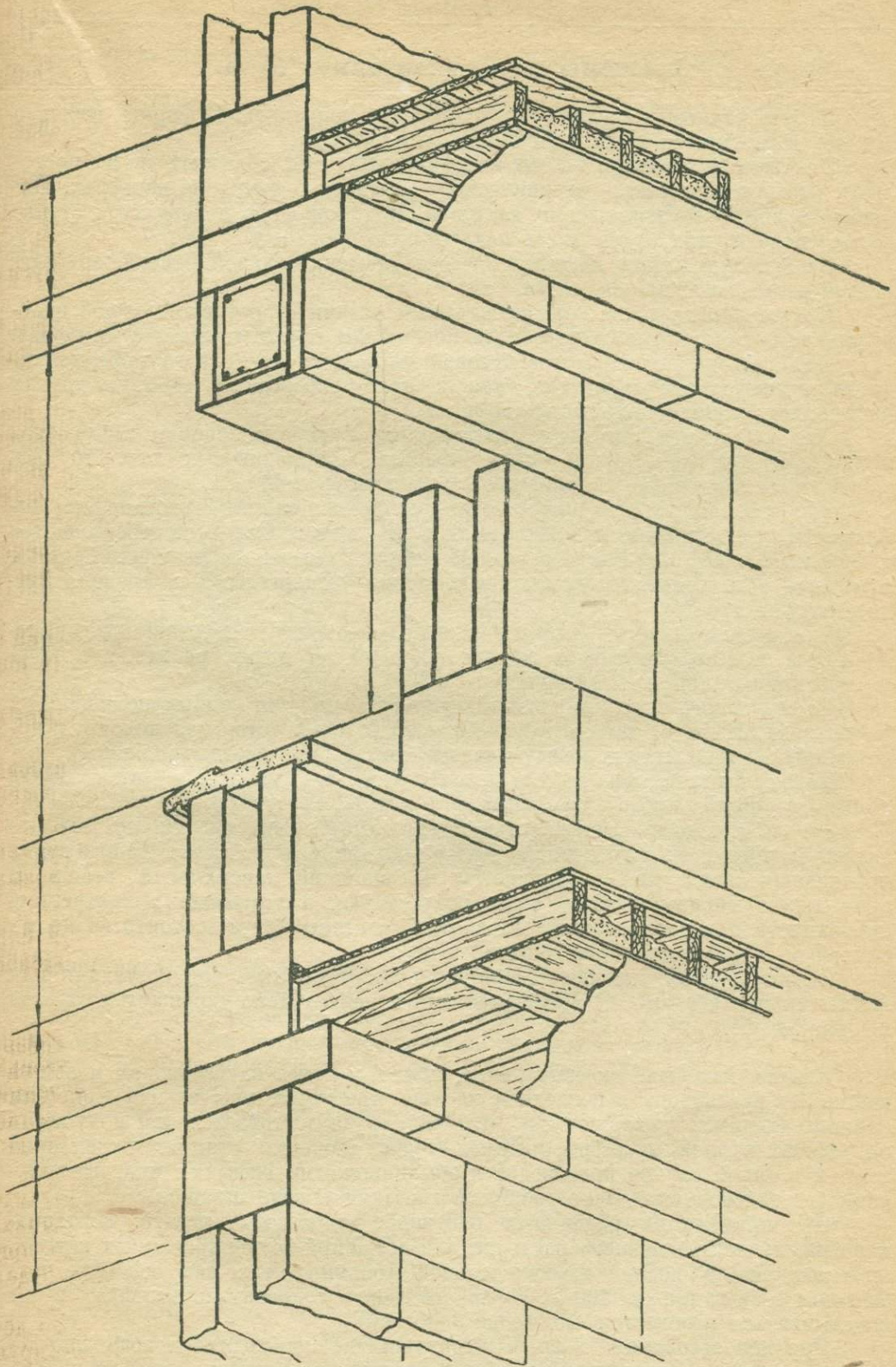


Рис. 80.

3. Стены из камней в виде бута.

К буту отнесены камни более или менее неправильной формы, весом до 100 кг (ассортим. продукц. тип IV, табл. стр. 62).

Эти камни, несмотря на их неправильный вид, обладают двумя постелями, соответствующими механической распиловке камня на карьерах. Поэтому возможно соблюдать при кладке из них хорошую перевязку и стены, возведенные из них, будут иметь надлежащую прочность.

На бутовую кладку камень идет без предварительной отески, срубаяют только резко выдающиеся части.

Кладка производится горизонтальными рядами с соответствующей перевязкой так, чтобы камни одного ряда перекрывали швы нижнего с ним ряда.

Вообще при производстве бутовой кладки из Арктического туфа приходится держаться тех же правил, как и при производстве работ из других постелистых камней неправильной формы.

Для кладки углов и устройства оконных и дверных проемов выбираются камни по возможности правильной формы. Если таковых нет, то они обрабатываются путем откалывания неровности граней.

Для бутовой кладки допускается густой известковый раствор, по возможности тонкими швами. Пустоты и щели между швами зацементировываются туфовыми осколками. Раствор, в особенности для жилых помещений, рекомендуется делать теплым, примешивая к нему утеплители, как трепел, шлаки, пемзу и пр.

Для прочности при длинных стенах рекомендуется устраивать промежуточные столбы из туфовых же камней, особенно в тех местах, где могут иметь опору стропильные фермы.

Стены такого типа допускают толщину стены для теплых помещений в районах: II, III и IV пояса, в 35—40 см. Толщина стен для холодных помещений как заполнитель между опорами может быть сделана тоньше.

Такая кладка стен может рекомендоваться для одно- и двухэтажных зданий второстепенного назначения.

Не исключается возможность ведения мозаичной кладки, на подобие кладки из неправильных камней, причем имеющиеся две параллельные грани правильных плоскостей обращаются на внешние поверхности стены. В этом случае горизонтальные ряды отсутствуют, а наружные и внутренние поверхности получаются чистой обработки, а стены будут состоять из целых камней во всю толщину стены (рис. 82 и 63).

Таким образом, гладкие поверхности могут служить или постелями или лицевыми плоскостями. В последнем случае значительно упрощается отделка штукатуркой.

Кладка, как было сказано ранее, может вестись на растворах и совершенно без растворов; в последнем случае требуется тщательная пригонка соприкасающихся поверхностей, что без труда достигается при получении на работах камней, калиброванных через дисковые станки. Скрепление камней в таком случае производится обыкновенными гвоздями или костыльками без головок или двухсторонними гвоздями в виде пиронов.

При применении различных растворов для кладки, как-то: портланд-цемента, извести, сложного раствора, алебаstra при калиброванных камнях, швы получаются весьма незначительной толщины, так как особенно при большом весе камня в 400—500 кг раствор в горизонтальных швах будет выдавливаться и остается не более 3—5 мм.

При использовании туфа в строительстве необходимо и возможно добиться ведения строительных работ круглый год без перерыва, регулируя вместе с тем вопрос о сезонности строительных работ. Поэтому желательно

для полного успеха совершенно не допускать применения кладки на мокрых растворах.

Арктический туф, хотя и допускает возможность ведения сухой кладки без раствора, но у строителей явится, несомненно, опасение за безукоризненную пригонку постелей, а следовательно, возможность потери тепла через щели.

Предлагаемый ниже способ допускает ведение работ круглый год, путем применения раствора без воды. Таким составом, заменяющим обычные растворы для туфа, являются битуминозные смолы, нефтяные отходы, гудроны с примесью в соответствующей пропорции песка. Такой раствор может

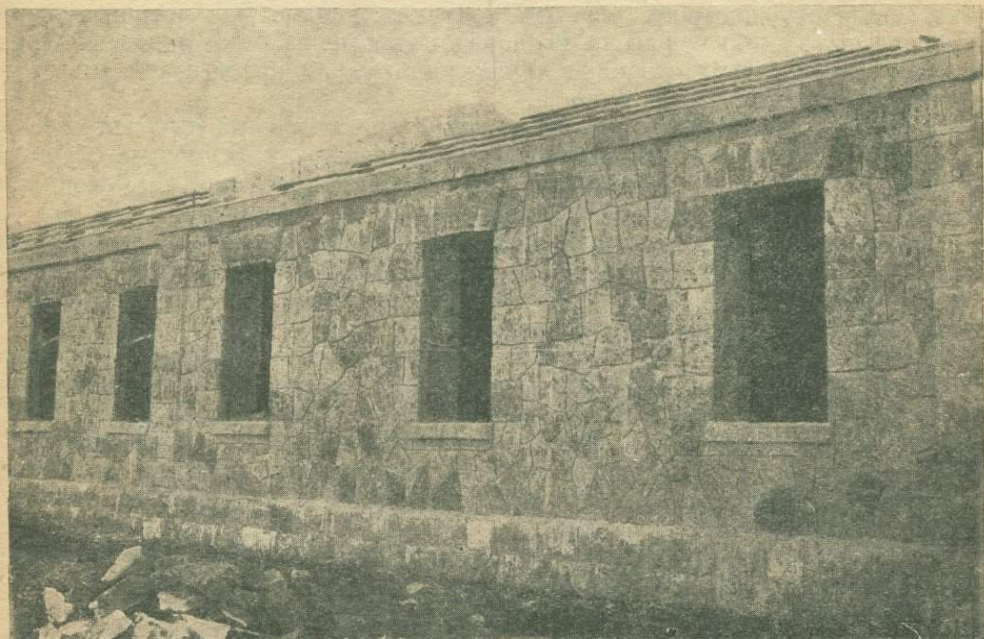


Рис. 81.

употребляться в горячем состоянии и после охлаждения твердеет и при незначительной толщине дает прекрасные результаты как сцепления, так и эластичного заполнения швов. Расход на такой раствор будет незначителен, так как на 1 м² стены потребуется 0,006 м³ смолистой массы.

После возведения стен можно немедленно приступить к их отделке, так как стена будет совершенно сухой.

В выдержке помещений до заселения не будет никакой надобности.

В этом отношении арктический туф превосходит не только минеральные материалы, но и древесину.

Оформление архитектурных частей, выступающих пилястров, тяг, наличников и пр. орнаментные украшения из туфа могут быть исполнены после возведения стен и укреплены гвоздями к гладкой поверхности стен.

Переходя к другим конструктивным частям зданий из арктического туфа, надо отметить, что в прошлом и в большинстве строительства в настоящем, если капитальные стены возводятся из огнестойких материалов, то все остальные части зданий продолжают возводить, допуская широкое применение древесины для различных частей здания, как-то: перегородок, междуэтажных перекрытий, кровли. Построенное таким образом здание,

в сущности представляет костер, сложенный между несгораемыми стенами и обладает минимумом огнестойкости.

Между тем широкое применение изделий туфовой лавы допускает, как мы увидим из дальнейшего, использование ее для перегородок, междуэтажных перекрытий, кровли и пр. В целом такое строение можно считать не возгораемым и огнестойким.

4. Перегородки.

Существенным вопросом является устройство перегородок в жилых домах. Эта часть построек еще не получила вполне удовлетворительного решения. До сих пор основным материалом для перегородок является дерево, оштукатуренное с двух сторон; в такой конструкции преобладает много отрицательных технических сторон.

Положительными конструкциями нужно считать те из них, которые будут незначительного веса, не тяжелее деревянных, допускают быструю сборку, не требуют толстого слоя штукатурки, не требуют просушки, огнестойки, не звукопроводны, и имеют небольшую толщину.

Рассмотрим, насколько требуемым условиям могут отвечать перегородки, устроенные из арктического туфа. Для данного случая возьмем туф из легких сортов, объемного веса до 1,10. В таблице указанные (тип Па) плиты имеют назначение для сконструирования перегородок.

Арктический туф, как известно, допускает распиловку на тончайшие плиты 2—3 см. Такие тонкие плиты в данном случае для устройства перегородок, конечно, не могут иметь практического значения. Для нашей цели наиболее подходящими будут плиты толщиной 6—8—10 см, в зависимости от размеров перегородки, ее назначения и конструкции. Высота таких плит принимается в 0,40 м, кратной этажной высоте и отвечающей размерам стеновых блоков.

Длина плит желательна до 1,00 м, так как большие длины ослабляют прочность самих плит при небольшой их толщине.

Такие плиты для перегородок должны иметь лицевые поверхности чистой распиловки, тоже для остальных граней. Все углы таких плит должны быть прямыми и грани параллельными.

Такие плиты являются прекрасным материалом для устройства перегородок.

На рисунках 82, 83, 84 показано устройство таких перегородок.

Перегородки легко собираются из указанных выше плит, насаживаемых ряд на ряд и скрепляемых между собой в ряду или в перевязку (рис. 84) или без перевязки (рис. 82, 83); в последнем случае обязательной будет армировка перегородок.

Плиты скрепляются между собой различными растворами или гвоздями, скобками, проволокой, пачечным железом и пр.

Армировка перегородочных плит в вертикальных или горизонтальных швах придает им жесткость. В вертикальные швы вводится пачечное железо, прикрепляемое гвоздями к двум смежным плитам, рис. 83.

В горизонтальные ряды вводится проволока или пачечное железо, связывающее плиты в ряды между собой, рис. 82, 83.

Такие перегородки при наличии проемов входят в пазы, устроенные в дверных коробках соответствующей ширины, равной толщине плит, чер. 82.

Перегородочные плиты в местах соединения перегородок с капитальными стенами и дверными коробками скрепляются с последними посредством ершей (рис. 82, 83). Вес таких перегородок будет зависеть от объемного веса туфовой лавы, использованной на распиловку плит. Поэтому для такой

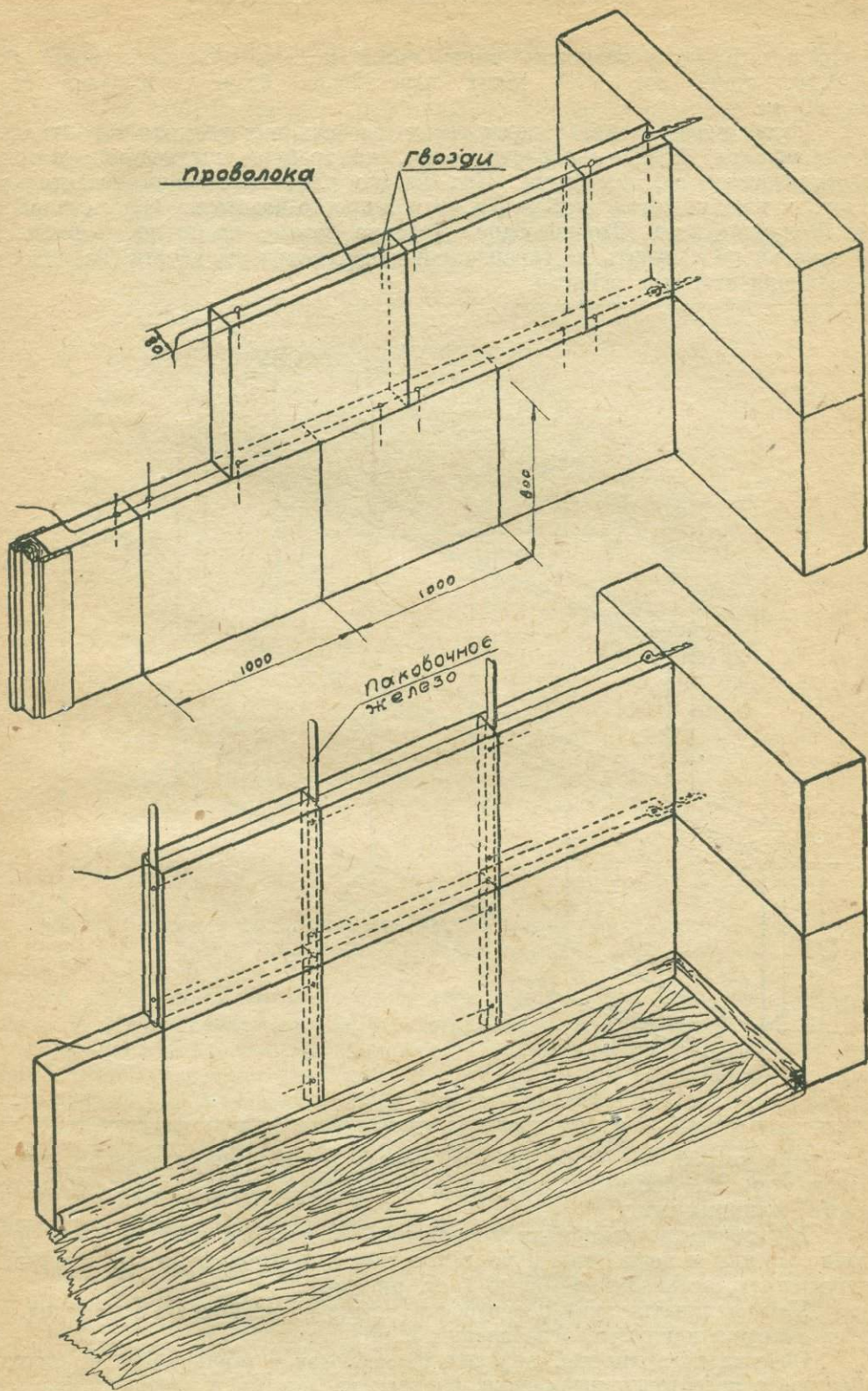


Рис. 82 и 83.

цели желательно и возможно иметь сорта породы объемного веса 1,00—1,10; тогда вес 1 м² таких перегородок будет колебаться от 80 до 90 кг.

Такие перегородки, отвечая всем требованиям техники строительства по прочности, звукопроводности и пр., не требуют штукатурки, а только шпаклюются и окрашиваются. При кладке плит желательно толщину раствора в швах довести до 2-х—3-х мм, или просто класть их без раствора или на столярном клее. Это последнее условие важно, чтобы после шпаклевки и окраски не получать на окрашенной поверхности вжухлости на швах или изменения оттенков окраски.

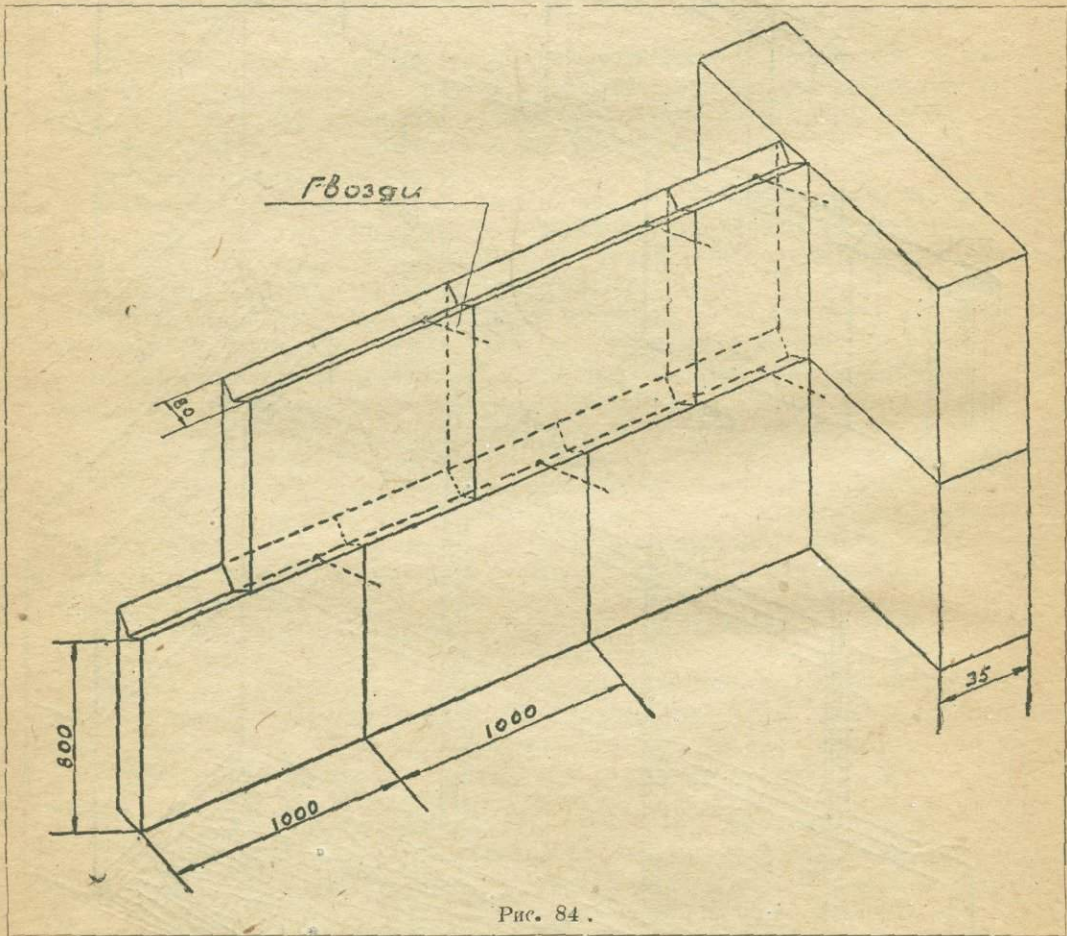


Рис. 84.

При устройстве необходимо наблюдать за получением гладкой поверхности стен. Это последнее зависит кроме техники кладки также от одномерности толщины плит.

Во избежание деформаций, основания перегородок должны быть достаточно жестки и незыблемы и не должны быть доведены вплотную к верхнему перекрытию, оставляя прозор до 1 см, рис. 85.

Устанавливать такие перегородки можно во всяких местах: сухих, сырых, снаружи и внутри, огнеопасных и пр.

Обделка поверхностей туфовых перегородок, в зависимости от назначения, после подготовки, шпаклевки, окраски масляными и клеевыми красками, обоями и пр., производится без штукатурки и непосредственно по туфу.

5. Отдельно стоящие опоры из камней арктического туфа.

Принцип замены долевых стен отдельно стоящими опорами в последнее время завоевывает широкое распространение. Основанием к этому служит рациональность с точки зрения санитарно-гигиенической, экономической и конструктивной. Такие опоры являются в строительстве конструкциями несущими, поддерживающими балки и междуэтажные перекрытия.

Опоры конструируются из кирпича, железа, железобетона, железобетона в обойме и из естественных и искусственных камней.

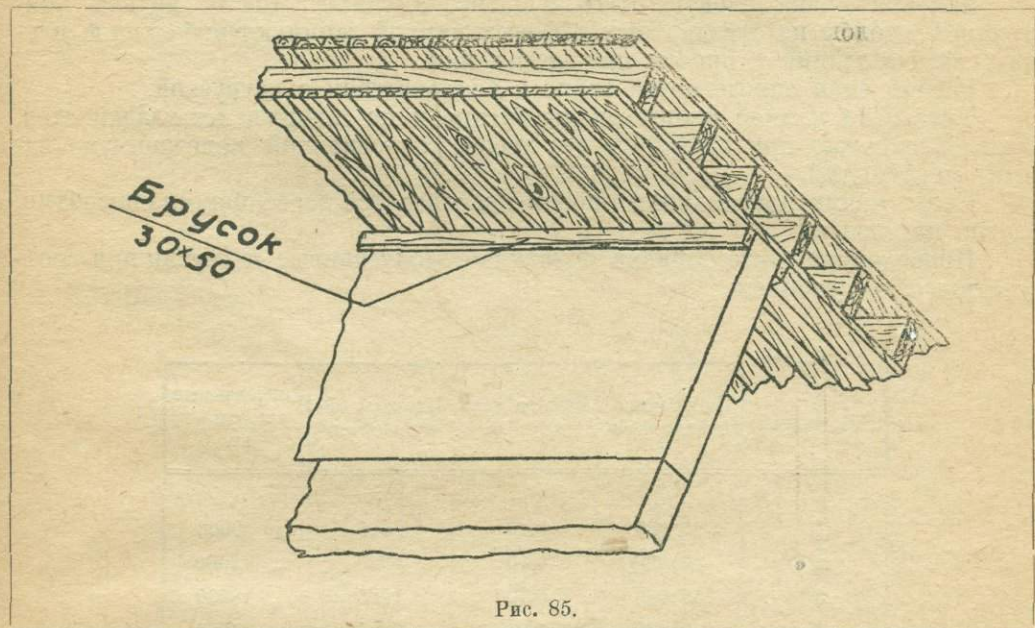


Рис. 85.

Экономичность и рациональность применения той или иной конструкции могут быть обоснованы техно-экономическими и расчетными показателями.

Мы ограничимся общим обзором этих конструкций, так как положительные и отрицательные качества в достаточной мере известны.

Остановимся на некоторых из них в той мере, в какой необходимо для сопоставления их с конструкциями опор из арктической туфовой лавы; кирпичные опоры обычной кладки стоят дороже, требуют значительное число квалифицированных каменщиков, первосортного кирпича, имеют значительное сечение в сравнении с другими опорами новейших конструкций. Так, напр., последние исследования ряда конструкций опор показали преимущество железобетонных колонн перед железными или железобетонными „в обойме“, перед железобетонными или армированными кирпичными перед кирпичными.

Наиболее рекомендуемыми за последнее время являются железобетонные опоры, целиком изготовленные заводским путем, или как разновидность их сборные железобетонные опоры, состоящие из отдельных стандартных камней, изготавливаемых также заводским путем.

Блоки арктической туфовой лавы, будучи продуктами естественного происхождения, благодаря своим физико-химическим свойствам, допускают скон-

струирование опор, удовлетворяющих современным требованиям строительной техники.

Опоры, построенные из туфовой лавы, могут быть подразделены на три главных вида:

- 1) опоры массивные из туфовых блоков без армировки,
- 2) опоры массивные из туфовой лавы армированные,
- 3) опоры железобетонные в обойме из туфовых плит.

Рассмотрим означенные выше конструкции.

а) Опоры массивные из туфовых блоков. Одной из простейших конструкций являются туфовые столбы из отдельных стандартных блоков, заготавливаемых заводским путем или на месте работы.

Заменяя собой долевою стену и дорого стоящие столбы других конструкций, столбы из стандартных туфовых камней занимают небольшую площадь внутри-здания и просты при возведении.

Размер опор определяется точно в соответствии с нагрузкой.

Установка камней производится быстро и не задерживает кладки стен, что весьма важно при постройке без лесов, допускающей немедленную нагрузку перекрытий.

Связь между прогонами и опорами достигается простейшими способами, вполне надежными.

Приведенная ниже таблица показывает допускаемые нагрузки при соответствующих сечениях.

№№ камней.	Поперечное сечение в см.	Высота камня в м.	Площадь сечения в см ²	Допускаемые нагрузки в кг.
1	25×25	0.40	625	до 9000
2	30×30	0.40	900	„ 13000
3	35×35	0.40	1225	„ 18000
4	40×40	0.80	1600	„ 24000
5	45×45	0.80	2025	„ 30000
6	50×50	0.80	2500	„ 37000

Ряд предложений, сделанных инж. В. П. Некрасовым для кирпичных и других столбов, может быть использован и для конструкций опор из туфовых блоков, так напр.: ввести укладку поперечных проволочных сеток, изготовленных из тонкой проволоки. Это дает возможность увеличить пределы допускаемых напряжений, приведенных в таблице.

б) Опоры массивные из туфовых блоков армированные. Эта конструкция дает возможность использовать небольшие сечения туфовых опор, приведенных выше, для высоких напряжений, введением в конструкцию опор железной армировки, состоящей из продольного углового железа, поставленной по углам прямоугольного сечения опор, с поперечным связыванием их пачечным железом между собой и с туфом или проволокой, которая прикрепляется гвоздями или железными скобками к туфу. См. рис. 87.

Отдельные ряды камней в швах с боковой армировкой укладываются на цементном растворе.

Количество расходуемого железа для продольной и поперечной армировки не должно превышать 1% от площади сечения туфовых столбов. Так

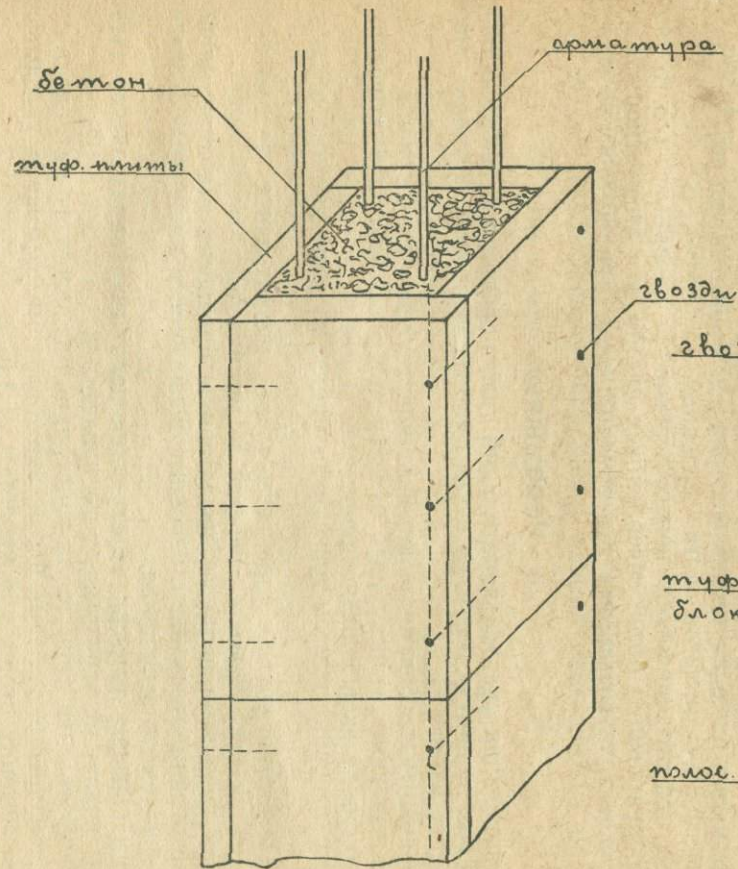


Рис. 86.

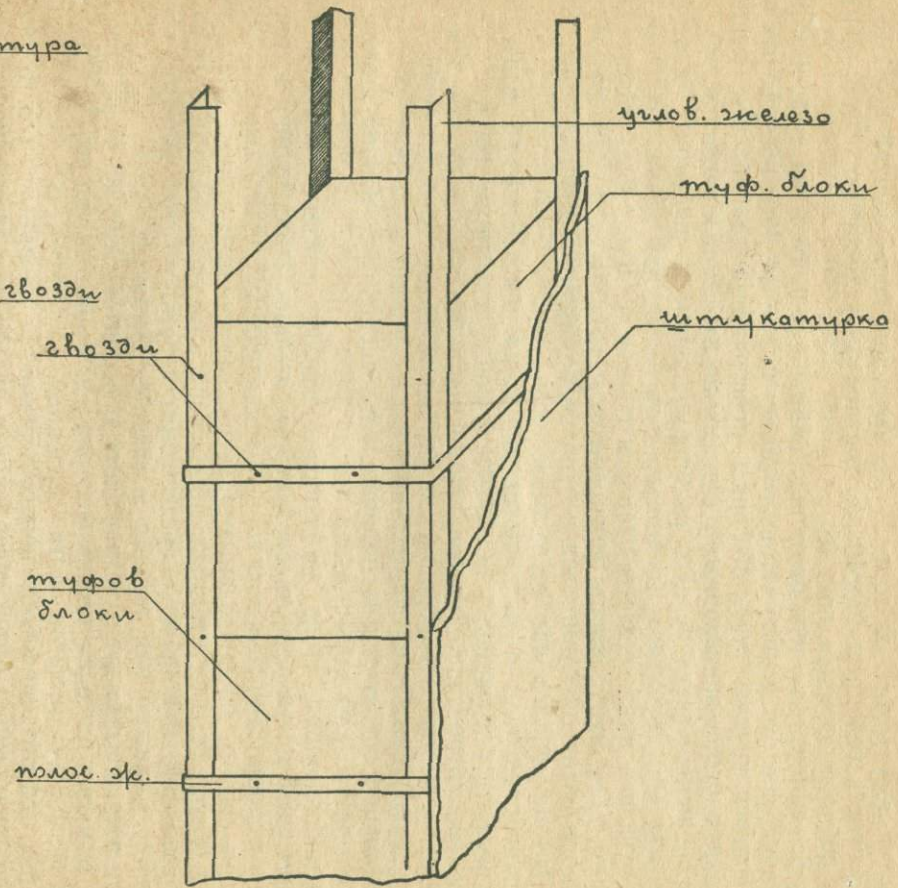


Рис. 87.

напр., для опор сечением 25×25 см, достаточно железа сечения 6,25 до 6,50 см² т. е. углового железа № 2½ (русского сортамента) по 1,43 см² или для столба сечением 40×40 см, достаточно углового железа № 4 (русск. сортам.) площадь сечения по 1,48.

в) Бетонные и железо-бетонные опоры в «обойме» из туфовых плит. Этот способ состоит в том, что возводятся полые столбы из туфовых плит. Образующееся внутри туфовой формы пространство заполняется бетоном с перекрытием рядов проволочными сетками из железной проволоки.

Проволочная сетка берется размерами, равными внешнему периметру сечения столбов, и у краев пришивается гвоздями или металлическими скобами к туфовым плитам, затем ставится обойма из плит следующего ряда, заполняется бетоном и вновь перекрывается сеткой и т. д. Таким образом посредством сеток объединяются в одно целое облицовочные туфовые плиты и ядро бетона, работая как одно целое.

Устройство обоймы заключается в правильной установке плит по отвесу и ватерпасу и укреплении их между собой гвоздями. На рис. 86 показано такое устройство. Для означенной цели берутся плиты, при чем чисто обработанная поверхность обращается наружу, а более грубая внутрь.

Толщина таких плит достаточна 5-6 см, шириной равной расчетному сечению опор и высотой, кратной опорной высоте, т. е. равной высоте стеновых камней в 0,80 и 0,40 м.

Видоизменением этого же способа служит—введение в бетон армировки, получая таким образом беспалубные железо-бетонные опоры, рис. 67.

Это мероприятие необходимо при значительных изгибающих усилиях. Армировка состоит из продольных прутьев, соединенных между собой поперечными хомутами. По установке продольной арматуры устраивается палуба из туфовых плит аналогично с предыдущим и бетонируется частями или во всю высоту жирными или тощими пористыми бетонами.

Все эти способы дают возможность в строительстве из туфа, не прибегая к конструкциям из других материалов, возводить опоры из того же материала, как и остальные части строения.

Ясно, что приведенными конструкциями не исчерпываются возможности сконструирования более совершенных систем, и в этом отношении остается широкое поле разработки конструкций опор для инженеров-конструкторов.

6. Перемычки.

Рациональная система конструкций для перекрытия оконных и дверных проемов является одним из существенных факторов, удешевляющих и упрощающих работу.

К основным требованиям, которые могут быть предъявлены к таким рациональным конструкциям, надо отнести те из них, которые позволяют:

- 1) по форме дать прямые перемычки;
- 2) расходование железа довести до минимума или вовсе обойтись без железа;
- 3) устройство кружал упростить, доведя расходование лесоматериалов и работу на их устройство и разборку до минимума;
- 4) при всем этом получить надлежащую прочность для перемычек;
- 5) не ограничивать планировочные возможности внешнего оформления, а также требуемого освещения.

Таким образом, типовая конструкция перемычки определяется материалом стены и длиной перекрываемого пролета.

Намечаются два типа таких конструкций из основного материала стены.

1) Стандартные туфовые блоки, заготовленные заранее и укладываемые по мере возведения стены при пролетах до 1,5 м.

2) Перемычки из того же туфа (т. е. основного материала стены), усиленные тем или иным путем при пролетах больших 1,5 м.

Для туфовых стен при пролетах до 2 метров, могут применяться перемычки из туфовых камней (таких же размеров, как для стен), с сохранением характера кладки стены горизонтальными рядами по опалубке, состоящей из 2 брусков.

Применение туфовых перемычек без арматур обусловить следующими условиями:

1) Раствор, на котором сложены стены и перемычки ¹⁾ должен быть не слабее 1:9.

2) Нижние поверхности балочных гнезд должны быть подняты над обрезом около проема не менее 50 см.

3) Опорное давление не должно превышать 2,5 т.

4) Пролет проема не должен превышать 2 м.

5) Перекрываемый пролет должен быть расположен от угла здания не слишком близко к углу, примерно на расстоянии от угла—высоте перекрываемого пролета.

Если нужно—во избежание выпадания отдельных камней нижнего ряда, можно положить на опалубку в слое цементного раствора, плашмя полосовое или пачечное железо, залустив его концы за пределы перекрываемого пролета в кладку стены;

При этом для туфа допускается прибавлять гвоздями—пачечное железо к нижней поверхности туфового камня, а за пределами пролета к кладке стены.

При пролетах, больше 2 метров, а также при наличии больших опорных давлений, надлежит усиливать систему железной арматурой или применять железо-туфовые перекрытия.

Расчет железо-туфовых перемычек производится аналогично с расчетом железо-бетонных балок, причем соответственно вводится допускаемое напряжение туфа на сжатие.

За расчетную высоту принимается слой кладки перемычки до балочного гнезда.

Для определения изгибающих моментов принимается, что перемычка есть балка с полузаделанными опорами, и момент вычисляется по формуле

$$M = \frac{Pl^2}{10} \text{ где } l \text{ ширина пролета в чистоте.}$$

Для арматур можно применять сортовое железо, круглое, полосовое и пачечное, предпочтительнее для туфа применять полосовое или пачечное железо (как допускающее более простое укрепление железа с туфом посредством скоб, гвоздей и пр.). Концы армировки необходимо запускать в кладку не менее 45 см, загибая крючки.

Арматура может быть заменена готовой сеткой. Сечение проволок сетки проверить расчетом.

Для устройства опалубки рекомендуются доски, идущие вдоль пролета, поставленные на ребро, концы коих укрепляются на бруски, пришитые к боковым поверхностям туфовой стены гвоздями. По миновании надобности—бруски снимаются и опалубка отпадает, а небольшие выбоины на месте гвоздей заделываются туфовой же мелочью на цементе.

Этот способ очень экономичен в расходовании лесного материала.

Железные или железо-бетонные балки могут применяться исключительно при значительных пролетах и больших нагрузках. Рис. 67 и 80.

¹⁾ Обычные перемычки из кленцев.

При устройстве проемов в туфовых стенах необходимость в устройстве четвертей для притолок отпадает, вместе с необходимостью устраивать закладные или прислонные рамы.

Оконное отверстие в стене делается без четвертей, без откосов.

Общепринятая оконная рама, общая или отдельная для летнего и зимнего переплета, в предлагаемой конструкции заменяется легкой рамой для нижней отворяющейся части переплета. Рама эта составляет одно целое с глухой частью фрамуги.

Гвоздимость туфа допускает укрепление этих рам непосредственно к туфу гвоздями или шурупами. Прозор между рамой и стеной может быть доведен до нуля. После закрепления рамы, место соединения деревянной рамы и туфа шпаклюется масляной замазкой. Также точно устанавливается и зимний переплет.

Прекрасное соединение дерева с туфом позволяет надеяться на вполне надежное укрепление как в смысле прочности, так и продувания.

Это необходимое усовершенствование несколько сложное при других стеновых материалах—как кирпич, камень, бетон—весьма просто при туфовых стенах, в данном случае допускающее все приемы, практикуемые при соединении оконных переплетов в деревянных стенах.

7. Междуэтажные перекрытия и полы.

Исключительную ценность представляют собой плиты, из арктического туфа для применения в междуэтажных перекрытиях.

Здесь необходимо принять во внимание коэффициент сопротивляемости туфа на изгиб. Мы имеем временные сопротивления минимумом в среднем 15 кг/см^2 при коэффициенте безопасности 1:5. Прочное сопротивление можно принять равным 3 кг/см^2 .

Независимо от того, какие применяются балки, заполнение между ними может быть сделано туфовыми плитами соответствующей толщины, в зависимости от расстояния между балками и назначения плит, т. е. являются ли плиты несущими нагрузку или только собственный вес.

Кроме того, могут быть конструкции, в которых междубалочные заполнения будут состоять из двух плит потолочных, несущих только собственный вес и половых, несущих временную нагрузку.

Арктический туф, небольшого объемного веса, являясь одновременно хорошим изолятором тепла, звука и отличаюсь высокой огнестойкостью, будет удовлетворять всем тем требованиям, которые предъявляются наиболее совершенным перекрытиям.

Междуэтажные перекрытия из арктического туфа одновременно могут служить основанием для чистых полов и потолков.

Половым настилом может служить либо сам туф, соответствующе обработанный асфальтом, либо на туфовые плиты наклеивается линолеум, кладется паркет на асфальте, а также из всевозможных материалов, как-то: метлахские плитки и проч.

Нижняя поверхность плиты, т. е. плоскость потолка, может быть отделываема снизу после затирки или шпаклевки окраской и пр. Надо отметить, что арктический туф предоставляет возможность сооружения междуэтажных перекрытий безбалочного типа из отдельных камней, с прокладкой по вертикальным швам железной арматуры, как это делается при всякого рода бетонных, керамических и др. пустотелых камнях.

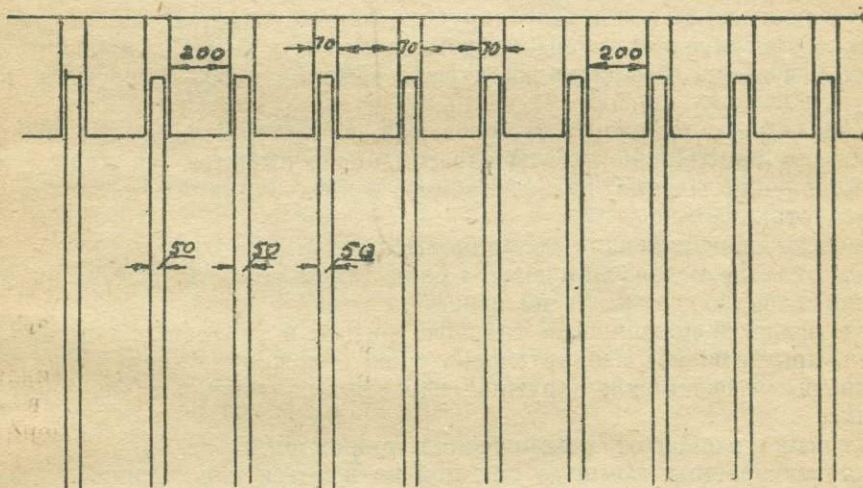
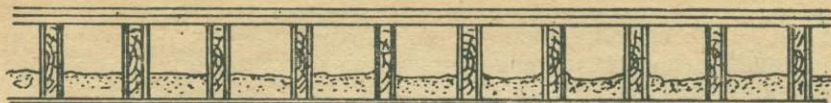


Рис. 88. Укладка балок для деревянных междуэтажных перекрытий на выпускных плитах, см. рис. 80, или гнездах, см. рис. 68, 73 и 74.

8. Туфовые плоские кровли.

1) Замена обычных крыш плоскими является для строительства желательной, что дает возможность использования площади плоской крыши открытых для воздуха и солнца.

2) Недостатками для осуществления таких крыш являются: высокая их стоимость, недостаток в потребных материалах, значительный вес их.

К ним необходимо добавить недостатки конструктивные и эксплуатационные.

Вопрос о плоских кровлях на деревянной основе в настоящее время тщательно проработан Государственным Институтом Сооружений, и результаты этой работы комиссией по стандартизации ВСНХ СССР — изданы и рекомендуются к исполнению.

Описанные типы кровель на деревянной основе, где преобладают материалы органические, подверженные гниению, сгораемые и по своей природе не прочные, употребляются в местах зданий, наиболее подверженных атмосферным и другим влияниям.

Вследствие этого, такие конструкции мало пригодны для крыш над монументальными и общественными залами, где главным условием являются негорюемость и долговечность.

В настоящее время существуют два основных принципа конструкций плоских кровель, где основной несущей конструкцией являются железобетонные плиты.

1-й способ: состоит, аналогично употребляемому по дереву в укладке водонепроницаемого слоя на поверхность железо-бетонных плит, утепленному соответственно климату.

Недостатками являются: 1) трудность получения хороших результатов утепления плит.

2) Затруднения изоляции мест соединения бетонной плиты с внутренней несущей конструкцией от промерзания.

Этот способ включает в себе идею соединения в одно целое: водоизолирующего, теплоизолирующего и несущей конструкции кровли. Эти элементы слоя имеют различные коэффициенты расширения и не могут работать одновременно удовлетворительно, поэтому необходимо при конструировании расчленить отдельные слои, исполняющие различные функции и сделанные из различных материалов.

Второй способ: водоизолирующий слой делается из бетона с добавками, обеспечивающими водонепроницаемость: церезит, гидрозит и т. п.

Все сказанное о рациональном расположении слоев относится в полной мере и к этому способу.

Всякая трещина, вплоть до волосяной, в изолирующем слое делает его негодным для дальнейшей работы. Поэтому надо принять все меры к устранению появления трещин, как от температурных влияний, так и усадочных (незыблемость).

Меры, обеспечивающие сохранность кровли, состоят:

1) в укладке водоизолирующего слоя таким образом, чтобы он мог совершенно свободно скользить по своим опорам.

2) в разрезке поверхности температурными и усадочными швами.

3) в придании водоизолирующему слою положения, при котором обе его поверхности, внутренняя и наружная, работают в одинаковых температурных условиях.

4) в защите слоя от механических повреждений.

Для негоряемых крыш до сих пор не имеется конструкций, удовлетворяющих поставленным условиям.

Кроме указанных двух типов плоских кровель с отводом воды имеются в опытном строительстве Ин-та Сооружений „крыши ванны“ без отвода воды.

Все скопляющиеся на крыше атмосферные осадки удаляются путем естественного испарения при условии достаточной емкости.

Совершенно исключительную роль арктический туф может иметь в конструкциях плоских крыш. Использование соответствующим образом химических и физических свойств туфа делает возможным сооружение плоских кровель простейших конструкций, легких, водонепроницаемых, теплых, негоряемых, достаточной сопротивляемости механическим усилиям и деформациям от температурных колебаний и монолитных.

Для означенной цели могут служить распиленные на соответствующую толщину от 5 до 15 см плиты туфовой лавы, в зависимости от того, служат ли плиты только кровельным материалом, т. е. водонепроницаемым слоем, или тепло- и водонепроницаемым слоем.

В первом случае плитки, как теплоизоляторы, не принимаются в расчет, служат только верхним покрытием кровли и могут быть использованы для замены покрытия и в старых домах и холодных кровлях.

Во втором случае плиты надо брать такой толщины, чтобы они одновременно служили и тепло-изоляторами, и были бы водонепроницаемыми; в этом случае они будут служить верхней плитой конструкции перекрытия, являясь конструктивной частью кровли. Тогда вводится расчет и на прочность плиты.

В основном конструкция плоских кровель мало чем отличается от тех, кои были приведены выше для междуэтажных перекрытий. Главное, это—

незыблемость перекрытий и достаточная толщина плит для удовлетворения теплозащиты.

Дальнейшая работа сводится к методу достижения водонепроницаемости по какому-либо из нижеследующих способов:

Не останавливаясь на общеизвестных способах достижения водонепроницаемости, как-то: Рансома, Гартмана и Науэрса, флюатирования, или церезитовой эмульсии, каковые дают положительные результаты и для арктического туфа, я перейду к предлагаемым мной другим способам, основанным: 1) на плавкости самого туфа, 2) на плавке силикатированных поверхностей туфовых плит, 3) на пропитываемости туфа маслами и смолами, 4) на возможности металлизации поверхностей туфа.

1-ый способ. Работа покрытий и все манипуляции производится на месте работ и состоит в следующем: плотно уложенные по готовому основанию плиты туфовой лавы, соответствующей назначению толщины, спаиваются в швах автогенным способом на глубину до 1 см и шириной пайки до 2 см при температуре 1120° С. Плавится в швах сам материал туфовой лавы с добавкой смеси порошка: пемзы и пудры из туфа. Таким образом, получается монолитно спаянная плита верхнего пояса плоской кровли. После этого поверхность плит кровли расплавляется одним из указанных выше способов, превращая поверхности плит в стеклообразное состояние. При этом получается водонепроницаемая, весьма прочная глазурованная поверхность, механически и химически связанная с телом самого материала.

2-ой способ. Уложенные на кровлю плиты пропитываются раствором фуксового стекла, крепостью в 20—25° Боме, а когда они просохнут, то поверхности их силикатируются, затем подвергаются обжигу автогенным способом при температуре 900—1000° С. В результате такового плиты покрываются толстой водоупорной поливой.

Соединение туфовых плит в швах можно произвести на портланд-цементном растворе или без раствора с плавкой швов по предыдущему способу. Глазурованную поверхность плит для защиты от механических ударов можно покрыть слоем асфальта.

3-ий способ. Укладываются на кровлю туфовые плиты, с заполнением швов между ними горячими составами на битуминозных смолах или нефтяных отбросах, или же гудронах с примесью песка. После укладки плит, сухую наружную поверхность их покрывают при помощи кисти каким-либо нефтяным, нелетучим при высокой летней температуре маслом, например, мазутом, применяя при этом для затирки поверхности туфовые же бруски; таким путем заполняются смесью туфовой пыли с мазутом все поры. Дав выстояться промасленной поверхности несколько дней для более совершенного впитывания масла, красят промасленную поверхность железнолом, кузбасским или другим каменноугольным лаком, близким по своему составу к кузбасскому. Как известно, последний крайне устойчив действиям атмосферных влияний, трудноплавок, не огнеопасен и стоит весьма дешево.

4-й способ. Для металлизации поверхностей туфовых плит выгодно применять способ Вернера Шоопа, состоящий в следующем: при помощи ручного электро-пневматического аппарата пульверизируется расплавленный металл. Сущность аппарата состоит в автоматической подаче проволоки из какого-либо металла к вольтовой дуге, откуда через отверстие аппарата под давлением воздуха в 3½ атмосферы пульверизируется расплавленный вольтовой дугой металл на любой материал, как-то: бумагу, холст, деревянные, каменные и др. материалы, покрывая последние любым слоем металла. Расход металла для металлизации весьма экономичен, металл прочно сцепляется с поверхностью материала, а потому с успехом может быть применен и в строительстве для получения металлического водоупорного слоя.

Строительная практика покажет, какой из предложенных разнообразных способов достижения водоупорности окажется для арктического туфа наиболее прочным и экономным, но остается несомненной возможность не только применения туфовых плоских кровель, но вытеснение из обихода плоских кровель других конструкций, которые много сложнее и дороже, чем предлагаемые конструкции плоских кровель из туфа.

9. Железо, бетон и туфовая лава.

Основное свойство железо-бетонной конструкции—образование скелета. Принцип разделения функций целого строительного организма на конструкции, несущие и заполняющие, в железо-бетоне проявляется особенно резко.

Комбинация железо-бетона с кирпичем, стеклом и другими заполнителями ведет к новому образованию форм и декоративности, как например, вделывание в массу бетона стеклянных кристаллов (Бруно Таут), или укладка мозаики в бетонные плоскости (Ф. Шумахер) и пр.

Наши новые дома учреждений и пр. состоят также из железо-бетонного скелета, заполненного различными искусственными камнями и облицованного более „благородными“ прочными штукатурками; к этому принуждает нас действие грубой и неприятной поверхности утрамбованного бетона.

Кроме этого, бетонные поверхности требуют защиты от атмосферных влияний, особенно мороза, вредных газов, действующих на арматуру через трещинки в поверхностях бетона.

Имеется ряд средств для защиты железо-бетона, как например, торкретирование окрашенного цементного раствора с примесью щебня, что дает возможность кроме защиты улучшить и вид поверхности. Применение холодной глазури может дать хороший результат уже кое-где начатых работ.

Но, как было уже сказано, все искусственные камни, как заполнители, мало пригодны для монументальной архитектуры, тем менее все возможные декоративные и защитные поверхности могут служить монументальному. Поэтому не безынтересно остановиться на роли Арктической туфовой лавы, могущей сослужить железо-бетону службу как заполнитель, защита и как конструктивно-целое со скелетом железо-бетона.

Если в железо-бетоне имеем монолитное сцепление железа с бетоном, то, заменив деревянную опалубку туфовыми плитами, мы имеем монолитное сцепление бетона с туфом. Все вместе взятое—железо-бетон-туф—даст нам монолитно-монументальное.

Таким способом мы получаем средство при железо-бетонных конструкциях и формовки несущих опор, несомых и несущих балок, потолков и стен из туфовых плит и блоков, достижения этим высшей степени внушительного действия.

Высшее художественное единство достигается при материале, который может простирается на все пространство внутри и снаружи. Эта возможность, при использовании туфовой лавы для всех конструктивных частей, вполне легко достижима.

Формо-образовательное влияние железо-бетона при применении туфовых плит несколько не усложняется, не уменьшается и не стесняется.

Свобода творить конструкцию из железо-бетона, в условиях современной архитектуры, усиливается средствами туфовой лавы, получая к скелету массу и поверхность.

Возможности такого конгломерата, как туф-бетон-железо, неисчерпаемы, и фантазиям художника и конструктора есть простор. Для такого „конгломерата“ неоспоримым основанием являются формообразовательные этапы:

1) Способ формовки бетона—трамбование в прямоугольные формы и прямоугольный элемент в трех измерениях туфового производного—подобны между собой.

2) Угловатость бетона при деревянной опалубке исчезает при замене туфовыми плитами; последние с внешней поверхности допускают смягчение форм по желанию.

3) Единство образования массы строения даже при разделении функций между материалами.

Строительные материалы современного строительного искусства так же, как и древней архитектуры, могут быть подразделены на тектонические и стереотомические, по тем же принципам, кои были приведены нами ранее.

К тектоническим относится строительство из железа. К стереотомическим—железо-бетонное строительство.

Современный архитектор стремится к органическому способу творчества, чувствуя пространства как единство и строение как стереотомическую пластику.

Отсюда влечение—каждую отдельную форму как бы вырезать из массы, подчинить ее целому.

Применение туфовой лавы совместно с железобетоном придает однородность целому и отвлечет от кажущейся схемы тектонического к связанному стереотомическому формообразованию.

Деталь в лучших постройках должна находиться на службе широкоплоскостной стереотомии, подобно внешнему принципу востока. Это понятие указывает на возможность создания туфо-железобетонных строений в духе современной архитектуры, которая будет отвечать структуре нашего времени.

До сих пор мы говорили о стереотомичности туфо-железобетонных строений как о двух элементах, дополняющих друг друга для целого, т. е. монументального в чистом смысле этого слова.

Само по себе строение из туфовой лавы, в условиях требования современной архитектуры, при исполнении двух функций материала, т. е. функция материала несущего и одновременно заполнителя, не только не лишено свойств стереотомических, а имеет все данные именно к такому пониманию формообразовательной силы.

Приведенные древние памятники архитектуры, построенные также исключительно из туфа и бетона, безукоризненно пластичны и кажутся продуктом одного литого целого и могут служить образцами стереотомии. См. рис. 45.

Туфовая лава в современных строениях отбрасывает рожденные мистическим мировоззрением отжившие тяжелые конструктивные элементы—(толстые опоры, своды, ниши, арки, окна—щели) заменяет их легкими, отвечающими всем требованиям статики, стенами из крупных блоков или камней—прямоугольными широкими просветами—изящными опорами—прямыми междуэтажными перекрытиями—плоской кровлей—все из одного материала, созидая одно целое.

Поэтому стереотомичность и монументальность туфовых строений могут быть вызваны снова к жизни для более полноценного использования всех качеств туфовой лавы.

Странная судьба,—полуразрушенные памятники пережили век машин до наших дней высокого технического подъема, чтобы показать современной технике скрытые в их камнях качества, непонятые, а может и ненужные в той мере, в какой они могут сослужить нам службу сегодня.

Кладка туфо-железобетонных конструкций не требует отдельного возведения железобетонного каркаса; последний возводится одновременно с кладкой стен.

Кладка ведется из туфовых блоков, размерами в зависимости от необходимой толщины для теплозащиты стен, эта последняя зависит от климатических условий. Тип кладки применяется один из вышеприведенных для массивных стен.

Для вертикальных несущих опорных железобетонных конструкций оставляются в соответствующих местах разрывы в кладке, требуемого для опор сечения и высоты их.

Эти разрывы после возведения стен до требуемой высоты армируются. Разрывы с внешней и внутренней стороны обшиваются туфовыми плитами, причем одна из сторон по всей высоте обшивается туфовыми плитами, другая, противоположная ей сторона, обшивается туфовыми плитами по мере бетонирования опор, на высоту соответствующую техническим условиям производства бетонных работ. Поверхности блоков и плит, служащие опалубкой для бетона, могут быть грубой обработки. Таким же способом и одновременно со стенами и опорами в них возводятся железобетонные в туфовой опалубке опоры внутренние. Таким образом, имеется возможность одновременно возводить все вертикальные опорные конструкции до горизонтальных этажных конструкций.

Все горизонтальные несущие конструкции, как-то: перемычки, балки и конструкции междуэтажных перекрытий могут быть построены одновременно по всему этажу. Все указанные конструкции перекрытий формируются в опалубке из туфовых плит.

Пример устройства туфовой опалубки для них показан на черт. 67.

Временными, поддерживающими низ туфовой опалубки, являются деревянные вертикальные стойки, по которым на соответствующей высоте укладываются вдоль формируемых балок две-три доски. Эти последние по мере надобности разбираются и идут в дальнейшую работу.

На горизонтально уложенные доски кладутся туфовые плиты, по ширине обнимающие ширину железобетонной балки, по укладке этих плит устанавливаются вертикальные плиты, для образования вертикальных стенок опалубки. Эти плиты такой же толщины, как нижние, пришиваются к последним и между собой. Полученная таким образом форма служит для формирования и бетонирования всякого вида и размеров горизонтальных балок. Такие же горизонтальные железобетонные балки на стене устраиваются уже без поддерживающих деревянных конструкций, при чем низ железобетонной балки покоится на туфовой стене, а плиты боковых стенок формы устанавливаются за подлицо с основными стенами и пришиваются к ним гвоздями, образуя, таким образом, форму.

Точно также из туфовых плит железа и бетона конструируются междуэтажные перекрытия, перегородки и плоская кровля.

Таким образом могут быть построены многоэтажные туфо-железобетонные строения. Преимуществом такой конструкции перед существующими каркасными железобетонными приведены нами выше и сводятся к:

- 1) упразднению дорогостоящих деревянных форм,
- 2) одновременному возведению всей конструкции строения,
- 3) упразднению штукатурок, как защиты бетона от вредных газов и атмосферных влияний,
- 4) упразднению вообще штукатурки здания, как снаружи, так и внутри;
- 5) облегчению всех конструкций, начиная с фундаментов и кончая кровлей.

Так может быть осуществлено истинно монументально-монолитное в лучшем смысле современное архитектурное произведение.

IX. ПРИМЕНЕНИЕ АРТИКСКОГО ТУФА В УКРУПНЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ.

В силу различных экономических условий строительство стремится к рационализации; для этой цели ищутся пути замены кирпича крупными пустотелыми бетонными камнями. Эти конструкции требуют большого количества растворов для ведения работ, требуют продолжительного времени для высыхания и существенно удлиняют срок постройки и будут в полной зависимости от климатических условий.

В новых системах, по пути к рационализации, есть стремление свести постройку здания к сборке из готовых уже частей, как конструктивных элементов, так и частей, служащих для теплозащиты, приготовляя заводским путем опоры, балки, фермы, пустотелые плиты для междуэтажных перекрытий и плиты больших размеров для стен.

Многие конструкции в этом направлении за короткое время в Европе получили практическое осуществление и внедрение, многое видоизменяется и усовершенствуется. Но основное стремление, это — сократить срок постройки, по возможности минимально расходовать на месте работ квалифицированной рабочей силы, растворы и время; освободить построенное здание от продолжительного высушивания и по возможности механизировать процессы строительства.

Наиболее древним строительным материалом и наиболее распространенным после дерева и естественных камней является кирпич.

Причиной такого обширного применения в течение многих веков красного кирпича является повсеместное распространение глины, наличие дешевого топлива, дешевые рабочие руки и сравнительно простая техника производства, делавшие кирпич повсюду доступным не превзойденным строительным материалом.

За много веков те благоприятные условия, которые существовали для производства кирпича, постепенно ухудшались.

Уменьшается и дорожает топливо, дорожают рабочие руки, дорожает транспорт.

Объем и темп строительства растет с каждым годом. Для удовлетворения нужд вводятся усовершенствования в технике производства кирпича, укрупняются заводы, увеличивается число их, и, несмотря на это, требования современной строительной техники не могут быть удовлетворены одним кирпичем.

Несмотря на все усовершенствования техники производства кирпича, техника производства кладки из кирпича осталась такой же примитивной, какой она была в моменты его появления на свет.

Следовательно, как бы ни усовершенствовалась техника производства кирпича, техника строительства из кирпича остается неизбежно консервативной; это последнее есть та дигармония в темпе строительства, с которой современная техника не может примириться и будет искать других путей.

С целью разрешения задачи в этой плоскости, в заграничной практике, европейской и американской, применяется принцип сборки зданий, в виде

металлических и железобетонных каркасных конструкций теплозащитными ограждениями из теплобетонных камней.

Широкое применение у нас металлических каркасных конструкций, ввиду недостатка железа едва ли в ближайшие годы будет возможно.

Применение железобетонных каркасных конструкций, дороговизна их, а также отсутствие у нас производства высокосортных цемента делают широкое применение этих конструкций также невыгодным.

Все это заставляет нас, в отличие от зарубежной практики, искать методы развития крупного строительства в иных способах рационализации и удешевления строительства. Наиболее подходящим в наших условиях является принцип сборки каменных зданий из естественных или искусственных, укрупненных камней.

При этом принципе стены строения являются одновременно теплоизолирующими и несущими всю внутреннюю конструкцию.

Заводской метод заготовки отдельных конструктивных частей здания, построенный главным образом на принципе укрупнения отдельных элементов, из коих слагается строение, допускает упрощение обычных процессов строительства, путем возможно широкого применения механизации в строительной практике.

В этом отношении применение арктического туфа в строительстве открывает широкие перспективы.

Переходя к вопросу механизации строительных работ, необходимо учесть те условия, которые приведут нас к максимальной рационализации.

Арктический туф допускает полную механизацию работ, как по возведению строений, так и по их внутренней отделке, основанную на простейших методах паличных возможностей строительной техники, исключающей громадное количество ручного труда.

Потребность в квалифицированной рабочей силе также может быть сведена к минимуму. Большинство работ может быть выполнено неквалифицированной рабочей силой, и главная работа сведется скорее к управлению механизмами. Работа поддается легкому надзору и, в случае неаккуратности, простому исправлению дефектов.

Таким образом, при стандартизации и укрупнении изделий из туфа, при введении механизации и серьезной проработке конструкций, возможно радикальное изменение существующих методов строительства и, при соответствующей организации, работа может вестись круглый год без перерыва.

Рассмотрим те возможности, которые позволят осуществление вышеизложенного:

1. Все здание возводится из одного арктического туфа: стены, междуэтажные перекрытия, кровли и, наконец, перегородки.

2. Потребно личное количество материалов для приготовления растворов, а для кладки можно совершенно отказаться от них, заменив их горячими смолистыми составами.

3. Работы ведутся без лесов.

4. Расходование лесных материалов доводится до минимума, так как кроме оконных и дверных переплетов — да и те могут быть заменены металлическими или прессованными (фибролит) — в остальных конструкциях можно обойтись без применения дерева: напр., полы: линолеум, паркет, гольцемент, метлахские плиты и прочее.

5. Гладкие поверхности стен, перегородок, потолков не требуют штукатурки, которая заменяется шпаклевкой и последующей окраской.

6. Не требуется устройства кровли из деревянных или иных стропильных ферм: она заменяется плоской крышей из туфа.

7. Кровельные материалы в виде металлических листов не будут пужны: их заменит обработанная водонепроницаемая поверхность самого туфа.

При этих условиях ясно, что отказаться от механизации работ нельзя даже там, где это было бы возможно, напр., при внутренней отделке.

Вся механизация сводится:

- 1) к под'ему и подаче материалов из туфа к назначенному месту;
- 2) к замене по возможности ручных инструментов, потребных на работах при кладке, механическими;
- 3) к замене по возможности обычных инструментов, применяемых для целей внутренней отделки, механическими пульверизирующими аппаратами.

Схема механизации под'ема и подачи материалов представляется в следующем виде: камни по узкоколейным путям на платформе подаются к крану. Кран подает камни прямо к месту укладки. Каменщики помещаются внутри здания, работу свою ведут по мере роста стен с легких козел, расставленных вдоль периметра стен, на междуэтажных перекрытиях.

Работа по укладке камней ведется с расчетом на непрерывность во избежание простоев, на время устройства междуэтажных перекрытий, для чего доводят кладку на высоту этажа не по всему периметру строения, а по отдельным частям, т. е. когда в одной секции ведется работа по устройству междуэтажных перекрытий, кран работает в смежной секции и т. д.

Схема устройства по обслуживанию краном строительного участка может быть разделена на два вида: 1) групповое строительство, когда на

значительном участке строится одновременно большое число зданий, напр.: поселковое или фабрично-заводское строительство (рис. 90) и 2) отдельные более или менее крупные многоэтажные сооружения, одиночные или небольшое число отдельных сооружений типа городского. (рис. 89).

Основные принципы обслуживания краном под'ема и подачи на строения камня остаются в обоих случаях одни и те же, т. е. пути для передвижения кранов укладываются в первом случае по обеим сторонам улицы вдоль строящихся линий фасадов, с одной стороны их, когда ширина здания не превышает выноса стрелы крана, т. е. 10—11 м, в противном случае лучше применять краны, имеющие значительный вынос стрелы до 25—30 м (напр. краны Вольфа). Такого типа краны уместно применять на городских постройках, где теснота участка может не позволить укладку путей крана вокруг периметра строения.

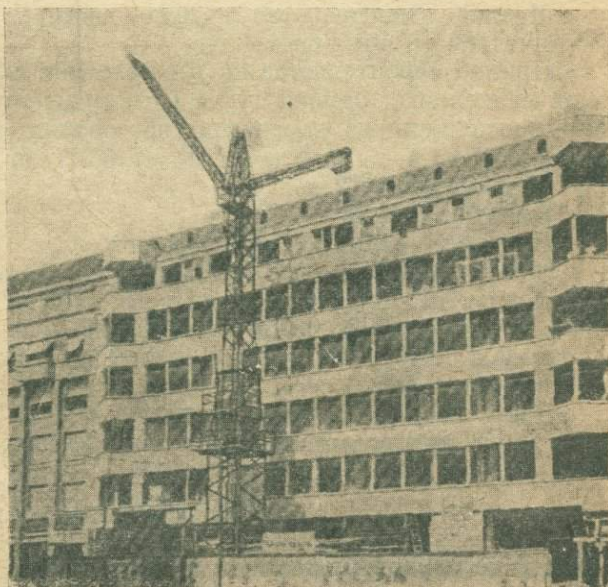


Рис. 89.

Можно было бы и не создавать центрального склада, подавать туф прямо к отдельным постройкам и укладывать его там в штабели, образуя таким образом отдельные склады у каждого сооружения. Такое распыление потребует усиленных механических разгрузочных приспособлений, что удорожит, несомненно, операцию. Подобная схема проработана, но от нее нужно отказаться.

При этой схеме укладка туфа в дело производится теми же кранами Кайзера или Вольфа.

Считая, что туф будет поступать в течение 7 месяцев, начиная с марта по сентябрь включительно, кладка его в дело займет 6 месяцев с 15/IV по 15/X, размер центральной базы определится в предположении хранения максимум полуторамесячного запаса, т. е.

$$\frac{43\ 155}{7} \cdot 1,5 = 9\ 250\ \text{м}^3$$

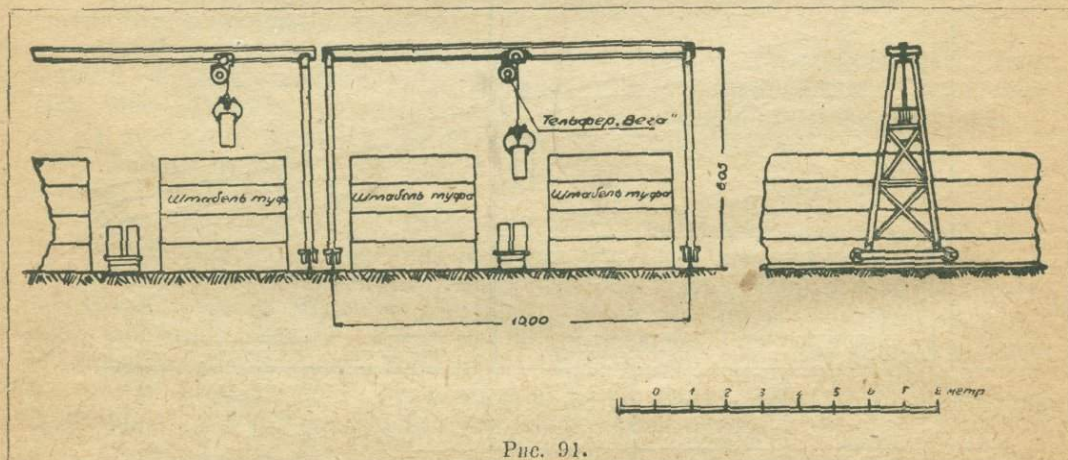


Рис. 91.

Прибавляя 30% на зазоры между камнями, необходимые для их захвата, и на поперечные проходы, получим общую площадь штабелей при их высоте в 4 ряда камней:

$$\frac{9\ 250}{4 \times 0,80} \times 1,30 = 3\ 757\ \text{м}^2$$

При их ширине в 3,5, длина штабелей будет: $3\ 757 : 3,5 = 1\ 073\ \text{м}$; запроектировано восемь штабелей длиной

$$2 (145 + 130 + 110 + 165) = 1\ 100\ \text{м}$$

б) главную массу груза составляет туф. Остальные строительные материалы в своем движении тоже совершают круговорот.

Ширококолейными поездами они подаются по ветке к основным складочным местам, где выгружаются, укладываются и хранятся. Подача на постройку совершается по мере надобности узкоколейными поездами, разгружается возле строящегося здания и далее подается краном Кайзера или Вольфа в дело.

Размеры складочных мест указаны на рис. 89.

Склад для бутового камня.

$$\text{Количество камня: } \frac{500\ 000}{7\ 048} \times 395 = 28\ 022\ \text{м}^3$$

Кладка фундаментов совершается в продолжение 6 месяцев; считая запас в 1,5 месяца, размер склада будет:

$$\frac{28\,022}{6} \times 1,5 = 7\,005 \text{ м}^2$$

При высоте штабелей в 2 м, общая площадь склада доходит до размера $7\,005 : 2 = 3\,502 \text{ м}^2$.

Лесного материала потребно: $\frac{300\,000}{7\,048} \times 420 = 17\,875 \text{ м}^3$.

При 1½ месячном запасе площадь потребуется в

$$\frac{17\,875 \times 1,5}{6 \times 3} = 1\,500 \text{ м}^2$$

Таким образом общий грузооборот в тоннах доходит до:

Туфа	1014 × 1,12 =	1135 т
Бута	395 × 2,4 =	950 "
Леса	420 × 0,5 =	210 "
Прочих материалов		1240 "
Всего:		3535 " на

один дом, а на все строительство: $\frac{300\,000}{7\,048} \times 3\,535 = 150\,450 \text{ т}$

3. Разгрузочные и погрузочные приспособления.

Такого рода приспособления запроектированы только для операций с туфом. Приспособления эти представляют из себя катучий кран, по балке коего ходит электрическая кошка. Пролет крана 10 м. Балка двутавровая № 30 и 32 в зависимости от нагрузки. Такое же точное оборудование ставится и на центральной базе. Рис. 91.

При разгрузке средний пробег кошки принимается в 5,5 м с грузом и столько же без груза—всего 11 м.

Подъем груза над жел. дор. платформой всего	1 м.
Спуск на узкоколейную вагонетку	2 "
Двойной спуск подъема	6 "

Время, потребное для операций:

а) на пробег 11 м кошки	22 сек.
б) на двойной подъем—спуск	1 м.
в) на захват, комку и укладку	1 м. 28 сек.
г) на передвижку камня	1 м.

Нормальная площадь жел. дор. платформы $2,84 \times 9,2 = 26 \text{ м}^2$.

Количество камня $16\,500 : 358 = 46$ шт., площадь, потребная для укладки камня $46 \times 18,4 \text{ м}^2$, размер платформы вполне допускает такую загрузку.

Одна платформа потребует для своей разгрузки:

$$\frac{46 \times 4}{60} = 3 \text{ часа.}$$

В день при равномерной подаче будут прибывать

$$\frac{43\,155 \times 1,12}{7 \times 30 \times 16,5} = 14 \text{ платформ,}$$

для разгрузки коих потребуется $14 \times 3 = 42$ часа.

При работе в две смены по 8 часов, фактической работе 7 часов, потребуется подвижных кранов $42:14=3$ шт., в запас берем 1 шт.—всего 4 шт.

Неравномерность прибытия платформы будет регулироваться работой третьей смены, также неравномерность движения и по узкой колее.

Выгрузка и погрузка на центральном складе. Подъем камня с вагонетки, укладка в штабель и обратный ход, всего в среднем около 6 м—1 мин. Прочие операции—всего 3 минуты. Итого 4 минуты, т. е. потребуется на основании предыдущих расчетов также 4 крана.

Погрузка туфа в поезда для отправки на постройку займет период, равный 6 месяцам. В сутки должно отправляться: $\frac{43\ 155}{6 \times 30 \times 0.32} = 750$ кам-

ней. 4 крана дают в две смены $\frac{46 \times 4}{3} \times 14 = 858$ камней, т. е. для погрузки потребуется также 4 крана.

Таким образом центральная база должна обслуживаться 8 шт. подв. кранами.

4. Внутростроечный горизонтальный транспорт.

Таковой совершается по узкоколейной железной дороге колеи 600 или 750 мм, в зависимости от тяги.

Предполагаем конную тягу.

В данном случае она удобнее, ибо разбросанность сооружений требует небольшого состава поездов, но значительного их количества. Общее протяжение пути составляет 6 000 м.

Средняя дальность возки, считая от центра тяжести складочных мест до общего всех сооружений, составляет 0,65 км. Один оборот в 1,3 км. Общее количество грузов, подлежащее перемещению—150 450 т. Перемещение совершается в течение 7 месяцев.

В сутки перевозится: $\frac{150\ 450}{7 \times 30} = 716$ т.

Поезд составляется из 3 единиц.

Время, необходимое для пробега поезда, нагрузки и выгрузки:

а) нагрузка на складе	$3 \times 4 = 12$ мин.
б) пробег в пути туда и обратно	$\frac{60}{5} \times 1,3 = 15,6$ мин.
в) разгрузка	$3 \times 5 = 15$ „
г) задержка на стрелках	$= 6$ „
Итого	$= 48,6$ мин.
	кругло 50 мин.

В сутки при двух сменах и работе 14 часов будет сделано одним поездом: $\frac{14 \times 60}{50} = 17$ оборотов и перевезено $17 \times 0716 \times 3 = 36,5—37$ т.

Для перевозки всего груза потребуется $716:30 = 19,3$ берем 21 поезд, что осуществимо при 21 лошади и 63 вагонетках.

В сутки подлежит перевозке от широкой колеи на базу $14 \times 46 = 644$ камней туфа, на что потребуется $644:6 = 107$ поезд-оборотов.

Один оборот равен 600 м.

Время на один оборот:

Нагрузка на вагонетки поезда	12 мин.
Пробег $\frac{60}{5} \times 0,6$	7,2 „
Разгрузка 3×4	12 „
Задержка на стрелках	3,8 „
Итого	35 мин.

В две смены один поезд сделает: $\frac{14 \times 60}{35} = \frac{840}{35} = 24$ оборотов.

Для сдаточной работы потребуется $107 : 24 = 4,5-5$ поездов.

5. Вертикальный подъем грузов.

Вертикальный подъем грузов совершается краном Кайзера или Вольфа.

В расчет принимаем кран Кайзера.—Его характеристика:

Высота	= 30 м.
Вотос стрелы	= 12 м.
Горизонтальное перемещение	25 м. в мин.
Вращение 1 оборот	в 1 мин.
Подъем 12—24 м.	в 1 мин.
Грузоподъемность	800 кл.

Производительность крана.

1. Захват камня , 1 мин.
2. Вращение башни 1/2 „
3. Подъем камня на высоту в среднем 6 м 1/2 „
4. Укладка камня 2 „
5. Обратный поворот и опускание 1 „

В с е г о 5 мин.

За это время поднимается один камень: в один час будет поднято и уложено: $60 : 5 = 12$ камней.

Производительность крана в 2 смены при 14 часах $14 \times 12 = 168$ камней или $168 \times 0,32 = 54$ м³.

Один дом будет закончен кладкой в $1014 : 54 = 20$ раб. дней.

Прочие материалы, как то: лес, железные балки—поднимаются также краном Кайзера. Частью это делается в 3-ю смену, частью же и в первые смены.

Количество прочего материала составляет 1450 т; считаем, что краном поднимается только 50%, остальное—вручную.

Полагая, что за один раз кран поднимает 0,6 т с затратой на это тех же 5 мин., в один час он поднимает 6 т, в смену $6 \times 7 = 42$ т, на поднятие всех 725 т потребуется $725 : 42 = 17,5-18$ смен, для чего понадобится еще дополнительных 10 дней.

Таким образом на постройку одного дома вчерне потребно 28 раб. дней.

В течение 6 месяцев одним краном будет построено 6 домов общей кубатурой $6 \times 7048 = 42288$ м³.

Для всего строительства потребуется $\frac{300000}{42288} = 7$ кранов.

6. Производство работ.

Работа открывается сразу в семи пунктах, определяемых количеством кранов Кайзера.

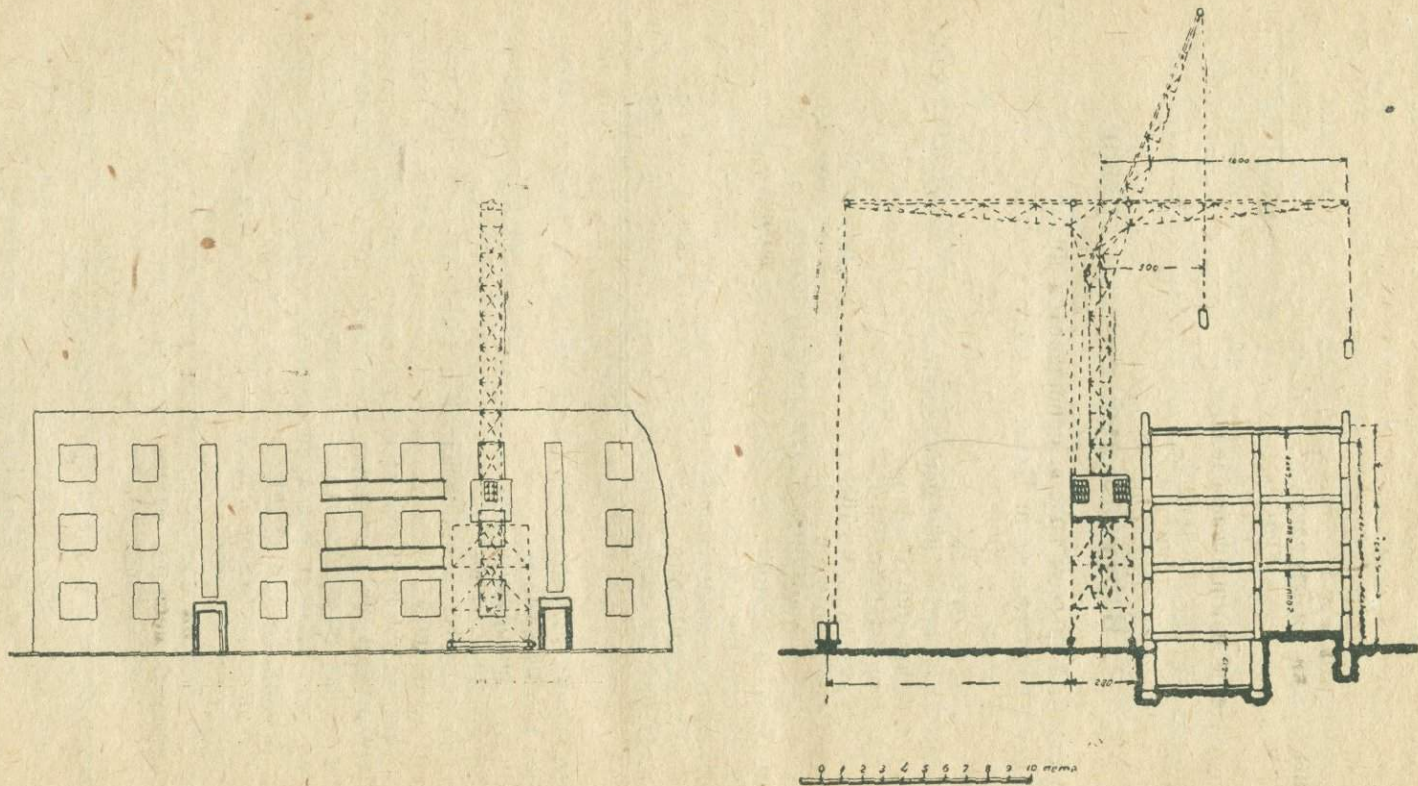


Рис. 92.

Фундаменты. Производство работ по устройству фундаментов ничем не отличается от обычного производства.

Бут подвозится по узкоколейным путям к месту постройки и укладывается в дело. Приготовление раствора может производиться или на центральной заводике посредством растворомешалок, или на месте работ ручным способом.

Стены. Кладка стен производится специальными укладчиками. Камень подается к месту укладки краном Кайзера или Вольфа. Каждый кран обслуживается 3 поездами с лошадиной тягой. Укладчики свою работу ведут изнутри здания, располагаясь на легких подмостях, установленных на перекрытии. С одной стоянки кран обслуживает часть здания, определяемую его радиусом действия, равным 12 м, рис. 92, 93.

Стены этой части выводятся на полную высоту этажа, после чего приступают к устройству перекрытия.

По окончании устройства последнего, кран Кайзера по рельсовым путям передвигается на следующую остановку с таким расчетом, чтобы и с этой остановки обслужить участок, равный тому же радиусу действия, и т. д., до конца возведения стен и устройства перекрытий 1 этажа.

С последней остановки кран начинает обслуживать 2-й этаж, двигаясь для обслуживания отдельных участков этого этажа в обратном направлении. Схема движения крана при возведении 3 этажа идентична со схемой движения его при сооружении 1 этажа.

Внутренняя отделка. По мере возведения этажа, готовности его вчерне, производятся внутренние работы, заключающиеся главным образом в устройстве окон, дверей, в проведении центрального отопления, в устройстве деревянных перегородок, и по устройству крыши приступают к штукатурным работам, к настилке полов, а затем и к малярным работам.

Как только здание вчерне сделано полностью, кран Кайзера передвигается по рельсовым путям к следующему зданию. Пути у отстроеного здания разбираются и укладываются у следующего.

Каждый кран обслуживает $\frac{1}{7}$ всего объема построек.

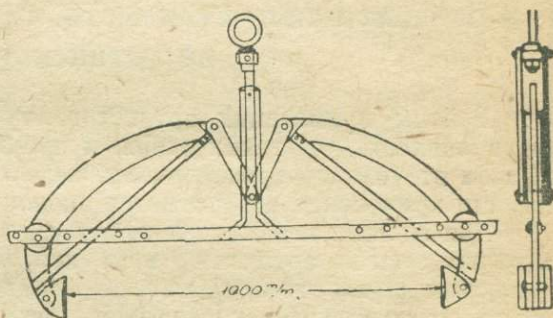


Рис. 93. Клещи для захватывания камней, с отверстием зева от 250—1 000 мм при грузоподъемности до 1,5 т, завода Вольфа в Гельбройне.

X. ЭКОНОМИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТУФА В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ.

1. Сравнительная стоимость и удешевление строительства из арктического туфа.

Районы применения арктического туфа в строительстве меньше всего будут зависеть от технических и производственных условий, а главным образом от условий транспорта, т.е. доставки этого материала до тех пределов, где применение его окажется экономически выгодным.

Для экономического сравнения взяты главным образом стоимости конструкций стен из арктического туфа, кирпичные и теплобетонные. Для ясности сравнения другие конструктивные строительные части из арктического туфа, как-то междуэтажные перекрытия, перегородки, кровли не приведены в расчетах, как специальные подсобные конструкции.

Кроме этого, если устанавливается конкурентоспособность арктического туфа, как основного стенового материала, требующего массовой доставки, само собой, конструкции, требующие меньших объемов материала, стоимость коих будет зависеть от стоимости транспорта, на самом деле, окажутся также рентабельными.

Поэтому, главным образом, фиксируем расчеты на стеновых конструкциях.

Сравнительная сводка стоимости 1 м² стены:

№№ подочета	Наименование работы	По Днепрострою		По Москве		
		Кирпичн. стена в 2 кирпича	Арктик. Туф толщин. 0, 40 м	Кирпичн. стена в 2½ кирпича	Арктик. Туф толщин. 0,40 м	Теплобет. стена 0,40 м
1,8	Стоимость материала (кирпич, туф, теплый бетон)	8.23	14,24	15.60	16.00	12.27
	5% на утерю	0.41	0.70	0.76	0.80	—
7,6	Раствор 1 : 1 : 6	2.12	0.12	4.35	0.27	—
	Транспорт материала.					
2,8	Выгрузка из вагонов, доставка и укладка на складе	0.30	0.54	—	0.54	—
3,8	Горизонт. транспорт. от разгрузки к укосунам и кран	0.42	0.26	—	4.34× 0.40=	—
	Подноска ввизу и вверху	0.51	—	0.64	—	—

№№ подотчета	Наименование работы	По Днепрострою		По Москве		
		Кирпичн. стена в 2 кирпича	Артик-Туф толщин. 0, 40 м	Кирпичн. стена в 2 ½ кирпича	Артик-Туф толщин. 0, 40 м	Теплобет. стена 10, 40 м
4,8	Подъем	0.30	0.34	0.38	0.34	} 2.40
10,13	Укладка	1.70	0.20	1.76	0.25	
11	Расшивка швов	0.44	—	0.49	—	1.02
12	Внутренн. штукатур.	0.71	0.71	0.80	0.80	1.02
	Итого	15.14	17.11	24.78	20.74	—
	См. примеч.: Учитывая льготный тариф № 34 на 25% провозной платы до ст. Кичкас, а также выгрузку туфа средствами получателя, стоимость туфа для Днепрострою снизится на 2,18 руб.	—	14.93	—	—	—
14	Стоим. двутавр. балок в перемычках и над проемами: 3 000 : 2 000 м	1.50	из туфа	1.50	—	хол.бет. + арматура 0.40
	Итого	16.64	14.93	26.28	—	—
15	Опалубка с 2 стор.	—	—	—	—	2,92
	Итого	16.64	14.93	26.28	20.74	20.08
	Стоимость 1 м ³ дома без организов. расходов	17.70	15.56	—	—	—

Примечания.

1. Процент утери туфа (5%) взят преувеличенным, следует считать не более 2½%.
2. Внутреннюю штукатурку туфа можно заменить простой шпаклевкой, стоимостью не более 35 коп. за 1 м².
3. При условии применения вышеуказанных примечаний, стоимость 1 м² стены из туфа выразится:

По Днепрострою 16 руб. 41 коп.
По гор. Москве 19 руб. 87 коп.

4. В кирпичной кладке стен учтена укладка двутавровых балок над всеми перемычками, как указано на проекте. Здесь можно было бы избежать укладки балок над небольшими проемами, заменив их перемычками, тогда стоимость 1 м² стены снизилась бы на 75 коп.
5. При подсчете стоимости туфа для Днепрострою ст. Кичкас провозная плата принята по существ. тарифу за тонну 19 руб. 59 коп., включая все накладные и другие расходы (см. таблицу тарифа).

Ныне на основании постановления НКПС, для перевозки арктического туфа будет применен льготный тариф № 34 со скидкой 25% с провозной платы, что даст на один вагон (18 т) удешевление 79 р. 13 коп.

Стоимость выгрузки в сумме 5 руб. 94 коп. с вагона надо исключить, так как выгрузка в Кичкасе предусмотрена средствами Днепростроя, а также в этом случае взыскивается организационный сбор взамен 2 руб. 70 коп. только 1 руб. 08 коп., или снижение 1 руб. 62 коп.

На основании вышеперечисленных данных стоимость 1 м³ туфа (при объемном весе 1,12) составит:

$$\frac{79,13 + 5 \text{ р. } 94 \text{ к.} + 1 \text{ р. } 62 \text{ к.}}{16 \text{ м}^3} = \frac{86,69}{16} = \text{на } 5 \text{ р. } 45 \text{ к.,}$$

что даст удешевление 1 м² стены 0,40 × 5 р. 45 к. = 2 р. 18 к.

6. При оценке стоимости стен из разных материалов следует учесть необходимость просушки кирпичных стен перед сдачей их в эксплуатацию, чего не нужно для стен из туфа. Таким образом, имеется выигрыш на обороте капитала.

Способ производства работ в Московских условиях зданий до 6 этажей остается тот же самый. Разница будет лишь в транспорте. Туф, прибывая по жел. дороге, разгружается теми же приспособлениями, перемещается по узкой колее на базу, где выгружается и укладывается в штабеля подвижными кранами. С базы он отправляется на постройку автомобилями. Краем Кайзера или Вольфа камни берутся с автомобилей и поднимаются к месту укладки.

7. На указанные в подсчете суммы стоимости следует начислять около 16% на организационные расходы, согласно постановлен. Ком. СТО по следующему расчету:

- | | |
|--|-------------------|
| а) По § 7 номенклатуры на проектирование и предварит. работы | от 0,50 до 1,50 % |
| б) » § 14 охрана и техника безопасности | „ 0,50 до 1,00 % |
| в) » § 15 админ.-техн. персонал, страхование и раб. | „ 6,40 до 7,50 % |
| г) » § 16 на непредвиденн., прибыль, расх. по сдаче раб.,
исправл. на гарант. и очистка участка | около 6,00 % |
| д) Налоги и сборы в зависимости от характера сооруж. | |

Кроме того, отдельно на смете добавить на постройку барачков, бурение, планировку, содержание базисных складов и агентуру по снабжению.

Сравнение стоимости 1 м² стены кирпичной, теплобетонной и из арктического туфа по гор. Баку и Тифлису.

В основу сравнения положено:

1. Стоимость туфа франко ст. отправления = 13 руб. 50 коп. (м³).
Тариф со всеми накладными расходами:

До Баку	7 руб. 21 коп. (тонна)
„ Тифлиса	3 руб. 98 коп. (тонна)

При объемном весе в 1,25 т/1 м³ стоимость 1 м³ туфа ст. назначения:

Баку	22 руб. 51 коп.
Тифлис	18 руб. 48 коп.

2. Толщина кирпичных стен принята:

1 этаж = в 2½ кирп. на известковом растворе.

2 „ = в 2 кирпича „ „ „

3. Толщина теплобетонных стен в 35 см составом для Баку: цемента — 1 ч., пемзы — 2 ч., гранул. шлак — 2 ч., чингиль — 5 ч., песку — 2 ч. = 1:11.

Для Тифлиса верхний этаж 1:15

нижние 2 этажа 1:12

4. Толщина туфовых стен принята 0,40 м.

5. Сравнение цен произведено в предположении работы ручным способом.

6. Стоимость перевозки туфа от станции до постройки принята в 5 рублей за 1 м³, включая в эту цену выгрузку и погрузку.

7. Стоимость рабочей силы подсчитана с начислением 20%.

8. Дом взят трехэтажный.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

Сравнительная стоимость 1 м² стен из различных материалов в разных районах при одинаковых условиях по механизации работ.

№№ по порядку.	Г о р о д а .	По Тифлису.		По Баку.		По Днепростр.		По Москве.	
		Руб.	% %	Руб.	% %	Руб.	% %	Руб.	% %
1	Стоимость кирпичной стены в 2½ кирп.	—	—	—	—	—	—	26,28	100
2	Стоимость кирпичной стены в 2 кирп.	16,67	100	15,65	100	16,64	100	—	—
3	Стоимость стены из теплобетона толщ. в 35 см.	14,43	85	15,88	101	—	—	—	—
4	То же теплобетон толщ. 40 см.	—	—	—	—	—	—	20,03	76,5
5	Стоимость стены из артик. туфа толщ. в 40 см.	12,92	77	14,57	92	—	—	20,74	79
6	Стоимость стены из артак. туфа при учете понижен. тарифа на провозную оплату на 25%	12,57	68	14,07	81	14,93	88	20,72	79

В ы в о д ы .

1. Туфовая стена дешевле кирпичной во всех случаях.
2. Туфовая стена в Баку дешевле теплобетонной и кирпичной.
3. В Т и ф л и с е — стоимость туфовой стены при всех условиях дешевле теплобетонной, как бы ни изменяли рецептуру теплого бетона и как бы ни увеличивали количество оборотов, даже не учитывая потенциальных возможностей к удешевлению, скрытых в туфе (удешевление заготовки, утончение стен из туфа и удешевление внутренней штукатурки).

Несмотря на такой пробег, как 3 200 км, арктический туф все же остается выгодным для применения даже в Московском районе при вполне реальной и значительной экономии в строительстве.

Вполне конкурируя с теплобетоном, против кирпичных стен, будем иметь удешевление до 20%.

Исходя из экономии, полученной в сравнительной таблице, можно принять общую экономию, например, в жилищном строительстве при переходе на арктический туф до 15% в среднем.

Не исключаются возможности дальнейшего понижения 1) отпускной стоимости, 2) провозной стоимости и 3) понижения стоимости строительства из арктического туфа.

В расчеты калькуляции продукции туфа брались на основании опыта и теоретических соображений с большой осторожностью; не учитывались возможности ежегодной утилизации отходов (до 150 000 м³) для использования как пуццоланических добавок, а также мелочи для теплобетонных, для стекловарения.

Возможны и другие побочные производства, как-то: прессовка искусственных легких камней и пр. Таким образом, утилизация отхода значительно понизит отпускную цену продукции туфа.

Далее, удешевления стоимости продукции туфа надо ожидать и от регулирования транспортных возможностей в особенности использования для транспорта туфа водных путей, что при существующих условиях является менее выгодным, чем перевозки по жел.-дорожным путям.

Наименование работ и материалов	Количество на 1 м ² стены	гор. Баку						гор. Тифлис					
		Кирпичная стена		Теплобетонная стена толщ. 0,35 м		Туфовая стена толщ. 40 см		Кирпичная стена		Теплобетонная стена		Туфовая стена	
		Цена	Стоим.	Цена	Стоим.	Цена	Стоим.	Цена	Стоим.	Цена	Стоим.	Цена	Стоим.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I. Кирпичная кладка в 2 кирпича на растворе 1:3													
Кирпича шт.	210	0,045	9,45	—	—	—	—	0,045	9,45	—	—	—	—
Каменщиков раб. дн.	0,58	3,03	1,76	—	—	—	—	0,03	1,76	—	—	—	—
Рабочих 1,372 × 0,123 раб. дн.	0,175	2,37	0,41	—	—	—	—	2,37	0,41	—	—	—	—
Извести 0,125 × 221 кг.	28,26	0,024	0,67	—	—	—	—	0,045	1,27	—	—	—	—
Песку 1,04 × 0,128 м.	0,133	4,50	0,59	—	—	—	—	7,00	0,93	—	—	—	—
На под'ем 10 м. рабочих 2,78 × 0,200 раб. дн.	0,60	2,37	1,42	—	—	—	—	2,37	1,42	—	—	—	—
		на 1 м ²		14,30 р.				на 1 м ²		15,24 р.			
II. Расшивка швов 1 м² на растворе 1:4.													
Каменщиков	0,09	3,03	0,27	—	—	—	—	3,03	0,27	—	—	—	—
" 0,206 × 0,008	0,02	3,03	0,06	—	—	—	—	3,03	0,06	—	—	—	—
Цементы 374 × 0,008 кг.	3,00	0,044	0,13	—	—	—	—	0,665	0,20	—	—	—	—
Песка м ² .	0,01	4,50	0,06	—	—	—	—	7,00	0,07	—	—	—	—
		на 1 м ²		0,52 р.				на 1 м ²		0,60 р.			
III. Штукатурка изв. раств. с одной стороны.													
Штукатуров раб. дн.	0,17	3,41	0,58	3,41	0,58	3,41	0,58	3,41	0,58	3,41	0,58	3,41	0,58
Рабочих 1,372 × 0,018 раб. дн.	0,025	2,37	0,06	2,37	0,06	2,37	0,06	2,37	0,06	2,37	0,06	2,37	0,06
Извести 221 × 0,018 кг.	4,00	0,024	0,10	0,024	0,10	0,024	0,10	0,045	0,18	0,045	0,18	0,045	0,18
Песка 1,04 × 0,018 м.	0,02	4,50	0,09	4,50	0,09	4,50	0,09	7,00	0,14	7,00	0,14	7,00	0,14
		на 1 м ²		0,83 р.				на 1 м ²		0,83 р.			
IV. Оштукат. слож. раст.													
Штукатуров 0,17 × 1,18 раб. дн.	0,20	—	—	3,41	0,68	—	—	—	—	3,41	0,68	—	—
Каменщиков 0,018 × 0,103 р. д.	0,002	—	—	3,03	0,01	—	—	—	—	3,03	0,01	—	—
Рабочих 0,018 × 1,68 раб. дн.	0,03	—	—	2,37	0,07	—	—	—	—	2,37	0,07	—	—
Цементы 249 × 0,018 кг.	4,50	—	—	0,044	0,19	—	—	—	—	0,065	0,29	—	—
Извести 19 × 0,018 кг.	1,80	—	—	0,024	0,04	—	—	—	—	0,045	0,08	—	—
Песка 1,06 — 0,018 м ³ .	0,02	—	—	4,50	0,09	—	—	—	—	7,00	0,14	—	—
		на 1 м ²		1,08 р.				на 1 м ²		1,27 р.			
V. Теплобетон. стена на 1 м².													
Бетонщиков 0,309 × 1,05 + 0,258 р. д.	0,582	—	—	(с коэф. 3,03)	0,61	—	—	—	—	(с коэф. 3,04)	0,61	—	—
Рабочих 1,751 × 1,05 + 0,515 р. д.	2,35	—	—	2,37	1,94	—	—	—	—	2,37	1,94	—	—
Состав { Цементы кг	186	—	—	0,044	2,86	—	—	—	—	—	—	—	—
Баку 1:11 { Пемзы м ³ .	0,26	—	—	17,00	1,54	—	—	—	—	—	—	—	—
Sостав Баку 1:11													
Шлака гранул. м ³	0,273	—	—	15,00	1,43	—	—	—	—	—	—	—	—
Песка м ³	0,273	—	—	4,50	0,42	—	—	—	—	—	—	—	—
Чингиля м ³	0,651	—	—	6,00	1,37	—	—	—	—	—	—	—	—
				10,17 р.									
Состав Тифлис 1:15													
Цементы кг.	141	—	—	—	—	—	—	—	—	(с коэф. 0,065)	1,18	—	—
Пемзой мелочи м ³ .	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	8,00	0,37	—	—
Пемзы м ³ .	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	9,00	0,84	—	—
										(с коэф. 2/3)			
Состав Тифлис 1:12													
Цементы кг.	172	—	—	—	—	—	—	—	—	(с коэф. 0,065)	260	—	—
Пемзой мелочи м ³ .	0,366	—	—	—	—	—	—	—	—	8,00	0,68	—	—
Песка м ³ .	0,915	—	—	—	—	—	—	—	—	9,00	1,92	—	—
Пемзы м ³ .	0,183	—	—	—	—	—	—	—	—	7,00	0,29	—	—
VI. Опалубки.													
Плотников раб. дн.	0,26	—	—	3,41	0,88	—	—	—	—	3,41	0,88	—	—
Досок 1 дм. (2 оборота) м ³ .	0,036	—	—	43,00	1,54	—	—	—	—	3,00	1,90	—	—
Четверган м ³ .	0,02	—	—	40,00	0,80	—	—	—	—	10,00	0,80	—	—
Гвоздей кг.	0,08	—	—	0,30	0,02	—	—	—	—	0,30	0,02	—	—
Проволоки кг.	0,14	—	—	0,40	0,06	—	—	—	—	0,40	0,06	—	—
				(с коэф. 0,35)						(с коэф. 0,35)			
VII. Под'ем теплового бетона.													
Рабочих 0,581 × 1,20 раб. дн.	0,70	—	—	2,37	0,58	—	—	—	—	2,37	0,58	—	—
				3,88 р.						4,34 р.			
VIII. Стоим. обвязочных балок и диафрагм в теплом бетоне. (ориентировочно)													
IX. Стена из туфа толщ. 40 см.													
Туфа (фр. ст. назвач. с 5% на потерю)	0,42	—	—	—	—	22,51	9,45	—	—	—	—	18,48	7,76
Транспорт фр. постройка м.	0,525	—	—	—	—	5,00	2,62	—	—	—	—	5,00	2,62
Каменщиков 0,04 + 0,008 × 0,103 р. д.	0,04	—	—	—	—	0,03	0,12	—	—	—	—	3,03	0,12
Рабочих 0,035 + 1,68 × 0,008 р. дн.	0,055	—	—	—	—	2,37	0,13	—	—	—	—	2,37	0,13
Цементы 249 × 0,008 кг.	2,00	—	—	—	—	0,044	0,09	—	—	—	—	0,065	0,13
Извести 99 × 0,008 м ³ .	0,80	—	—	—	—	0,024	0,02	—	—	—	—	0,045	0,03
Песка 1,06 × 0,008 м ³ .	0,01	—	—	—	—	4,50	0,08	—	—	—	—	7,00	0,07
						12,51 р.						10,86 р.	
X. Под'ем и доставка по горизонт. расстоян.													
Рабочих 0,581 × 1,25 × 0,40 с коэфф. 2.	0,52	—	—	—	—	2,37	1,23	—	—	—	—	2,37	1,23
Стоимость при механизации процессов работы на самой постройке (аналогично механизации жилых домов Днепростроя) и 2½ обор. опалубки.													
			15,65	—	15,88	—	14,57	—	16,67	—	14,43	—	12,92
			100%	—	100%	—	92%	—	100%	—	85%	—	77%
			15,24	—	14,49	—	13,76	—	16,27	—	12,81	—	12,23
			100%	—	95%	—	90%	—	100%	—	84%	—	81%

Не учитываются, в виду неопределенности этого вопроса в связи с необходимостью придания сейсмостойкости здания и следовательно, ввести какие-то связи в туфовой стене.

Существенное значение для снижения стоимости перевозок для туфа будет иметь окончание постройки Черноморской железной дороги, дающей сокращение пробега на 680 км, что даст удешевление туфа на местах потребления Донбаса, ЦЧО, ЦПО от 3 руб. на 1 м³.

Введение максимума механизации в строительные работы и усовершенствование конструкции из туфа дадут возможность снижения и в этом направлении.

Таким образом, кроме тех результатов снижения стоимости строительства, которые мы получили на основе подсчетов по сегодняшним условиям, мы имеем в перспективе возможности достижения еще больших экономических эффектов.

Примечание. При составлении сравнительной стоимости стен из арктического туфа, с другими стеновыми конструкциями, принималась толщина стен для туфовой кладки 0,40 м. Экономическое использование туфа как стенового материала допускает толщ. стен для I и II климатических поясов 0,35 м; для III-го пояса 0,30 м и для IV-го пояса 0,25 м. При этих условиях расход стенового материала уменьшится в приведенных нами примерах, а именно:

	Наименование места	Принятая толщ. стен в м.	Допускаемая толщ. стен в м.	Экономия в %
1	Москва	0,40	0,35	12%
2	Днепрострой	0,40	0,30	25%
3	Баку	0,40	0,25	38%
4	Тифлис	0,40	0,25	38%

Такой высокий процент экономии материала не принят в расчет по следующим соображениям

Практика добычи и обработки туфа ориентируется на первоначальные расчеты, установившие размеры для толщины стен 0,40 м.

В настоящее время при разработке проекта стандартов для туфа приняты для различных климатических районов, приведенные в теплотехнических расчетах размеры. После утверждения проекта стандартов, предприятие „Арктик туф“ должно будет свою практику добычи и обработки туфа изменить, согласно указанным размерам стандартов туфа, что даст строительству приведенную выше экономию расходованию туфа, а также значительное удешевление против приведенных выше расчетов.

Уменьшение размеров толщины стен, кроме удешевления строительства, дает возможность увеличить радиус распространения строительства из туфа.

2. Районы применения арктического туфа.

Емкость рынка. В каком объеме арктический туф можно будет использовать в строительстве?

При рассмотрении этого вопроса мы должны учесть возможность применения арктического туфа: 1) с точки зрения покрытия дефицита кирпича, 2) рационализации и удешевления строительства.

Рассмотрим потребность и производство кирпича сначала по отдельным районам, а затем в сумме:

По ЗСФСР—потребность и производство красного кирпича по годам пятилетнего плана выразится в млн. штук.

	1928/29 г.	1929/30 г.	1930/31 г.	1931/32 г.	1932/33 г.
Потребность	100	125	160	190	230
Производство	45	78	66	96	101
Дефицит	55	47	94	94	129

Ближайшим прилегающим районом после ЗСФСР для ввоза арктического туфа является Северный Кавказ.

Производство и потребность в ближайшие 5 лет на Северном Кавказе следующие:

	1928/29 г.	1929/30 г.	1930/31 г.	1931/32 г.	1932/33 г.
Потребность	248	354	435	528	651
Производство	229	285	380	393	414
Дефицит	19	69	55	135	237

По УССР—Потребность и производство красного кирпича.

	1928/29 г.	1929/30 г.	1930/31 г.	1931/32 г.	1932/33 г.
Потребность	560	760	1050	1450	1690
Производство	686	840	1160	1255	1335
Дефицит	—	—	—	195	355

По Ц.П.О.—Потребность и производство красного кирпича.

	1928/29 г.	1929/30 г.	1930/31 г.	1931/32 г.	1932/33 г.
Потребность	1124	1515	1814	2059	2309
Производство	876	1496	1751	1954	2168
Дефицит с учетом постройки нов. заводов	248	19	63	105	141
Дефицит без учета постро. новых заводов	—	—	158	300	659

Ср.-Волжский район.—Потребность и производство красного кирпича

	1928/29 г.	1929/30 г.	1930/31 г.	1931/32 г.	1932/33 г.
Потребность	70	109	150	193	243
Производство	91	123	154	182	210
Излишек	21	14	4	—	—
Дефицит	—	—	—	11	33
Дефицит без учета новых заводов	—	—	—	12	25

Н.-Волжский район.—Потребность и производство красного кирпича.

	1928/29 г.	1929/30 г.	1930/31 г.	1931/32 г.	1932/33 г.
Потребность	80	150	180	212	240
Производство	81	160	201	217	237
Излишек	37	21	—	—	—
Дефицит	—	—	4	12	17
Деф. б. уч. нов. заводов	—	—	8	18	59

Суммируя все данные производства красного кирпича, его потребности и дефицита и производства арктического туфа, получим следующие результаты по годам пятилетки:

1929—30 г. Дефицитными районами являются районы ЗСФСР—47 млн, Северный Кавказ—69 млн., ЦПО—19 млн., Узб. ССР—3 млн.

Итого общая сумма дефицита—138 млн. шт. кирпича.

Это количество эквивалентно количеству арктического туфа:

$$\frac{138\,000\,000}{650} = 200\,000\, м^3.$$

1930—31 г. Дефицитными районами являются: ЗСФСР—94 млн., Сев. Кавказ—55 млн., ЦПО—63 (+ усл. деф. 158 млн.), ЦЧО—4 млн., (+ усл. деф. 8 млн.) и Узб. ССР—8 млн.

Итого общая сумма дефицита при учете продукции новых кирпичных заводов 224 млн. кирпича.

В этом году на покрытие дефицита по указанным районам могло пойти арктического туфа 310 000 м³.

1931—32 г. Дефицитными районами являются: ЗСФСР—94 млн., Сев. Кавказ—135 млн., ЦПО—105 млн. (+ усл. деф. 300 млн.), ЦЧО—12 млн. (+ усл. деф. 18 млн.), Ср.-Волжский район—11 млн. (+ усл. 12 млн.), Ниж.-Волжский район—(усл. 26 млн.), Узб. ССР—28 млн., УССР—195 млн.

Общий дефицит в 1931—32 году с учетом продукции подлежащих постройке новых кирпичных заводов выразится—580 млн.

Это количество кирпича эквивалентно—900.006 м³ арктического туфа.

1932—33 г. Дефицитными районами являются: ЗСФСР—129 млн.; Сев. Кавказ—237 млн.; ЦПО—141 млн. (+ усл. деф. 165 млн.); ЦЧО—17 млн. (+ усл. 59 млн.); Ср.-Волжск—33 млн. (+ усл. 25 млн.); Нижн. Волжск. 3 млн. (+ усл. деф. 44 млн.); Узб. ССР.—50 млн., УССР—355 млн.

Общий дефицит в 1932—33 г. с учетом продукции новых кирпичных заводов выразится 965 млн. кирпича.

Это количество дефицитного кирпича эквивалентно 14.85.000 м³ туфа.

Сводная таблица.

	1929/30 г.		1930/31 г.		1931/32 г.		1932/33 г.	
	Млн. шт.	м ³	Млн. шт.	м ³	Млн. шт.	м ³	Млн. шт.	м ³
1) Общее кол. деф. кирпич. при учете новых зав. в млн. шт.	138	203 000	224	339 000	581	900 000	965	1 485 000
2) Произв. туфа по 5-летнему плану	—	150 000	—	250 000	—	250 000	—	500 000
Остающиеся непокрытыми .	—	53 000	—	89 000	—	650 000	—	985 000

Из таблицы видно, что намеченный объем добычи по первым четырем годам, сообразуясь с трудностями организации добычи, значительно ниже возможностей реализации продукции арктического туфа на рынке СССР.

Необходимо отметить, что при распределении продукции туфа не учитывалось то количество, которое может быть размещено на зарубежных рынках. Не имея данных, указывающих хотя бы ориентировочно размер возможной потребности, мы однако не можем не учесть этой возможности. По имеющимся материалам Наркомторга, за границей к туфу есть интерес, но конкретизировать этот интерес возможно только после проведения ряда мероприятий Промэкспортом через наши Торгпредства.

Поэтому для экспорта надо предусмотреть условно некоторое количество. Для удовлетворения потребности рынка добыча арктического туфа при технических возможностях могла бы быть доведена в м³.

1929/30 г.	1930/31 г.	1931/32 г.	1932/33 г.
350 000	450 000	1 000 000	1 500 000

и в последующие годы производство стабилизуется на 2 000 000 м³ в год, сообразуясь с трудностями транспорта и технической добычи большего количества.

Поэтому заранее можно сказать, что даже при максимальной добыче туфа 2 000 000 м³ в год, намеченную ВСНХ СССР программу постройки новых заводов надо оставить в силе.

Районы применения арктического туфа и транспортные возможности.

Эта проблема важна с точки зрения возможностей транспорта, потребности в строительных материалах и вопроса, что дает туф в условиях Закавказья, Сев. Кавказа, Украины, ЦПО, ЦЧО и проч. В соответствии с этим производятся некоторые хозяйственно-сметные расчеты. Рассмотрим каждый вопрос в отдельности.

1. К проблеме транспортирования туфа важно подойти, не связываясь сложными перспективами, а ограничиваясь пока задачами выяснения наличной провозной способности дорог, учитывая вместе с тем строящиеся дороги и существующие тарифы, чтобы иметь представление о возможности при таких условиях использовать этот материал.

Намечены след. главнейшие пути следования туфа:

а) Из Артика, через Ленинанкан-Тифлис, на Батум, оттуда морем в порты Черного и Азовского морей, из Батума же экспорт морем до зарубежных портов.

б) С окончанием постройки Черноморской ж. д., которое намечается НКПС'ом на 1932—33 г., туф сможет следовать из Батума через Самтредиа—Туапсе—Армавир, далее Донбасс—Украину и Центральную часть СССР.

в) Из Артика—через Ленинанкан—Тифлис на Баку, оттуда по существующим линиям ж. д. на Северный Кавказ, Донбасс, Украину и Центральную часть СССР, или из Баку морем до Астрахани и на речных судах в Нижнее и Среднее Поволжье и далее—Н. Новгород—Москву.

г) Постройка Алят-Джувльской дороги, окончание которой намечается НКПС'ом к 1930-31 г. может иметь большое значение для облегчения перевозок туфа, при которой, несмотря на несколько большую длину пробега в направлении на Джувльфу—Баладжары, чем Навтлуг—Баладжары, перевозки по Джувльфскому направлению окажутся более выгодными.

Далее приведем вкратце ориентировочные соображения НКПС относительно провозной способности туфа по намеченным главным путям, без коленного усиления или переустройства существующей сети.

а) Участок Ленинанкан—Навтлуг, наиболее трудный, может пропустить при настоящих условиях и введении тяжелых паровозов до 600 000 т туфа в год, а

к 1930-31 году может пропустить до 500 000 т туфа. Увеличение перевозок по этому направлению потребует коренного усиления участка—электрификации.

б) По главной линии Закавказских ж. д. Тифлис—Дербент положение характеризуется графиком грузовых потоков, ожидаемых к 1930—31 году, из которого видно, что перевозки значительного количества туфа на запад, т.е. Батум (Поти) невозможны, хотя в этом направлении идет порожняк за импортными и др. обратными грузами.

Электрификация Сурамского перевала, к осуществлению которой уже приступлено, обеспечивает возможность пропуска добавочного груза до 1 млн. т.

в) В восточном направлении, т.е. Тифлис—Баланджары дорога обеспечивает возможность пропуска 1 млн. тонн туфа без сколько-нибудь крупного усиления линии.

г) На участке Баланджары—Дербент возможность пропуска туфа определяется в размере 450—500 тысяч тонн. Для пропуска большого количества туфа могут потребоваться некоторые усиления линии.

По Северо-Кавказским дорогам положение резко различно для отдельных участков.

а) На перегоне Дербент—Червленная обеспеченным является пропуск артекского туфа около 300 тысяч тонн.

б) На перегоне Червленная—Ростов является возможным пропустить туф в количестве 500—600 тысяч тонн.

Значительные изменения, по данным НКПС'а, должно внести в перевозках туфа окончание построек Черноморской и Джульфской дорог.

а) Черноморская дорога к 1932—33 году может пропустить через Навтлуг—Армавир до 500 тысяч тонн туфа, сокращая пробег в сравнении с кружным направлением на 680 км. Поэтому весь туф, который пойдет в Центральные районы, пойдет по ней, загружая участок Навтлуг—Туапсе—Армавир.

б) Алят—Джульфская дорога будет иметь большое значение для облегчения перевозок туфа, благодаря благоприятным условиям профиля, при которых, несмотря на несколько большую длину пробега, чем Навтлуг—Баланджары, перевозки по Джульфскому направлению окажутся несколько дешевле.

В результате сооружения этих двух линий, а также удешевления и улучшения судоходства для перевозки туфа можно ожидать, что по районам назначения направление потоков туфа распределится в будущем следующим образом:

1. Черноморское побережье и юг Украины—через Навтлуг—Поти, далее Черным морем.

2. Центральный район и западная часть Северного Кавказа через Навтлуг—Самтреди—Туапсе—Армавир.

3. Восточное Закавказье, Сев. Кавказ. район и Ср. Азия через Джульфу—Баланджары.

4. Нижнее и Среднее Поволжье и часть до Центральных районов через Джульфу—Алят и перевалкой на воду в Аляте.

В отношении пропускной способности портов установлено, что при равномерном поступлении туфа через Поти и Баку может быть пропущено без усиления портовых устройств ориентировочно по 350 тыс. тонн в год. Через Краснодарский порт 175 тыс. тонн.

Для перевозок от портов Черного моря и Ростова, для туфа можно использовать негрузовое направление. Расчеты показали, что при правильном планировании туфяного потока по двум-трем направлениям можно добиться того, что количество туфа до 2-х млн. тонн в год может быть перевезено в Центральные области СССР.

В прилагаемой при сем таблице приведены стоимости перевозок туфа до наиболее крупных центров, с дополнительными сборами, расходами по перевозке и проч.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица стоимости провоза 1 вагона (18 тонн) туфа от ст. Артик до нижеперечисленных станций.

Название станций	Дорога	Направление	Расстояние	Провозная пл. за все расст. за 18 м.	Дополнительные сборы						Целевой сбор (2%)	Гербовый сбор	Коммун. на ст. назнач.	Себестоим. нагрузки	Всего *)	Стоимость 1 тонны	Ставка пров. платы с 1 тн. без дополнит. сборов
					Станцион. расходы	Взвешивание	Нагрузка	Организац. расходы	Выгрузка	Организ.							
Эривань	ЗКВ	—	181	28 р. 66 к.	10.98	2	Отгр.	1.08	5.94	2.70	1.03	14	1.98	4	58 р. 61 к.	3.26	1.99
Тифлис	"	—	246	39 " 02 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	1.23	15	1.98	4	69 " 08 "	3.84	2.71
Ганджа	"	—	420	59 " 90 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	1.65	18	1.98	4	90 " 41 "	5.02	4.16
Поти	"	—	554	75 " 89 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	1.97	21	1.98	4	106 " 75 "	5.93	5.27
Батум—прист.	"	—	594	79 " 49 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	2.04	21	1.98	4	110 " 42 "	6.13	5.52
Баку—тов. . . .	"	—	780	95 " 90 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	2.37	24	1.98	4	127 " 19 "	7.07	6.66
Навтлуг	"	—	239	37 " 85 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	1.21	15	1.98	4	67 " 91 "	3.77	2.63
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
Ростов—тов. . .	С. Кав.	Дербент	2023	255 " 78 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	5.57	49	1.98	4	290 " 52 "	16.14	14.21
Бекетовская . .	Ю.-В.	д. Котельн.	2338	292 " 50 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	6.30	54	1.98	4	328 " 02 "	18.22	16.25
Сталинград В.	"	"	2364	293 " 58 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	6.33	54	1.98	4	329 " 13 "	18.29	16.31
Харьков—тов.	Дон.	д. Рост.	2540	311 " 22 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	6.68	57	1.98	4	347 " 15 "	19.29	17.29
Днепрострой . .	Екат.	д. Рост. Ясн.	2581	316 " 62 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	6.79	58	1.98	4	352 " 67 "	19.59	17.59

Москва—тов. . .	Р.-Ур.	д. Р. Коз.	3234	386 " 82 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	8.19	69	1.98	4	424 " 38 "	25.58	21.49
Иваново—тов.	Сев.	д. Р. К. Р. П. К. Новки.	3562	421 " 92 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	8.89	74	1.98	4	460 " 23 "	25.57	23.44
Кичкас	Екат.	д. Рост. Ясинов.	2576	316 " 62 "	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	6.79	58	1.98	4	352 " 67 "	19.59	17.59
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—
"	"	—	—	—	10.98	2	"	1.08	5.94	2.70	—	—	1.98	4	—	—	—

Примечание. *) В сумму „Всего“ не входит подносочный сбор, взываемый на ст. назначения в размере, в среднем 12 р. 60 к. с вагона (70 к. с тонны) при выгрузке туфа средствами жел. дор.

Справка. В случае производства выгрузки туфа на ст. назначения средствами получателя сбор за „выгрузку“ 5 р. 94 к. взыванию не подлежит. Организационный сбор за выгрузку взываемается вместо 2 р. 70 к. — 1 р. 08 к. Подносочный сбор 12 р. 60 к. также не взываемается.

Возможные изменения калькуляций туфа в зависимости от различных условий, а именно:

1. При подаче вагонов со ст. Артик к нашим тупикам — по 3 коп. с м³ и вагона (в оба конца по 6 коп.).
2. За работу паровоза при подаче вагонов по 1 р. 35 коп. с м³ (в оба конца) независимо от числа вагонов.
3. В случае применения к туфу льготного тарифа № 34 — 25% скидки от „провозной платы“ за все расстояние (без дополнительных сборов).
4. Возможно снижение сбора за станционные расходы с 61 к. до 25 к. с тонны (с вагона с 10 р. 98 к. до 4 р. 50 к.). Разница 6 р. 48 к.
5. За разработку месторождений туфа (протокол заседания Объединенного СНК ВЭС ЭСФСР № 49 от 14/ХІ—29 г.) по 45 к. с м³ или 6 р. 75 к. с вагона (15 м³).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ АРТИКСКОГО ТУФА КАМЕНОЛОМЕН АРА-ФАИ, БАМБУЛЬЯН, САНГУРЛИ, КИПЧАГ, НАХИЧКАХ И ШУРФЫ №№ 29, 33, 34, 35, 43, 68. ИСПЫТАНИЯ ПРОИЗВЕДЕНЫ В ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ОСТК.

ИСПЫТАНИЕ.	Средн. кг/см ²	Максим. кг/см ²	Минимальн. кг/см ²	Число испы- тан.
На раздавливание: кубики 10×10×10 см	106,6	222,0	47,86	36
” ” ” К 6×6×6 см.	59,9	114,1	29,1	42
” ” ” призм 66×10 см.	59,5	125,0	26,5	14
” изгиб (излом по середине образца призмы 6×6×25 см.)	23,8	40,0	4,2	24
” изгиб (излом в слабом месте) призмы 6×6 см (от 12 до 25 см. длиной).	15,2	22,5	10,9	35
Влагоемкость (весовая в %)	28,7	49,6	10,7	30

На морозостойкость: образцы, насыщенные водой, замораживались в течение около 21 часа при температуре около -15°C , затем оттаивались в воде ($t = +15^{\circ}\text{C}$) в течение 3 часов; таких испытаний было произведено 25 — 30.

Из 30 образцов 1 раскололся после 15 испытаний, 3 начали крошиться, но не раскололись до конца и 26 образцов не показали разрушения.

На теплопроводность	0,24	0,290	0,199	3
Объемный вес в кг/см ³ .	1108	1540	810	151

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АРТИКСКОГО ТУФА, КАК ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ПРИ ЦЕМЕНТНЫХ И СМЕШАННЫХ ИЗВЕСТКОВО-ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРАХ.

С установлением ценных свойств арктического туфа, как строительного материала, производство его значительно увеличилось и в будущем неуклонно будет расти.

Вместе с тем будет расти и увеличиваться „отброс-мелочь“, которая является непременным спутником каменоломы. Химическая природа туфа позволяет поставить вопрос об использовании и этой мелочи для целей строительства. Изверженные вулканические породы, к которым относятся и арктический туф, в большей или меньшей степени обладают свойствами давать при смешении в порошкообразном состоянии с известью гидравлические строительные растворы, обладающие способностью отвердевать не только в воздухе, но и под водой.

Современная классификация строительных материалов относит различные разновидности вулканического туфа (пуццоланы), трассы, санторинские земли к „естественным гидравлическим добавкам“.

Качество и строительная ценность гидравлических добавок обычно измеряется наличием в них „активного кремнезема“, обладающего большой реакционной способностью по отношению к извести.

Это же свойство гидравлических добавок нашло себе значительное применение и при бетонных сооружениях.

Изучение причин разрушения в морской и минерализованной воде портланд-цементных массивов установило, что причина разрушения чаще кроется не в плохом качестве портланд-цемента, а в самой природе его, так как процесс отвердевания его связан с образованием значительных количеств гидрата окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который, подвергаясь действию воды, выщелачивается, обуславливая сначала ослабление массива, нарушение его связности, затем приводя к окончательному его разрушению. Помимо выщелачивания, если в воде имеются сернистые и магниевые соли, протекают еще дополнительные химические процессы, заключающиеся в том, что соли морской и минерализованной воды вступают во взаимодействие с алюминием извести и в свою очередь способствуют ускорению разрушения.

*) Сборник статей изд. НКПС „Пуццолановые цементы“, 1927 г.

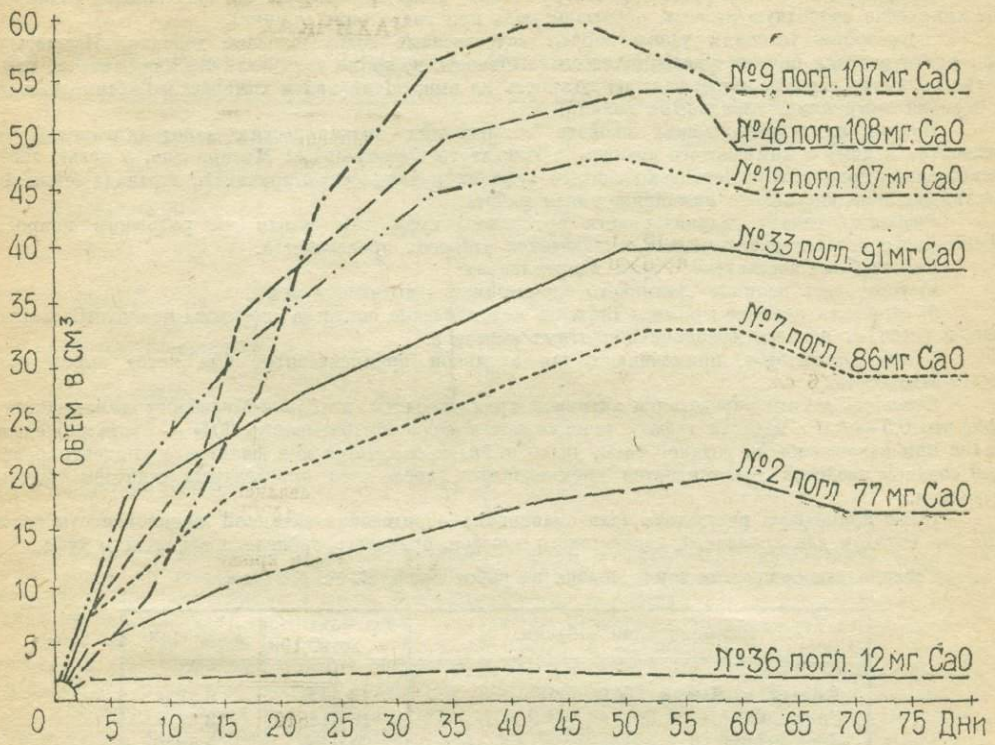


Рис. 94. Диаграмма поглощения извести арктиским туфом.

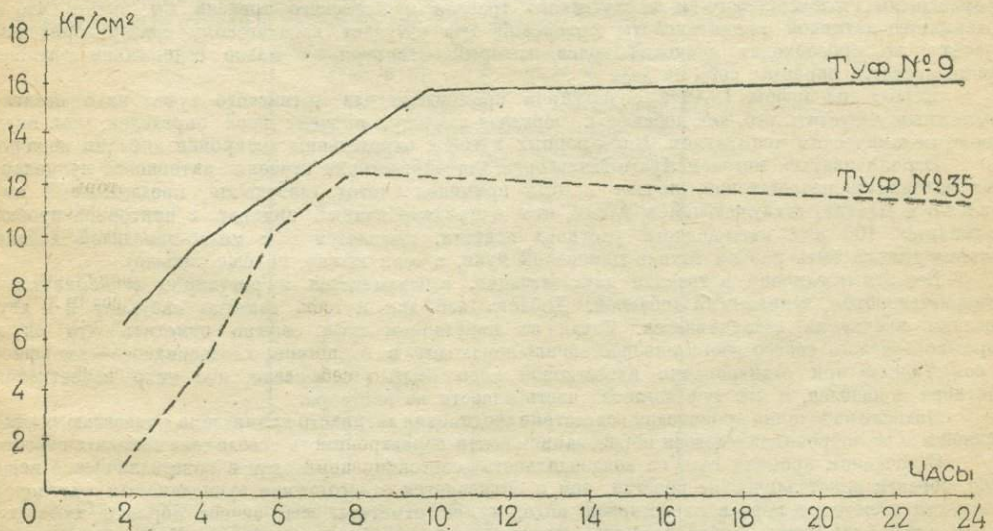


Рис. 95. Диаграмма активности по предварительным опытам с сопротивлением на разрыв.

Для уменьшения вредного влияния минерализованной и морской воды на портланд-цементные растворы можно идти двумя путями:

- 1) уплотнение бетонного раствора и
- 2) прибавление к бетонному раствору такой добавки, которая по возможности связывала бы химически свободную известь, обращающуюся при гидратации цемента.

Этим обоим условиям удовлетворяют естественные гидравлические добавки. Примесь их при приготовлении бетона увеличивает его плотность и, кроме того, активный кремнезем, химически связывая известь, уменьшает возможность ее выщелачивания и химического взаимодействия с сернокислыми и магниезальными солями.

Исходя из гидравлических свойств изверженных вулканических пород (арктический туф относится к ним) и химического анализа, в Институте Строительных Материалов, с целью экспериментально проверить действие арктического туфа на механическую прочность портланд-цементных растворов была поставлена нижеприведенная работа.

Разрешив задачу гидравлическости арктического туфа, тем самым мы разрешим вопрос о возможности использования мелочи, являющейся отбросом производства.

Работа была поставлена в двух направлениях:

- а) установить наличие „активного кремнезема“ в арктическом туфе,
- б) выяснить влияние примеси туфа на механические свойства портланд-цементных растворов, в условиях водного хранения цементных образцов.

Одним из методов, примененных для активной кремнекислоты, был метод определения Лунге-Мильберга.

Сущность метода определения активной кремнекислоты по Лунге-Мильбергу заключается в том, что 0,5 — 0,6 г навески туфа в течение шести часов обрабатывается 30% — раствором едкого калия при нагревании на водяной бане, далее отфильтровывается и в фильтрате концентрированной соляной кислотой высаживается кремнекислота, после чего определяется глинозем обычным порядком.

Ниже приводятся результаты (для сравнения) определения активной кремнекислоты подобным же методом для японского, карадагского трассов, брянского трепела и арктического туфа.

Таблица для сравнения заимствована из работ проф. В. А. Кинда.

Наименование добавки.	Кремнекислота.	Глинозем.
Арктический туф № 9	18,49%	6,72%
Японский трасс	16,61%	13,64%
Карадагский „	32,04%	5,58%
Брянский трепел	63,04%	4,42%

Из сопоставления цифры активной кремнекислоты для арктического туфа с цифрами активной кремнекислоты для японского и карадагского трассов и брянского трепела мы видим, что по содержанию активной кремнекислоты арктический туф уступает карадагскому трассу брянскому трепелу, но превосходит японский трасс, который, несмотря на малое содержание активной кремнекислоты, оправдал себя на деле.

Исходя из цифры 18,49% содержания кремнезема для арктического туфа, надо полагать возможным допустить его, как добавку к портланд-цементу, процент коей определен, как видно далее, механическим испытанием. Иных верных путей к определению дозировки добавки пока нет.

Ограничиваться методом Лунге-Мильберги для определения степени активности пуццолановых материалов недостаточно, почему и был применен метод набухания, предложенный инж. Галло в Италии, заключающийся в том, что в градуированный цилиндр с притертой пробкой наливается 100 см³ насыщенного раствора извести, всыпается 2 г мелко-измолотой добавки (тонина должна быть равной тонине цементной муки, а если можно, то еще тоньше).

Все это ежедневно, в течение двух месяцев, взбалтывается и регулярно записывается и измеряется объем, занимаемый добавкой. Добавка изо дня в день заметно набухает и к двум месяцам набухание заканчивается. Следя за набуханием туфа, можно отметить, что он из порошкообразного своего состояния постепенно переходит в состояние хлопьевидное — аморфное. В конце опыта при оттитровании известковой воды было установлено, что титр известкового раствора понизился, и что туф поглотил часть извести из раствора.

Явление набухания происходит вследствие соединения активного кремнезема с известью, растворенной в воде, сопровождающегося образованием почти нерастворимого в воде геля силиката извест-

ство, образуя кристаллические сростки, чем и объясняется отвердевание пуццолановых растворов. Наблюдая поведение туфа в известковой воде, нужно отметить, что не все образцы туфа (для опыта мною было взято 7 образцов) набухают в одинаковой степени. Туф № 12 светло-серый, № 46 бурый, № 9 черный набухают очень хорошо и к концу двух месяцев занимают объем от 40 см³ до 60 см³. Туф № 33 красный (покрышка) не набухает совсем, № 2 набухает слабо, достигая к концу 2-х месяцев 20 см³. № 7 — желтоватый, достигает в тот же 2-месячный срок 33 см³ и № 33 достигает 40 см³.

По оттитровыванию растворов извести, после 2-месячного состояния и набухания туфа было установлено, что туфы, набухающие сильно, поглощают изввести из известкового раствора больше, нежели туфы, набухающие слабо.

Таблица 1.

Набухание арктикск. туфа в известк. воде в течен. 2 мес.

Таблица 2.

Поглощение туфами извести (навеска туфа = 2 г).

Образцы туфов.	Набух. в см ³ .	№№ туф.	Колич. поглощ. извести.
№ 12 светло-серый	48	38	12 мг.
„ 46 бурый	52	2	77 „
„ 9 черный	60	7	86 „
„ 38 красн. (покрышка)	3	33	91 „
„ 2 слабо-красн.	20	12	107 „
„ 7 желтоватый	33	46	108 „
„ 33 розовый (краснов.)	40	9	107 „

Набухание и поглощение извести, с одной стороны, и результаты определения активной кремнекислоты по методу Лунге-Мильберга — с другой, дают основание утверждать, что метод набухания, поглощение извести и метод Лунге-Мильберга, являются хоть и несовершенными, но все-таки путями, дающими предварительные указания на качество гидравлической добавки.

Такая же, как выше показано, последовательность в активности туфа наблюдается при исследовании его ускоренным методом твердения, заключающимся в том, что заготовленные образцы через 2 дни пребывания во влажной атмосфере при обыкновенной температуре были перенесены мною в атмосферу водяных паров, температура коих была равной 80°С. Эта температура поддерживалась во все время опыта. Через каждые два часа пребывания в парах воды при температуре 80°С, образцы испытывались на разрыв. Мною было заготовлено для испытания по 12 шт. восьмерок без песка, из двух образцов туфа № 38 и № 9 (туф № 9 по содержанию активной кремнекислоты и набуханию идет первым, а туф № 38 последним). Процент содержания туфа был взят равным 70, а извести 30.

Ниже приводится таблица результатов испытания, показывающая соответствие активности по предварительным опытам с сопротивлением на разрыв:

Туф № 35.		Туф № 9.	
Часы.	(Разрыв) сопротивл. кг/см ² .	Часы.	(Разрыв) сопротивл. кг/см ² .
2	—	2	6,50
4	5	4	9,75
6	10,25	6	10,75
8	12,25	8	13,60
10	12	10	16
24	11,25	24	16,25

Несмотря на то, что вышеописанные методы дают некоторую характеристику туфа, как гидравлической добавки, считать их совершенными нельзя, почему параллельно с чисто химическим исследованием был поставлен опыт по испытанию туфа на механическую прочность.

Для испытания механической прочности туфа мною был взят образец № 33, который встречается в наибольшем количестве и по предварительным испытаниям дает среднюю активность.

Мелется туф легко, почему тонко измолот его в шаровой мельнице не представило трудностей и при просеивании через сито 4 900 отверстий на см² остаток на сите дал 3—4 процента.

* Помол туфа перемешивался с портланд-цементом в определенной пропорции. Цемент брался с завода Спартак. Песок для образцов брался нормальный Вольский. Образцы с песком имели отношение 1:3.

Таблица дозировки туфа с цементом.

% туфа.	% цемента.
15	85
30	70
50	59
1 1/2 ч.	1 ч.
2 ч.	1 ч.

Заготовлено образцов кубиков и восьмерок на 5 лет, испытание коих производилось и будет производиться в следующие сроки: 7 дней, 28 дней, 3 месяца, 6 месяцев, 1 1/2 года, 3 года, 4 года, 5 лет.

Всего на пятилетний срок заготовлено восьмерок, включая и восьмерки без туфа, 360 шт. Кубиков заготовлено на тот же срок вместе с кубиками без туфа 171 шт.

Хранятся образцы в цементованных баках, в обычной питьевой водопроводной воде, которая еженедельно сменяется. В настоящее время я успел только испытать образцы восьмерок и кубиков трех сроков: 7 дней, 28 дней и 3 месяцев, результаты испытаний коих приводятся ниже.

Испытания на разрыв производились на приборе Михаэлиса, на раздавливание на прессе Амслера, и изготовлялись кубики и восьмерки на конрах проф. Лахтина.

Результаты испытания образцов 7-дневного хранения в воде.

Кубики (туф + цемент) + песок = 1:3

№№		кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	Средн. арифмет.
103	Цем. Спартак. (раств. 1:3)	216	181	138	198	178
83	Цем. + 15% туф	124	275	219	247	206
84	" 30% "	195	167	140	181	167
85	" 50% "	123,5	125	159	142	136
86	" 1 1/2 части	141	93,5	826	117	353
87	" 2 "	63	66	52	59	60

Восьмерки.

№№		кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	Средн. арифмет.
104	Цем. Спартак. (раств. 1:3)	10,25	19,25	16,25	19	17	23,25	19,62	17,50
88	Цем. + 15%	14,25	15,75	18,50	15,75	17,50	17,25	17,25	16,50
89	" 30%	18	12,25	14,75	19,25	13	16	17	15,54
90	" 50%	15	14,75	17,75	12	13,25	15	14,87	14,62
91	" 1 1/2 части	9,50	11,75	10,50	12	9,50	8	10,21	—
92	" 2 "	8,75	8,25	6,75	7,23	8	—	6,5	7,80

Результаты испытания образцов 28-дневного хранения в воде.

Кубики (туф + цемент) + песок 1 : 3

№№		кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	Средн. арифмет.
103	Цемент Спартак. (раств. 1 : 3)	180	235	247	241	221
83	Цемент + 15% туф	287	248,5	276	281	270
84	„ 30% „	271	315	285	290	—
85	„ 50% „	189	199	204	201	197
86	„ 1½ части	245	245	211	245	234
87	„ 2 „	129	139	125	134	131

Восьмерки.

№№		кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	Средн. арифмет.
104	Цемент Спартак. (раств. 1 : 3)	17,25	21	22	20	15,50	17	20	18,78
88	Цемент + 15% туф.	20,70	18	17,50	19,75	13	18	19,11	17,83
89	„ 30% „	22,20	21,50	17,25	20,25	16,20	21,50	21,71	—
90	„ 50% „	14,25	17,10	13,25	17,10	16,25	—	15,59	—
91	„ 1½ части	13,50	12,60	13,25	13,75	14,25	17,50	14,75	—
92	„ 2 „	13,25	13,75	12	13,50	13,50	12,25	13,50	—

Результаты испытания 3-месячного хранения в воде.

Кубики (туф + цемент) + песок 1 : 3

№№		кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	Средн. арифмет.
103	Цемент Спартак. (раств. 1 : 3)	299	299	298	298,6
83	Цемент + 15% туф	168	363	343	258
84	„ 30% „	238	346	358	314
85	„ 50% „	220	320	291	277
86	„ 1½ части	225	270	240	225
87	„ 2 „	164	153	170	162

Восьмерки.

№№	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²	кг/см ²		Средн. арифмет.
104	22,50	25,25	25,25	25,25	24,25	23,50	Цемент	24,30
88	20,00	20,70	21,90	23,00	19,90	21,80	Спартак.	21,21
89	24,00	19,50	25,60	20,50	24,70	21,80	15% туф	22,77
90	17,75	17,75	18,85	25,75	21,50	22,50	30% „	20,69
91	18,75	20,75	21,00	21,00	22,25	—	50% „	20,75
92	14,00	16,75	15,75	19,25	16,50	17,75	1½ ч.	20,75
							2 ч.	14,33

Просматривая таблицу результатов испытаний, мы видим, что недельный срок хранения образцов с добавкой туфа, начиная от наименьшей цифры 15% и кончая наибольшей 2 ч., дает на разрыв сопротивление меньше, нежели образцы из цемента без туфа. И близкие к образцам из цемента без туфа (разница 2,37 кг/см² и 2,62 кг/см²) дают образцы с добавкой 15% и 30%.

Образцы же кубиков семидневного хранения с 15%-ной добавкой дают сопротивления на раздавливание выше, а 30% добавки, немногим меньше образцов из цемента без туфа, а по остальным образцам с большей добавкой сопротивление понижается.

Далее сравнивая цифры результатов испытания 28-дневного хранения, видим, что восьмерки на разрыв дают с 15% добавки сопротивления на 0,89 кг/см² меньше, чем образцы из цемента без туфа и с 30% добавки сопротивления больше на 1,71 кг/см², нежели восьмерки из цемента. Кубики же и с 15% и с 30% добавки сопротивления дают больше.

Результаты же испытания образцов 3-месячного хранения, как для восьмерок, так и для кубиков, дают сопротивление на разрыв и на раздавливание с добавкой туфа 15%, 30 и 50%, очень близкие к результатам испытания образцов из портланд-цемента.

Наилучшее соотношение между портланд-цементом и туфом лежит в пределах от 30% до 50% добавки.

Нужно отметить, что целый ряд заводов, не меняя названия портланд-цемента, прибавляет к цементам 5% добавки и опыт показал, что качество цемента от этого не ухудшается. Мне кажется, что прибавляя туф в количестве до 5% к портланд-цементу, тем самым не ухудшим его свойств.

Образцы туфа, испытанные на пригодность в качестве гидравлических добавок,

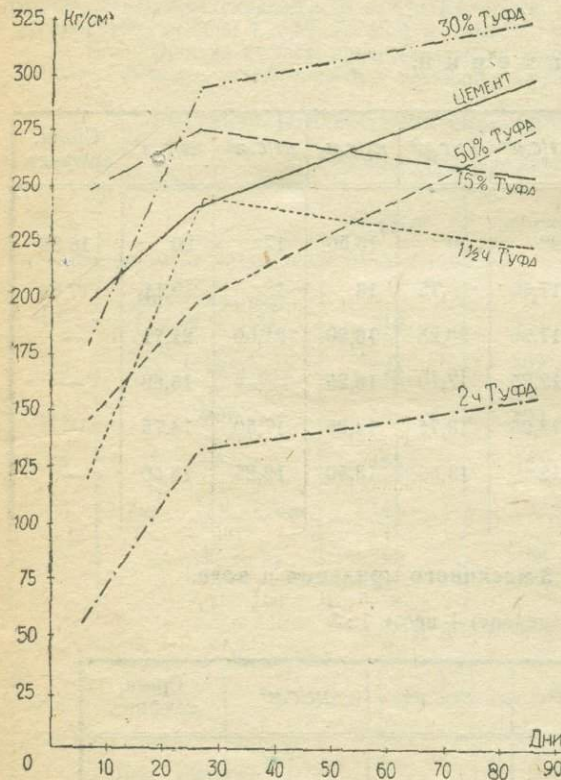


Рис. 96. Диаграмма испытания образцов на сжатие.

были взяты комиссией Института строительных материалов, исследовавшей залежи арктического туфа, в составе проф. Т. С., Швецова, проф. И. И. Китайгородского и автора настоящей статьи.

Работа выполнена в Институте строительных материалов под руководством заведующего лабораторией вяжущих веществ А. Н. Иванова.

С целью дальнейшего изучения свойств арктического туфа, как гидравлической добавки, ставится работа по изучению смешанных известково-цементных-пуццолановых растворов, которые, как показали последние работы доктора Liebschietz'a (Zement № 39, 1929 г.), обладают значительными механическими свойствами и могут представить практический интерес для целей строительства.

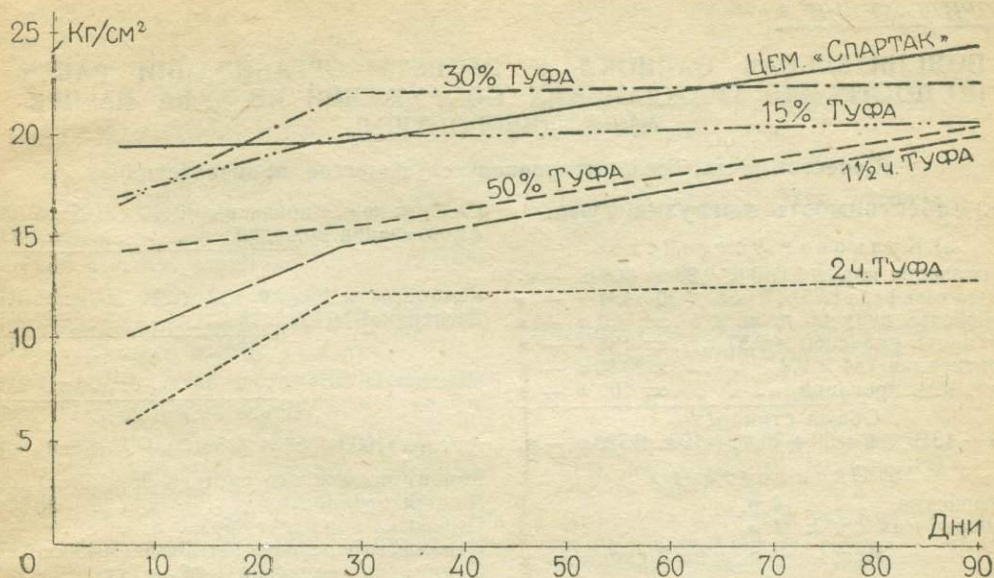


Рис. 97. Диаграмма испытания образцов на разрыв.

В ы в о д ы.

1. Испытание арктического туфа по методу Лунге-Мильберга показало, что арктический туф обладает достаточной „активностью“, чтобы быть применимым в качестве гидравлической добавки к портланд-цементу.

2. Определение набухания туфа по способу Галло в известковой воде и поглощение из раствора окиси кальция показали, что арктический туф содержит в себе активный кремнезем.

3. Результаты испытания на разрыв смешанного известково-пудцолоанового раствора в отношении 30:70 туфа показали, что такой раствор дает значительное увеличение механической прочности, против образцов из чистой извести.

4. Механическое испытание образцов восьмерок и кубиков с прибавлением туфа показало, что арктический туф может быть вполне использован для приготовления пудцолоановых портланд-цементов.

5. Наилучший цемент добавки арктического туфа при производстве пудцолоановых портланд-цементов лежит в пределах от 30% до 50%.

6. При помоле клинкера можно прибавлять арктический туф в количестве 5%, не изменяя названия портланд-цемента.

7. В случае постройки портланд-цементного завода в Армении, экономически вполне выгодно прибавлять туф при помоле, ибо тем самым увеличивается производительность завода от 30% до 50% и улучшается качество цемента. Затраты на помол будут незначительны.

Примечание. Приложенные данные составлены инж. А. С. Акопяном, по материалам лаборатории Инст. строительных материалов НТУ ВСНХ СССР.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ПРОЕКТУ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ
ПО ПОСТРОЙКЕ ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ ТУФА НА ПРИ-
МЕРЕ ДНЕПРОСТРОЯ.

(Себестоимость механизированных процессов производства).

1. Себестоимость выгрузки туфа.

а) Крановое устройство.

Амортизация крана $1.000 \times 0,20 = 200$ р. — к.
Аренда тельфера $1.81 \times 8 \text{ мес.} \times 30 = 434$ » — »
Устройство пути $60 \text{ п. м.} \times 1 = 60$ » — »
Стоимость рельс $60 \times 2,57 = 154$ » — »
Амортизация $154 \times 0,2 = 30,80$ » — »
Стоимость прогонов $= 100$ » — »

Общая стоимость

 $(200 + 434) \times 4 + 60 + 30,80 + 100 = 2726$ р. — к.

б) Эксплуатация.

Мотористов $2 \times 2 = 4$ р.Чернорабочих $2 \times 2 = 4$ р.

Итого 8 р., а на 2 смены 16 р.

Накладные 20%, т. е. 3 р. 20 к.,

а всего 19 р. 20 к.

За все время работы $210 \times 19,2 = 4032$ » — »А на 4 крана $4032 \times 4 = 16128$ » — »

Электроэнергия

 $644 \times \frac{125 \times 1,2}{60} \times 210 \times 0,072 = 243$ » — »А всего: $2726 + 16128 + 243 = 19097$ » — »Стоимость выгрузки 1 м^3 туфа $19097 : 43155 = 0,44$ » — »2. Стоимость устройств и эксплуата-
ции на базе.

а) Крановое устройство.

Амортизация кранов $1000 \times 8 \times 0,20 = 1600$ р.Аренда тельфера $380 \times 8 = 3040$ »Устройство кранов. пути $560 \text{ п. м.} \times 1 = 560$ »Амортизация рельс $\frac{560 \times 2,57}{5} = 288$ »Стоимость прогонов $560 \times 2 = 1120$ »

Итого 6608 »

б) Эксплуатация $16371 \times 2 = 32.742$ р.А всего: $32742 + 6608 = 39.350$ »что на 1 м^3 туфа составляет $39350 : 43155 = 0,91$ »3. Стоимость горизонтального транс-
порта.

а) Устройство пути 6 км.

Полотно-земляные работы $6 \times 500 \times 0,50 = 1500$ р.Укладка пути $6000 \times 0,50 = 3000$ »Укладка стрелок $40 \times 10 = 400$ »Стоимость шпал $1500 \times 6 \times 0,30 = 2700$ »Разборка пути $= 4000$ »

Итого 11600 »

Амортизация рельс $6000 \times 2,57 \times 0,2 = 3084$ р.То же стрелок $40 \times 150 \times 0,2 = 1200$ »То же подвижн. состава $85 \times 150 \times 0,2 = 2550$ »

Итого 6834 »

Содерж. лош. с возчиком $30 \times 9 \times 2105 = 6700$ р.Амортизация лошадей $= 2400$ »

Итого 59100 »

Ремонт пути $12 \text{ раб.} \times 2 \times 210 = 5040$ р.Десятник $1 \times 150 \times 8 = 1200$ »

Итого 6240 р.

Накладные 20% $= 1248$ р.

Итого 7488 р. кругло. 7500 р.

А всего $11600 + 6834 + 59100 + 7500 = 85000$ р.Ремонт подвижного состава $30 \times 50 = 1500$ »

Полная стоимость 86500 »

Перевозке подлежит 150450 т. — »Стоимость перевозки $1 \text{ т.}: 86500 : 150450 = 0,58$ »Стоимость перевозки 1 куб. м. ту- фа: $0,58 \times 1,12 = 0,65$ »

4. Работа кранов Кайзера.

а) Путевое устройство 3600 м

Каждый кран имеет 100 м. пути.

Шпалы $0,15 \times 0,24 \times 3,5 \times 42 \times 100 = 529$ р.

Срок службы — 3 года — один год 176 р.

 $3,1 \times 500 \times 0,5 = 25$ »Укладка пути 100 п. м. Чернорабочие $20 \times 2 = 40$ р.Плотники $5 \times 3,5 = 17,5$ »Дорожн. мастер. $1 \times 5 = 5$ »

62,5 р.

Накладных 20% 12,5 р.

Итого 75 р.

Разборка пути $75 \times 0,75 = 56$ р.

Устройство поворотных кругов

 $\frac{20 \times 50}{3400} \times 100 = 30$ »Их разборка $= 23$ »Амортизация рельс $9 \text{ км} \times 100 \times 0,16 \times$ $\times 0,20 = 25$ »А весь путь на 7 кранов $(200 + 25) 7 +$ $+ (25 + 75 + 56 + 30 + 23) \times 36 = 9100$ »

б) Крановое устройство.

Аренда крана и монтажных мачт

 $7 \times 17,24 \times 210 + 3 \times 1,6 \times 210 = 26350$ р.

Монтаж кранов и разборка их

 $5 \times 5 \times 4 \times 2 \times 7 \times 1,2 = 1680$ »

Итого 28030 р.

в) Эксплуатация кранов.

Электроэнергии на 1 т $0,085 \times 3 = 0,26 \text{ кг} = 6 \text{ м}$ Краны поднимают $48334 + 30600 = 78.934 \dots 79000$ т

Для чего потребуется

 $79000 \times 0,26 = 20.540 \text{ кг}$ $20.540 \times 0,072 = 1.478 \text{ р.}$

Смазки $7 \times 210 \times 1$ =1470 р.
 Мотористов $7 \times 2 \times 4 \times 210 \times 0,5$ =5880 »
 Чернорабочих $7 \times 2 \times 210 \times 0,5$ =2940 »
 (из расчета 2-х смен.)

Итого 11768 р.
 А всего $9520 + 28030 + 11768$ =49318 »

На одну тонну $49318 : 79000$ =0,62 р.
 На 1 м^3 туфа $0,62 \times 1,12$ =0,69 »

Полная стоимость для 1 м^3 туфа
 франко место укладки: $0,44 +$
 $+ 0,91 + 0,58 \times 1,12 + 0,69$ =2р.68к.

5. Стоимость доставки туфа от железнодорожной колеи до базы, франко место укладки.

Расходы по этой доставке вошли в предыдущий параграф в статью горизонтального транспорта. Поэтому затраты, связанные с протяжением пути, надо взять в соответствующей пропорции. Общее протяжение 6000 м. Протяжение базисных путей 1000 км. Таким образом эти затраты будут в 6 раз меньше затрат, производимых на общее протяжение.

Путевые расходы $\frac{11600 + 6834 + 7500}{6} \times$
 $\times 1 = \frac{25934}{6}$ 4322 р.

Содержание лошади с возчиком
 $5 \times 9 \times 210$ 9450 »
 Амортизация лошадей $5 \times 400 \times 0,08$. 160 «
 Ремонт вагонеток 5×50 250 »
 А всего 14182р.

Стоимость перевозки
 1 м^3 туфа $14182 : 43155$ 0,33 р.

6. Стоимость под'ема материалов укосиной.

Определение этой стоимости необходимо произвести для сравнения стоимости стен из туфа и кирпича, в предположении, что кирпич поднимается укосиной.

Для под'ема 6 коз = 100 шт. кирпича на платформе укосиной нужно иметь лебедку в 7,5 HP = 5,5 kW. а из сети 6,6 kW.

Скорость под'ема 0,3 м в 1 сек. Под'ем на 6 м и спуск на 6 м потребует 12:0,3=40 сек.

Установка 6 коз и их снятие — 6 мин., всего на поднятие 100 шт. кирпича надо затратить 6 мин. 40 сек. с простоями 7 мин. За две смены будет поднято

$\frac{14 \times 60}{7} \times 100 = 12000$ кирпича.

Затраты:
 Мотористов $2 \times 4 \times 1,2$ =9,06 р.
 Смазки =0,50 »
 Энергии $\frac{6,5 \times 40 \times 120}{60 \times 60} \times 0,072$ =0,63 »
 Итого 10,73 р.

Устройство навеса для лебедки, монтаж лебедки и разборка ее, устройство мачты и навеска укосины, а также разборка

$\frac{100}{30}$ = 3р. 30к.

предполагая, что укосина работает с одного места 30 дней.

Амортизация лебедки с электромонтером $2250 \times 0,20$ = 450 р.
 180 = 2р. 50к.

Предполагается, что лебедка работает 180 дней в год.

А всего $10,73 + 3,30 + 2,50$ = 16 » 53 »

Стоимость под'ема 1000 шт. кирпича
 $16,53 : 12$ = 1,40 р.

ВЫВОДЫ.

Подсчеты к сравнительной стоимости различного вида стен.

1. По Днепрострою.

1. Стоимость туфа фр. ст. Кичкас 13 р. 50 к. + (19 р. 74 к. $\times 1,12$) (об'емн. вес 1 м^3) 35,60 р.

2. Стоимость выгрузки туфа из вагонов в вагонетки м^3 0,44 »
 Операции по разгрузке и укладке на базисном складе м^3 0,91 »

3. Горизонтальный транспорт в среднем 625 м с подвозкой к крану Кайзера всех материалов за 1 т 0,58 »
 Туфа м^3 0,69 »

4. Под'ем туфа на необходимую высоту (наибольшая высота 10,4 м) с подводкой блока точно на требуемое место, а равно и др. тяжелых материалов (балки, лес) за 1 т. Туф за 1 м^3 0,62 »
 Туф за 1 м^3 0,69 »

5. Стоимость туфа франко—место укладки $35,60 + 0,44 + 0,91 + 0,69$ за 1 м^3 37,64 »
 А при стене толщин. 40 см за 1 м^3 15,00 »

6. Раствора идет на 1 м^3 стены толщиной 40 см при толщине швов 10 м с учетом потери, исходя из 12 м^3 (3 \times 4) стены $5 \times 0,40 \times 3 + 12 \times 0,80 \times 0,40 = 9,84 \text{ м}^3$ Об'емом $9,84 \times 0,01 = 0,0984 \text{ м}^3$, а на 1 м^2 $0,0984 : 12 = 0,008$

7. Стоимость раствора 1:1:6—за 1 м^3
 Каменщиков $0,103 \times 2,45 \times 1,20$ 0,30 р.
 Рабочих $1,68 \times 1,93 \times 1,20$ 3,88 »
 Цемента $249 \times 0,037 \times 1,01$ 9,29 »
 Извести $99 \times 0,02 \times 1,01$ 2,00 »
 Песку $1,06 \times 1,55 \times 1,01$ 1,65 »

Округляя 17 р.—к.

8. Стоимость раствора на 1 м^2 стены $0,008 \times 17,00$ =0,14 р.

9. Стоимость 1000 кирпича франко укладка.

Стоимость 1000 кирпича франко Кичкас 40 р.—к.
 Выгрузка на склад с относной 30 м $2,50 \times 1,93 \times 1,20 : 4$ 1,45 р.

Нагрузка на вагонетки и горизонтальный транспорт до 625 м при весе 1000 шт. стандартного кирпича в $3,40 \times 0,58$ 1,97 »

- Подъем на укосинах 1,40 р.
 Подноска с погрузкой на плат-
 формы и от платформы до места
 укладки 30 м и 30 м $0,21 \times 1,93 \times$
 $\times 1,25 \times 3,40 \times 1,20 \times 2$ 2,40 »
 1000 штук 47 р. 22 к.
10. Стоимость 1 м² стены в 2 кирпича
 на растворе 1:1:6.
 Каменщиков $0,58 \times 2,45 \times 1,25$ 1,70 р.
 Кирпича $0,206 \times 1,05 \times 47,22$ 10,20 »
 Раствора $0,125 \times (1,700 + 2,50 \times 0,82)$ 2,38 »
 За 1 м² 14 р. 28 к.
11. Расшивка швов цементным
 раствором 1:4.
 Каменщиков $(0,09 + 0,008 \times 0,206) \times$
 $2,45 \times 1,20$ 0,29 р.
 Рабочих $1,235 \times 0,008 \times 1,93 \times 1,20$ 0,02 »
 Цементу $375 \times 0,037 \times 1,01 \times 0,008$ 0,11 »
 Песку $1,30 \times 1,55 \times 1,01 \times 0,008$ 0,02 »
 За 1 м² стены 0,44 р.
12. Оштукатурка каменных стен из-
 вестковым раствором с одной
 стороны.
 Штукатуров $0,17 \times 2,45 \times 1,20$ 0,50 р.
 Рабочих $1,372 \times 0,018 \times 1,93 \times 1,20$ 0,06 »
 Извести $221 \times 0,03 \times 1,01 \times 0,018$ 0,12 »
 Песку $1,04 \times 1,55 \times 1,01 \times 0,018$ 0,03 »
 За 1 м² 0,71 р.
13. Укладка камней арктического туфа
 применительно § 398 на 1,25 камня.
 Каменщиков $0,033 \times 2,45 \times 1,20 \times$
 $\times 1,25$ 0,12 р.
 Рабочих $0,028 \times 1,93 \times 1,20 \times 1,25$ 0,08 »
 На 1 м² 0,20 р.
- Итого стоимость 1 м² стены из
 туфа: $14,00 + 0,14 + 0,20$ = 14 р. 34 к.
14. Укладка балок в перемишки и
 проемы.
 № 18— $40,00 + 7,95 + (38,40 + 63,60 +$
 $+ 76,80) \times 3$ 12,324 кг.
 № 14— $22,80 + (77,44 + 57,60) \times 3 +$
 $+ 14,40 + 7,20 \times 2 + 10,50 + 11,10$ 6,864 »
 Итого 19,188 кг.
- Стоимостью.
 Каменщиков $0,003 \times 2,45 \times 1,20 \times$
 $\times 19,188$ 170 р.
 Рабочих $0,003 \times 1,93 \times 1,20 \times 19,188$ 135 »
 Балок $0,14 \times 19,188 \times 1,01$ 2705 »
 Итого 3010 р.
- При 2000 м³ кладки около 1 р. 50 к.
 на 1 м³ стены.
- II. По гор. Москве.
1. Стоимость 1 м³ арктического туфа
 франко—станция Москва=13 руб.
 $50 \text{ к.} + 23,70 \times 1,12$ 40 р. —к.
2. Стоимость в г. Москве 1 м³ рас-
 твора 1:1:6 27 р. 78 к.
- Каменщиков $0,103 \times 2,14 \times 1,20$ 0,25 р.
 Рабочих $1,604 \times 1,68 \times 1,20$ 3,24 »
 Цементу $249 \times 0,05 \times 1,01$ 12,57 »
 Песка $1,06 \times 8,05 \times 1,01$ 8,56 »
 Извести $99 \times 0,03 \times 1,01$ 3,00 »
 Рабочих на гашение $0,08 \times 1,68 \times 1,20$
 Итого 27,78 р.
3. Расшивка швов.
 Каменщиков $(0,09 + 0,206 \times 0,08) \times$
 $\times 2,14 \times 1,20$ 0,25 р.
 Рабочих $1,235 \times 1,68 \times 0,008 \times 1,20$ 0,03 »
 Цементу $375 \times 0,05 \times 0,008 \times 1,01$ 0,15 »
 Песка $1,00 \times 8,00 \times 0,008 \times 1,01$ 0,06 »
 За 1 м² 0,49 р.
4. Штукатурка известковым рас-
 твором.
 Штукатуров $0,17 \times 2,37 \times 1,20$ 0,48 р.
 Известкового раствора $0,018 \times 17,85$ 32 »
 Итого 0,80 р.
5. Известковый раствор 1:2½.
 Рабочих $1,372 \times 1,68 \times 1,20$ 2,76 р.
 Извести $221 \times 0,03 \times 1,01$ 6,69 »
 Песка $1,04 \times 8,00 \times 1,01$ 8,40 »
 За 1 м³ 17,85 р.
6. Теплый бетон состава 1:3:3:3.
 Рабсила с подъемом и укладкой
 $5 \text{ руб.} \times 1,20$ 6,00 р.
 Цементу $172 \times 0,05 \times 1,01$ 8,63 »
 Гравия $0,173 \times 14,00 \times 1,01$ 2,44 »
 Песка $0,18 \times 8,00 \times 1,01$ 1,45 »
 Гранулир. шлак $0,381 \times 14,00 \times 1,01$
 Котельн. шлак $0,362 \times 8,00 \times 1,01$ 2,92 »
 Пемзы $0,362 \times 27,00 \times 1,01$ 9,86 »
 За 1 м³ 36,63 р.
7. Штукатурка теплого бетона сме-
 шанным раствором.
 Штукатуров $0,17 \times 1,18 \times 2,37 \times 1,20$ 0,52 р.
 Смешанного раствора $0,018 \times 27,78$ 0,50 »
 За 1 м² 1,02 р.
8. Опалубка стены.
 Плотников $0,132 \times 2,37 \times 1,20$ 0,32 р.
 Досок 1 дм. $0,018 \times 40,00 \times 1,01$ 0,73 »
 Четвертин $0,01 \times 30,00 \times 1,01$ 0,30 »
 Гвоздей 0,04 »
 Проволоки 0,07 »
 За 1 м² 1 р. 46 к.
9. При теплом бетоне необходимо
 сделать обвязки и жесткие рас-
 парки:
 обвязки $m \ 750 \times 3 \text{ прута} = 2,5 m =$
 $= 550 \text{ р.} + \text{холодный } 1:2:4 \text{ бе-}$
 $\text{тон в обвязках и распорках}$
 $37 \text{ м}^3 \times 5 \text{ р.} = 185 \text{ руб.}$, а всего
 около 735 руб. или на 1 м² 0,40 р.
10. Переброски туфа на базисном
 складе согласно расчета—за 1 м³ 0,35 »
11. Транспорт по городу—3 р. 50 к.
 за 1 тонну, а за 1 м³ туфа 3 р. 92 к.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Введение	3
I. Краткие характеристики месторождений туфовой лавы в Артике.	
1. Геологический очерк	10
2. Детальная разведка под Артиком	14
3. Петрографическая характеристика	19
4. Запасы вулканической туфовой лавы	20
5. Разработка месторождений арктической туфовой лавы	21
6. Утилизация отходов при добыче и обработке арктического туфа	28
II. Физико-механические свойства арктической туфовой лавы.	
1. Химический состав вулканической туфовой лавы; 2. Удельный вес; 3. Твердость; 4. Объемный вес; 5. Цвет; 6. Пористость; 7. Влагоемкость; 8. Гигроскопичность; 9. Огнеупорность; 10. Морозостойкость; 11. Стойкость выветриванию туфовой лавы; 12. Сопротивление сжатию и изгибу; 13. Термические свойства; 14. Влагопроницаемость; 15. Воздухонепроницаемость; 16. Звукопоглощаемость	32—47
III. Полезные свойства арктической туфовой лавы в технике строительства	47
IV. Продукции и стандарты арктического туфа	55
V. Арктические туфовые лавы в истории строительства памятников архитектуры Армении.	
1. Памятники архитектуры	63
2. Материал и строение	68
3. Материал и обработка	72
4. Стенной бетон	74
VI. Значение арктической туфовой лавы среди каменных строительных материалов	81
VII. Общие положения при кладке стен из туфовой лавы	86
VIII. Конструкция частей здания из арктической туфовой лавы	
1. Несущие стены	89
2. Каркасные стены	89
3. Стены из камней в виде бута	106
4. Перегородки	108
5. Отдельно стоящие опоры из камней арктического туфа	111
6. Перемычки	114
7. Междуетажные перекрытия и полы	116
8. Туфовые плоские кровли	117
9. Железо, бетон и туфовая лава	120
IX. Применение арктического туфа в укрупненном строительстве и механизация работ	123
1. Объем строительства и характеристика построек поселка	126
2. Организация работ	126
3. Разгрузочные и погрузочные приспособления	129
4. Внутростроечный горизонтальный транспорт	130
5. Вертикальный подъем грузов	131
6. Производство работ	131
а) Фундаменты; б) Стены; в) Внутренняя отделка	133
X. Экономика применения туфа в различных районах.	
1. Сравнительная стоимость и удешевление строительства из арктического туфа	134
2. Районы применения арктического туфа	140
Приложения: 1-е. Стоимость провоза 1 вагона (18 тонн) туфа от ст. Артик	146
2-е. Результаты испытаний арктического туфа	148
3-е. К вопросу об использовании арктического туфа, как гидравлической добавки при цементных и смешанных известково-цементных растворах	148
4-е. Пояснительная записка к проекту организации работ по постройке гражданских сооружений из туфа на примере Днепростроя	156

ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МИНЕРАЛОГИИ

МОСКВА, «17», Пыжевский 7. Телефон В-1-50-52.

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ:

- Инж. В. П. Некрасов.**—Материалы для стен и заполнений. М. 1930. 56 стр. Цена 60 к.
- Инж. А. С. Шахмурадов.**—Цветная металлопромышленность САСШ за последние годы. Москва. 1930. 88 стр. с 35 тыс. и чертежами. Цена 2 руб.
- Инж. Р. М. Михайлов.**—Пемзовые строительные материалы. Москва. 1930. 186 стр. с 113 рис. и черт. Цена 2 руб. 50 коп.
- Инж. Р. М. Михайлов.**—Пустотелый красный кирпич. Москва. 1930. 109 стр. с 67 рис. и черт. Цена 1 руб. 60 коп.
- Горн. инж. Н. В. Левенец.**—Механизация добычи Арктического туфа. М. 1930. 56 стр. с 20 рис. и черт. Цена 75 коп.
- И. Я. Башилов.**—Редкие элементы и их использование. Москва. 1930. 150 стр. с 16 рис. Цена 1 руб. 50 коп.
- Д. Г. Числиев.**—Арктические строительные туфовые лавы. Москва. 1930. 120 стр. с 48 рис. и черт. Ц. 1 руб. 80 коп.
- Н. И. Красильников.**—Прядение из чистого асбеста. М. 1930. 32 стр. с 12 рис. Ц. 50 коп.
- Ф. Эго, Н. Федоровский, И. Леонгард и Н. Берлинг.**—Организация промышленности неметаллических ископаемых и перспективы ее развития. Москва. 1930. 56 стр. с 1 рис. Ц. 50 коп.
- А. А. Иванчин-Писарев.**—Месторождения Арктической туфовой лавы. М. 1930. 96 стр. с 40 рис. и черт. 3 вклад. карты. Ц. 1 р. 20 к.
- Коррозия металлов.**—Сборник статей под ред. проф. Н. А. Изгарышева и П. К. Гопольницкого. М. 1931. 391 стр. с 314 рис. и черт. Ц. 4 р.
- А. Н. Крестовников.**—Огневые способы получения металлов и их соединений из газовых фаз и газо-коллоидных состояний. М. 1931. 35 стр. с 18 рис. Ц. 50 к.
- Н. М. Федоровский.**—Борьба за недра. М. 1931. 144 стр. с 62 рис. Ц. 2 р.
- Инж. Я. Л. Линков.**—Определение некоторых показателей встречающихся при распиловке талькового кирпича. М. 1931. 13 стр. с 9 рис. Ц. 15 к.
- Инж. Н. К. Скаковский.**—Ларское м-ние кровельных сланцев. М. 1931. 68 стр. с 39 рис. Ц. 1 руб.
- Проф. Н. М. Федоровский.**—Промышленность неметаллических ископаемых на третий год пятилетки. М. 1931. 52 стр. с 8 рис. и 1 вкл. картой. Ц. 40 к.
- Н. М. Федоровский и Е. И. Озолин.**—Импорт минерального сырья. Москва 1931. 32 стр. Ц. 50 коп.
- А. И. Онезорге.**—Открытые работы в горном деле. М. 1931. 63 стр. с 13 рис. Ц. 80 к.
- М. В. Едемский.**—Гипсы Северного края. М. 1931. 40 стр. с 16 рис. и 1 вкл. картой. Ц. 90 к.
- Р. И. Спицын и О. М. Гвоздева.**—Хлорирование окислов и природных соединений. М. 1931. 64 стр. с 2 рис. Ц. 1 р.
- М. И. Койфман.**—Кровельные сланцы побережья Черного моря. М. 1931. 192 стр. с 85 рис. Ц. 2 р. 50 к.
- Инж. А. А. Брюшков.**—Газо- и пено-бетоны. М. 1931. 38 стр. с 5 рис. Ц. 50 к.
- Инж. П. С. Ковалев.**—Месторождения медных руд Катанги и Северной Родезии. М. 1931. 76 стр. с 15 рис. Ц. 60 к.

Перечисленные издания продаются во всех магазинах

КНИГОЦЕНТРА

и в редакции журнала МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ.

МОСКВА, 17, Пыжевский пер. 7. Тел. В-1-50-52.

БИБЛИОТЕКА

Ин-та
1933

292