

Арктический туф как строительный материал

Индустриальное и жилищное строительство СССР предъявляет значительные требования на строительные материалы. Производство кирпича, на котором, главным образом, базируется теперешнее строительство центра, не дает успокоительных перспектив. В настоящее время кирпич является остро дефицитным товаром, и для того чтобы довести его производство до потребных размеров, необходимо сделать весьма значительные затраты на постройку новых заводов и вложить для их работы крупные оборотные средства с крайне медленным оборотом. Все элементы себестоимости кирпича не дают надежд на заметное снижение цен в ближайшем будущем. В настоящее же время положение таково, что является выгодным доставлять кирпич железной дорогой с Украины.

Такое положение, естественно, возлагает на силикатную промышленность крупную и ответственную задачу по выработке или подысканию новых искусственных или естественных строительных материалов, способных заменить кирпич и тем смягчить его дефицитность. В этом направлении исследовательскими институтами ведется ряд научных работ как по выработке искусственных строительных материалов, так и по испытанию некоторых естественных пород, которые по своей стоимости могут конкурировать с местным кирпичом, т.е. добыча и транспорт которых не представляет значительных затруднений.

Из естественных строительных материалов особенно интересными для строительной техники являются некоторые вулканические туфовые породы.

Вулканические туфы, являясь продуктами вулканических извержений, представляют собою породы мягкие, весьма пористые, легкие и вместе с тем необычайно стойкие в отношении выветривания. Как строительные материалы они известны с глубокой древности и использовались в местах своего залегания иногда для очень ответственных сооружений. Примером такой постройки можно привести тоннель через холм Позиллипо, соединяющий Неаполь и Фуоригрота, длиной около 1 км, построенный девятнадцать веков тому назад; отвесные стены его высотой до 7 м и в настоящее время не показывают признаков разрушения. В Германии постройки из туфов насчитывают до 1.000 лет и хорошо сохранились до нашего времени.

По своим свойствам вулканические туфы весьма разнообразны; временное сопротивление некоторых из них достигает до 140 кг на 1 кв. см; коэффициент пористости — до 60% по объему; морозоустойчивость весьма значительна; порода мягка и прекрасно поддается обработке.

Из подобного рода пород большой интерес возбуждает в настоящее время так называемый „арктический туф“ — туф из района с. Артика,

находящегося в 25 км от г. Ленинакана в Армении. Месторождение расположено на склонах потухшего вулкана Алагеза или Арагаца. Потоки лавы этого вулкана заполняют площадь около 120 кв. км и доходят на юге до Аракса, на западе до Карса и на севере до Ленинакана.

В окрестностях Артика имеются две церкви, построенные из местного туфа еще в VII и IX вв. Несмотря на свыше тысячелетний возраст как наружные стены, так и богатые украшения прекрасно сохранились; не изменился даже цвет породы. Климат этого района отличается резкими колебаниями температуры и суровостью — зимой морозы доходят до -35°C ; это обстоятельство показывает, насколько устойчива рассматриваемая порода в отношении выветривания.

Выдвинутый в самое последнее время, как материал для восстановления пострадавшего от землетрясения г. Ленинакана, арктикский туф



Сооружение IX в. из туфа.

своими прекрасными качествами возбудил всеобщее внимание и как материал, могущий быть использованным даже в центре.

Образцы туфа были направлены научно-исследовательским институтам сооружений, прикладной минералогии и тепло-техническому для всестороннего исследования. В результате испытаний установлены его следующие физико-технические свойства:

- 1) объемный вес около 1.000 кг/куб. м; этот вес приближается к твердым породам леса (дуб) и почти вдвое меньше кирпича (1.700—1.800) и бетона (2.000—2.200);
- 2) истинный удельный вес материала — 2,56;
- 3) коэффициент пористости около 60% по объему (для известняка 25%);
- 4) прочность — временное сопротивление сжатию от 79,5 до 89,91, в среднем 85,69 кг на 1 кв. см при прочности кирпича 80—100 и шлакобетона 30—75 кг на 1 кв. см;
- 5) коэффициент теплопроводности — 0,265 калорий/м. час. град. (для кирпичной кладки — 0,70, для дерева в деле — 0,15).
- 6) температура плавления около 1.100°C (базальты — 900°C ; глины — $1.000—1.700^{\circ}\text{C}$);
- 7) водопоглощаемость: при погружении в воду впитывает по весу 37,8%, при кипячении — до 59,13%;
- 8) гигроскопичность чрезвычайно ничтожная: абсолютно сухой образец во влажной атмосфере (100%) впитывает в течение 48 час. по весу 0,3% влаги;

9) морозостойкость — в лабораторных испытаниях выдержал до настоящего времени до 14 замораживаний и оттаиваний — результаты вполне благоприятные;

10) сопротивление на стираемость незначительно, но при пропитке цементом оно значительно повышается.

В общем, оценка институтами дана очень высокая; строительные свойства арктикского туфа признаны чрезвычайно ценными.

Арктикский туф благодаря своей легкости, мягкости и вязкости чрезвычайно удобен при постройках. Его можно распиливать простой ручной пилой; из него можно выпилить тонкие плиты, годные для перегородок и крыши. Пригонка камней производится просто притиркой плоскостей. Камень можно склеивать столярным клеем не только с камнем, но и с деревом; его можно приколачивать гвоздями. Он легко подобно дереву поддается самой тонкой обработке; из него можно выработать сложнейшие орнаменты, формы, трубы на простом токарном станке. Он прекрасно воспринимает всякого рода шпаклевку, окраску, оклейку фанерой, пропитку различными изолирующими составами и поливами.

При самой постройке он дает крупные преимущества: сама кладка производится крупными шутками, что дает экономию как в работе, так и в цементирующих растворах; при известной степени стандартизации сводит потребность в квалифицированной рабочей силе до минимума, так как сборка в высокой степени проста; применение дерева при такой постройке может быть почти исключено и постройка получится огнестойкой. Не требуется обязательной штукатурки и, благодаря слабой гигроскопичности, постройка получается сразу сухой без особой выдержки. В общем, в постройке объем стен при арктикском туфе уменьшается против кирпичных в два раза, а вес — в три.

Запасы этой породы значительны. Хотя до настоящего времени геологически разведаны только два небольших смежных района — Артика и Махмуджуха Сонгурлинского, общее количество запасов в них ориентировочно определяется в 230.000.000 куб. метров. Каждый кубический метр туфа в постройке заменяет около 500 кирпичей, так что запасы следует признать колоссальными даже в союзном масштабе.

Туфовые лавы арктикского типа залегают сплошными массами и выходят почти на поверхность; поэтому разработка их не создает значительных затруднений. Они довольно однородны и только местами,



Орнамент из туфа (памятник VII в.).

в верхней части встречается более твердые разновидности, которые также при разработке могут быть использованы как ценный материал. Характер залеганий, например, в Артекском районе, наиболее разведанном, таков: мощность туфов высокого строительного качества достигает 7—10 и до 20 метров и равняется в среднем 13—14 метрам.

На ряду с туфами, разведками обнаружены месторождения пемзы и легких вулканических шлаков, имеющие также строительное значение.

Разведки и геолого-исследовательские работы производятся Институтом прикладной минералогии при участии геолога Академии наук П. И. Лебедева. Работы еще не окончены, но и предварительных данных совершенно достаточно, чтобы признать месторождение вполне благонадежным и приступить к постройке железнодорожной ветки и к организации промышленной разработки. Дальнейшие более детальные разведки точнее определяют запасы и помогут установить наиболее рациональные методы добычи.

Организованная в настоящее время добыча опытных партий туфа для образцовых построек в Ленинкане, Москве и других городах производится крайне примитивно. Выпика ведется вручную и обходится 12 руб. за куб. метр. Вследствие применения кустарных методов работы и отсутствия стандартов получается до 60% отходов. Далее, доставка до Ленинкана ближайшей железнодорожной станции, на расстояние 25 км производится тузем и обходится чрезвычайно дорого — почти до 20 руб. за куб. метр при крупных камнях.

С переходом на промышленную добычу предполагается полная реорганизация выработки и транспорта. Намечена постройка железной дороги до Ленинкана, протяжением 31 км, которая позволит при обороте в 300 тыс. куб. метров породы в год доставлять ее до Ленинкана по цене 65 коп. за куб. метр при отнесении всех амортизационных и эксплуатационных расходов только на туф. Значение этой ветки велико, даже если распространение туфа ограничится одним г. Ленинканом и ближайшими районами вплоть до г. Тифлиса, где, как мы увидим ниже, применение туфа даст до 50% экономии по сравнению с кирпичом. Постройка ветки намечена в сумме 3,6 млн. руб. и утверждена постановлением СТО от 31 августа 1928 г. Окончание ветки предусматривается планом к августу 1929 г.

В отношении техники добычи предполагается полная реорганизация и замена ручной работы механизированной. Все работы электрифицируются и вводятся канатные пилы, дающие вообще высокий коэффициент производительности, особенно при такой мягкой породе, как туф. Выпика будет производиться крупными плитами до 5 метров, которые потом будут распиливаться на камни стандартного размера площадью 1 кв. метр, толщиной 40 см.

Вследствие благоприятных условий залегания породы (близость к поверхности, значительная мощность), высокой производительности механических приспособлений и самих свойств породы (мягкость, легкость), добыча не представит затруднений и обойдется значительно дешевле.

Эта стоимость механизированной добычи ориентировочно определяется в 2—3 руб. на куб. метр породы на месте погрузки в вагоны. Если при этом принять во внимание, что 1 куб. метр породы может за-

менить почти 500 кирпичей, то станет очевидным, какую значительную потенциальную конкурентоспособность будет иметь артекский туф на рынке строительных материалов; весь вопрос в транспорте, стоимость которого определит границы распространения артекского туфа.

В этом отношении крайне благоприятны свойства туфа — его легкость и малая теплопроводность; благодаря легкости перевозка для одного и того же объема постройки потребует в 2 раза меньше вагонов, чем для кирпича; благодаря меньшей теплопроводности является возможным уменьшить объем стен сравнительно с кирпичными.

Из рынков сбыта необходимо отметить, в первую очередь, ближайшие районы, расположенные по железным дорогам и ближайшие порты Каспийского и Черного морей, открывающие для туфа возможность дешевых морских перевозок. В таких районах артекский туф, благодаря

незначительной стоимости провоза, будет являться наиболее дешевым материалом. Конечно, из этих районов должны быть исключены такие, которые удалены от железнодорожной линии и где имеются местные естественные материалы, пригодные для небольших построек, как, напр., известняки, песчаники и др. Но и там для крупных и ответственных построек артекский туф будет более целесообразен вследствие более высоких строительных свойств.

К ближайшим рынкам с железнодорожным сообщением относятся районы, расположенные по железной дороге Джульфа — Тифлис; сюда принадлежит в первую очередь разрушенный Ленинкан и дальнейший район до Тифлиса включительно. Пропускная способность этого участка на первое время достаточна. По линии на Джульфу с окончанием линии Джульфа — Баку продвижение туфа будет возможно непосредственно на Баку.

Приведем расчеты стоимости туфа на 1 кв. метр наружной стены для некоторых из ближних пунктов и сравним выгодность его с кирпичом, при чем в расчете туфовая стена принимается оштукатуренной, а кирпичная — неоштукатуренной; заводская цена кирпича принимается 30 рублей за тысячу при наиболее дешевом растворе. Результаты сравнения, согласно данным Института сооружений, получатся следующие.

Стоимость провоза 1 куб. метра туфа (точнее 1 тонны туфа) определяется от места разработки до Тифлиса (при расстоянии 244 км) 4 р. 78 к.; до Эривани (185 км) — 4 р. 14 к.; до Баку (759 км) — 7 р. 88 к.



Разработка туфа.

Стоимость 1 кв. метра стены

	Оштукатур. наружн. стены из туфа тол- щиной в 40 см	Кирпичной стены в 2,5 кирпича	Экономия
Для Тифлиса . . .	9,50	20,50	50% ₀
Для Баку	11,50	20,50	45% ₀

К портам для вывоза туфа относится в первую очередь Батум, по- том Баку.

Через Батум возможно будет снабжать побережье Черного¹ моря с Днепром, Доном и далее Донбассом. В этом направлении наиболее узким местом сейчас является Сурамский перевал на перегоне Тифлис— Батум. В настоящее время ведутся работы по электрификации перевала, а также проводится нефтепровод Хашура—Батум. Окончание работ намечено в 1930/31 г. Оба эти мероприятия усилят пропускную способ- ность перегона и откроют выход крупным количествам туфа на Батум.

Не следует также упускать из виду возможность экспорта туфа за границу.

Таким образом, направление на Батум имеет для туфовой промыш- ленности наибольшее значение, и при дальнейшем развитии дела возможно встанет вопрос о проведении более короткой линии из г. Ленинакана на Батум, вдоль турецкой границы.

Через Баку будет возможно снабжение побережья Каспийского моря и—по Закаспийской дороге—Туркестана. С перегрузкой в Астрахани туф может обслуживать Поволжье с продвижением далеко на север. К неудобствам этого направления для центра следует отнести: двойную перегрузку, сезонность перевозки, а также недостаточность морского и речного транспорта.

Перейдем теперь к рассмотрению возможности снабжения централь- ных пунктов СССР, где кризис в строительных материалах дает себя чувствовать наиболее остро. В настоящий момент положение в центре для туфа весьма благоприятно и, в случае успешного развития туфовой промышленности, оно может остаться благоприятным и для будущего времени. Поэтому вопрос снабжения центра туфом имеет особо важное значение.

Остановимся сначала на расчетах для настоящего момента и потом перейдем к перспективам на будущее.

Снабжение центральных пунктов СССР возможно через Батум — морем до Ростова и дальше железной дорогой через Козлов до Москвы и прямым бесперегрузочным железнодорожным путем через Баку — Дер- бент и т. д.

Направление через Батум имеет много слабых сторон и едва ли, в конце концов, даст реальные преимущества; здесь, вероятно, придется встретиться с недостаточностью морского транспорта вследствие загру- женности его перевозкой марганцевой руды и ожидаемым потоком твар- чельского каменного угля; двойная перегрузка (в Батуме и Ростове) по- требует усиления портового оборудования и обойдется дорого; кроме того,

¹ Необходимо отметить, что на всем Крымском побережье и далее до Одессы арктический туф встретит серьезного конкурента в виде дешевого местного строитель- ного известняка.

вследствие разрывов железнодорожного и морского сообщений (при не- прерывности первого и сезонности второго) потребуется создание значи- тельных промежуточных складов; наконец, сам по себе туф может явиться невыгодным для морских судов вследствие большого удельного объема. Поэтому основным направлением для центра следует признать непрерыв- ный железнодорожный путь.

Стоимость доставки туфа в Москву смешанным путем через Батум морем до Ростова и т. д., включая сюда не только железнодорожный и морской фрахт, но и перегрузку, по произведенным предварительным подсчетам определяется в 22 руб. за куб. метр, при чем в расчет при- няты обычно существующие железнодорожные и морские тарифы.¹ Стои- мость 1 куб. метра туфа в Москве при этих условиях определяется при- близительно в 24 руб. франко-вагон.

Степень выгодности туфа при такой стоимости в сопоставлении с кирпичной кладкой иллюстрируется следующим расчетом, приводимым Институтом сооружений, где стоимость кирпича на постройке принята в 65 руб. за 1.000 штук.

Стоимость 1 кв. метра стены

В 2,5 кирпича при цене 65 р. за 1000	28 р. 55 к.	100% ₀
Из арктиского туфа в 40 см толщины	19 „ 50 „	68,2% ₀

Стоимость 1 кв. метра переборки

Из 2,5" досок с оштукат. с 2 стор.	9 р. 24 к.	100% ₀
Из арктиского туфа в 10 см толщины	6 „ 07 „	65,7% ₀

Таким образом, при стоимости кирпича франко—постройка 65 руб. и существующих тарифах получается значительная экономия, не считая других преимуществ арктиского туфа, как-то: его безопасность в пожар- ном отношении, большую устойчивость, сухость помещения непосред- ственно после постройки и т. д.

Благодаря этому при современной кон'юнктуре рынка строительных материалов для туфа в центре открываются широкие возможности и же- лательно использование его в максимальном количестве в предстоящем строительстве.

Перейдем теперь к перспективам снабжения центра туфом в бу- дущем.

Основным прямым железнодорожным путем для центрального района является в настоящее время линия Ленинакан — Тифлис — Баку — Москва, имеющая длину около 3.250 км. При настоящем состоянии грузооборота без дополнительных затрат и усиления провозоспособности, по данным НКПС, этим направлением возможно перебросить до 600.000 тонн туфа в год, количество эквивалентное 300 млн. кирпичей. Дальнейшее уве- личение пропускной способности потребует значительных средств.

Среди возможностей сократить железнодорожный прогреб и тем при- ближить арктический туф к основным рынкам потребления стройматериалов центру и Украине, выделяется своим крупным значением проектируемая Черноморская железная дорога.

¹ Полученные Институтом сооружений пробные партии туфа обошлись в части доставки около 19 руб. за тонну (около 1 куб. метра).

Черноморская железная дорога начата постройкой еще в 1903 г. с целью установить прямое кратчайшее сообщение промышленных центров с соседними странами Ближнего Востока — Турцией и Персией. Постройка ее несколько раз прерывалась и вновь возобновлялась. В настоящее время с севера она доведена до Адлера и с юга до Ингура. Между этими двумя точками остается перерыв протяжением около 200 км. Стоимость окончания этой дороги оценивается максимально в 60 млн. рублей.¹

Вопрос об окончательном соединении линии многократно обсуждался, но до сего времени окончательно не решен из опасения недостатка грузов. В настоящее время в связи с перспективами перевозки туфа опасения эти теряют всякие основания. Черноморская дорога могла бы сыграть значительную роль в деле развития туфовой промышленности. Для центра она дает сокращение железнодорожного пробега на 600 км, что в стоимости выражается для туфа в 4 руб. на куб. метр. Такое удешевление еще более укрепит позицию туфа в центре.

Ниже приводим стоимость доставки туфа для различных пунктов, согласно данным Института сооружений, в сопоставлении с ныне существующим направлением Баку — Дербент и т. д.

	Линия через Баку — Дербент		По Черноморской железной дороге	
	Расстояние в км	Стоимость на 1 куб. м (руб.)	Расстояние в км	Стоимость на 1 куб. м (руб.)
Новороссийск	2.057	15,44	1.410	11,67
Ростов	2.006	15,16	1.400	11,52
Харьков	2.526	18,26	1.920	14,68
Москва	3.245	22,34	2.640	18,89

Это снижение для Москвы выразится следующим образом (для сравнения цена кирпича принимается 60 руб. за 1000 штук франко — постройка):

1 кв. м. наружной стены	
Из туфа в 40 см толщиной	18 р. 50 к.
В 2,5 кирпича	27 руб.

Такая экономия при крупном объеме строительства может дать значительный результат.

Удешевление гровоза по Черноморской железной дороге значительно расширит районы распространения туфа. Если для первого времени мы допустим перевозку туфа по Черноморской железной дороге в количестве 1 млн. куб. метров, то на этом количестве получается экономия в народном хозяйстве до 4.000.000 руб. При росте потребления туфа экономия будет расти. Это открывает блестящие перспективы для Черноморской железной дороги, так как экономия на одном туфе оправдывает затрату средств на окончание всей дороги. Конечно, значение дороги нельзя оценивать с точки зрения одного какого-либо объекта, нужно принять в расчет также тот подвиг производительности района, который вносится всегда в хозяйственную жизнь проведением железной дороги.

¹ По данному вопросу см. статью А. Самойлова, «Черноморская железная дорога», «План. Хоз.» № 7 за 1928 г.

Однако, при всех перспективных расчетах нельзя упускать из виду того обстоятельства, что широкое применение арктического туфа в строительстве центрального района окажется возможным лишь при сохранении современной конъюнктуры строительного рынка. Несомненно, что в ближайшие годы ожидать резких изменений в этом отношении не приходится. Но с постройкой новых кирпичных заводов, ликвидацией кирпичного голода и снижением стоимости кирпича приблизительно до 40 руб. за 1000 штук, франко — постройка, положение изменится в неблагоприятную для туфа сторону, и потому нельзя рассчитывать, чтобы в будущем центральный район остался серьезным рынком для его сбыта. В ином положении оказываются Восточная Украина, Донбасс и Северо-Кавказский край. Здесь арктический туф на долгие годы может остаться серьезным конкурентом строительного кирпича.

Выяснив значение арктического туфа для народного хозяйства в области строительства, посмотрим, насколько современное состояние добычи соответствует его перспективам.

Арктический туф может иметь какое-либо промышленное значение только при наличии железнодорожной ветки, соединяющей место добычи с сетью действующих железных дорог. Постройка ветки, как мы уже отмечали выше, получила одобрение правительства, и постановлением СТО поручено НКПС внести постройку ветки в контрольные цифры 1928/29 г. Подготовительные работы уже производятся и окончание всей постройки предусматривается планом в августе 1929 г., т. е. к концу строительного сезона; поэтому на 1928/29 г. невозможно ожидать значительного выпуска туфа на рынок. Добыча его начнет развиваться только с 1929/30 г., т. е. со времени окончания железной дороги, и первое серьезное применение в строительстве может ожидаться лишь в строительном сезоне 1930 г.

Резюмируя вышеизложенное, мы должны признать крупное государственное значение развития туфовой промышленности и подчеркнуть необходимость всемерной общественной поддержки всех мероприятий в интересах этого нового и многообещающего дела.

Наиболее крупные из мероприятий, необходимые для ускорения возможности использования туфа, следующие.

В отношении самого туфа. Дальнейшее исследование технических свойств породы; изыскание наилучших способов ее использования как непосредственно в виде камня, так и в форме облицовочных плит — глазурованных и неглазурованных, печных кафлей, туфового бетона и пр.; скорейшая стандартизация формы и размеров туфовых камней.

В отношении организации промышленности. Для общего развития туфовой промышленности необходимо создание отдельной хозяйствующей единицы по организации добычи и сбыта. Для поднятия добычи и максимального снижения себестоимости необходима электрификация района, для чего имеется необходимый источник энергии в г. Ленинскане. Необходимо также продолжение работ по разведке месторождений, установление наиболее рациональных методов добычи, затем изучение методов ведения аналогичных разработок за границей и ввоз специального оборудования.

В отношении организации сбыта. Для широкой пропаганды строительства из туфа желательно возведение образцовых построек в ряде городов и выработка наиболее рациональных типов стандартных построек.

В отношении транспорта. Признание срочности постройки ветки Артик—Ленинакан, открывающей для туфа ближайшие рынки.

Скорейшее окончание работ по электрификации Сурамского перевала, чтобы открыть выход туфа в Черное море и за границу.

Окончание постройки Черноморской железной дороги, которая ко времени развития туфовой промышленности откроет прямой, наиболее краткий путь в центральный район.

Установление для туфа наиболее благоприятствующего тарифа.

Проблема строительства и обеспечение его наиболее ценными в техническом отношении стройматериалами настолько важна, что к ней следует отнестись с исключительным вниманием. А так как арктический туф может оказаться довольно крупным фактором в разрешении этой проблемы, необходимо немедленно приступить к организации его рациональной разработки.