

Н. И. Богданов

и

В. П. Петров

38262

Новые

**строительные
материалы**

г. р. 40 к.

1932

стройиздат

4333666
ПОДАШЕНО

Депозитарий

Н. И. БОГДАНОВ и В. П. ПЕТРОВ

НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1/305665



РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

МОСКВА • ЛЕНИНГРАД • 1932
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ И СУДОСТРОЕНИЯ



1964 г.

Ответственный редактор Я. М. Фридлянский.

Сдана в набор 3/II 1932 г.

Формат 62 × 94.

Технический редактор Д. А. Старк.

Подписана к печати 17,IV 1932 г.

Тип. зн. в 1 п. л. 56160.

Индекс С-11-4-2. ОНТИ № 727.

Ленгорянт № 37129.

Тираж 10000—9¹/₂ л.

Заказ № 2177.

20-я типография ОГИЗа имени Евгении Соколовой, Ленинград, проспект Красных Командиров, 29.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Грандиозный рост строительства последнего времени потребовал громадного расхода строительных материалов, к производству которых в таком объеме не была подготовлена промышленность. Создавшееся положение вызвало дефицитность целого ряда стройматериалов.

Критическое положение со строительными материалами было отмечено еще в 1926 г. на Первом Всесоюзном съезде по гражданскому и инженерному строительству.

В резолюции Съезда и в позднейших распоряжениях правительства указывалось на невозможность выхода из строительного кризиса на базе обычных методов и применения общепотребительных стройматериалов. В качестве основной меры предлагалось более рациональное использование материалов и применение новых материалов и конструкций, с возможно широким использованием местного сырья.

Под новыми строительными материалами нужно понимать как материалы, впервые появляющиеся в строительстве, так и некоторые материалы, ранее известные, но не получившие по тем или другим причинам широкого применения, или же получившие применение в новых областях строительной техники.

Настоящее пособие имеет целью дать знакомство с основными свойствами главнейших исходных материалов (сырья) кратким описанием технологических процессов производства тех или иных материалов, с характерными их свойствами и также указаниями на области их применения.

Все новые материалы сгруппированы применительно к их происхождению и отчасти назначению в пяти следующих темах:

- 1-я тема. Естественные и искусственные обожженные камни.
- 2-я тема. Вяжущие вещества и теплые бетоны.
- 3-я тема. Искусственные камни, получаемые без обжига.
- 4-я тема. Термоизоляционные материалы органического происхождения.

5-я тема. Разные другие материалы.

Составители считают, что такое расположение материалов для учебного пособия является более целесообразным, чем по какому-либо другим признакам, например по применению их в строительной технике (стенные материалы, кровельные материалы, термоизоляционные и пр.).

Для лучшей проработки и усвоения материала при заочном

обучении в конце каждой темы приведены повторительные и контрольные вопросы.

Кроме того имелось в виду, что настоящая книга может оказаться полезной и студентам строительных ВТУЗов при прохождении ими курса „Технологии строительных материалов“.

Кроме литературы, указанной в конце каждой темы, более подробные сведения о тех или других материалах можно найти в литературе, указанной в приложении к сообщению № 18 ГИС.

Составители обращаются с просьбой, указать все замеченные ошибки и недочеты книги.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр.

Предисловие	3
-----------------------	---

Тема первая.

Естественные и обожженные искусственные камни.

Задание 1-е. Естественные камни.

А. Арктический туф	8
Б. Ракушечник	17
В. Известковый туф Татареспублики	19
Г. Кровельные сланцы (шифер или аспид)	—

Задание 2-е. Рыхлые горные породы.

А. Пемза	24
Б. Диатомит и трепел	27
В. Опока	28
Г. Асбест	30

Задание 3-е. Легковесные кирпичи, полученные путем обжига.

А. Глиняный пористый кирпич	33
Б. Трепельный кирпич	36

Задание 4-е. Щебенистые и сыпучие материалы, получаемые путем обжига.

А. Керамзит	42
Б. Доменные шлаки	45
В. Термозит	47
Г. Котельные шлаки (гарь)	48

Тема вторая.

Вязущие вещества и теплые бетоны.

Задание 5-е. Вязущие вещества термической обработки.

А. Высокосортный портланд-цемент	54
Б. Глиноземистый цемент	57
В. Ангидритовый цемент	63
Г. Каустический магнезит из доломита	65

Задание 6-е. Смешанные вязущие вещества и гидравлические добавки.

А. Золяный цемент	67
Б. Глинистый цемент	71
В. Известково-диатомовое вещество	72
Г. Си-штоф	74

Задание 7-е. Теплые растворы и бетоны.

А. Теплые растворы для кладки	76
Б. Теплые растворы для штукатурки	79
В. Теплые бетоны	80
Г. Теплые бетоны с легкими заполнителями	—
Д. Пористые теплые бетоны	—

Тема третья.**Искусственные камни, получаемые без обжига.****Задание 8-е. Легковесные кирпичи и теплобетонные камни.**

А. Известково-шлаковые кирпичи	85
Б. Известково-пемзовые кирпичи	89
В. Теплобетонные камни, блоки и щиты	90
Г. Камни на известковых растворах	94
Д. Силикат-органические камни, блоки и щиты	96
а) Теплобетонные камни	98
б) Термокамни	—
в) Термощиты или термоблоки	99
г) Минерализованные щиты	—

Задание 9-е. Камни и щиты для внутренних элементов ограждения.

А. Гипсолитовые плиты и доски	100
Б. Плита „Диферент“	104
В. Гипсо-шлаковые плиты	106
Г. Гипсо-сфагнумовые плиты	—
Д. Листовой алебастр	107
Е. Фибролит	108

Тема четвертая.**Термоизоляционные материалы органического происхождения.****Задание 10-е. Торф.**

А. Торфяная теплительная засыпка	114
Б. Финляндская силена и шведские маты	115
В. Торфяные плиты (торфолеум)	117
Г. Торфофанера	122
Д. Глино-сфагновые блоки	123

Задание 11-е. Солома, камыш и прочие изоляционные материалы.

А. Соломит	126
Б. Соломенные плиты	128
В. Строительный войлок из соломы	129
Г. Термоизоляционные и звукоизоляционные материалы	130
Д. Камышит	—
Е. Прочие изоляционные материалы	133

Тема пятая.**Разные материалы.****Задание 12-е. Краски и лаки.**

А. Олифа	138
Б. Безолифные краски (суррогаты)	139
В. Огнестойкие краски	144
Г. Карболизох (антисептик)	146

Задание 13-е. Прочие материалы.

А. Асбоцемент	146
Б. Баритовый бетон	150
В. Фанера из хвойных пород	151

ТЕМА ПЕРВАЯ.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ОБОЖЖЕННЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ КАМНИ.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ. Эта тема состоит из четырех заданий и включает в себе описание каменных материалов, как естественных, так и обожженных искусственных. Те и другие делятся на плотные и рыхлые; каждый из них и входит в соответствующее задание.

Большинство камней первой категории как арктический туф, ракушечник и кровельные сланцы, известны были в строительстве уже давно. Применение их однако же ограничивалось местными нуждами и только в последнее время были приняты меры к более широкому их распространению.

Разностороннее обследование этих камней как стеновых материалов выявило в них исключительные свойства по сравнению с обыкновенным строительным кирпичом. Свойства эти, касающиеся главным образом объемного веса и теплопроводности, дают им известные преимущества, способствующие значительному удешевлению строительства.

Это, удешевление достигается: 1) применением механических средств для добыwania камня, 2) облегчением как самих стен, так и других конструкций, 3) экономией в рабочей силе и растворе при кладке камня в стены.

Что касается до глинистых сланцев, то при всех присущих им ценных свойствах материал этот, кроме частных случаев, у нас не имел широкого применения. В настоящее время добывание их предполагается механизировать, что поведет к его удешевлению.

В задание 2-е входят рыхлые горные породы, как то: пемза, диатомит и трепел, опока и асбест. Материалы эти только в последнее время получили широкое применение в строительстве, почему на них и должно быть обращено особое внимание.

Материалами второй категории, входящими в состав заданий 3-го и 4-го, являются обожженные искусственные камни: кроме пористого кирпича они в строительстве почти не применялись. Диатомит, трепел и пемза совсем не употреблялись на изготовление кирпичей и не были известны. Их исключительные свойства по сравнению с обыкновенным кирпичом дают им значительные преимущества как в отношении легковесности, так и малой теплопроводности, почему они и причисляются к эффективным материалам.

В задании 4-м рассматриваются щебенистые или рыхлые материалы термической обработки, как то: керамзиты, доменные и котельные шлаки и пр.

Керамзит или искусственная пемза—материал самого последнего времени; исходным материалом для него является особый сорт глины (в процессе обжига которой образуется пористость, придающая ему легкость и малую теплопроводность). Производство керамзита в заводской установке еще не закончено, но лабораторные исследования показали его ценные свойства, обещающие ему широкое распространение.

Доменные и котельные шлаки известны были в строительстве и раньше, но были мало изучены и не имели такого значения, как в настоящее время. Главное их применение в деле изготовления легковесных кирпичей, теплого бетона и для термоизоляции.

ЗАДАНИЕ 1-е.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ КАМНИ.

А. АРТИКСКИЙ ТУФ.

§ 1. Характеристика и месторождение. Артикский туф относится к горным породам вулканического происхождения и представляет собой застывшую лаву последнего извержения вулкана Алагез.

Месторождение туфа находится в Армении, в 20 км к юго-востоку от г. Ленинкан (б. Александрополь), на высоте 1700—2100 м

над уровнем моря. Залежи туфа простираются по юго-западному склону вулкана, по фронту не менее 25 км с открытым выходом на дневную поверхность (рис. 1). При мощности пласта от 8 до 10 м они дают неограниченный запас материала.

Участок, находящийся в наиболее близком расстоянии от железной дороги, в настоящее время



Рис. 1.

уже пущен в разработку. Как строительный материал туф применялся с давних пор местным населением для постройки жилищ и хозяйственных построек.

Многие старинные церкви с давностью, достигающей 1000 лет, в свое время были построены из этого же материала. Некоторые из них, как например церковь Кипчагского монастыря (рис. 2), несмотря даже на землетрясение 1926 г., очень мало пострадала и в основных своих частях находится в полной сохранности до настоящего времени.

Примеры эти служат наглядным подтверждением того, что арктический туф представляет действительно чрезвычайно долговечный материал.

Хотя арктический туф и является очень старым материалом, но его ценнейшие физико-механические свойства дают возможность ввести в технику строительства новые усовершенствованные приемы, почему он и отнесен к новым строительным материалам.

В деле ознакомления с этим интересным материалом значительная доля труда и энергии была вложена пионером этого дела Д. Г. Числиевым.¹

§ 2. Петрографическое определение. Туф представляет собой мелкопористую стекловатого вида породу, звонкую при ударе, основного розовато-фиолетового цвета с разнообразными оттенками; встречаются туфы от белого до почти черного цвета, а изредка и желтого.

В основной массе попадаются отдельные вкрапления полевого шпата и гнездобразные включения пензобразного или шлакообразного вещества, до 1-2% от массы; местами порода получает полосатое строение.

Некоторое разнообразие в твердости и объемных весах туфа объясняется присутствием кристаллов полевого шпата, неодинаковых по размерам и неравномерно распределенных по массе. Поэтому и наблюдается изменение цвета от фиолетово-розового до темносерого и коричневого. Меняется также и строение лавы, местами переходя от грубо-ноздреватого к основному, мелко-пористому. От совокупности этих причин происходит колебание как в твердости породы, так и в ее объемном весе.

Залежи туфа исследованы были геологической экспедицией Института прикладной минералогии всего на площади около 60 км², причем запасы его только на площади в 22½ км² обнаружены были в количестве около 107 млн. м³.



Рис. 2.

¹ Д. Г. Числиев, см. Арктические строительные туфы.

Вся же площадь залегания туфа включает в себе около 225 км². Если даже считать, что не вся она пригодна для разработки, то все-таки запасы ее настолько мощны, что могут быть израсходованы лишь в течение нескольких столетий.

По химическому составу основной частью является кремнезем (65%) и глинозем (17%).

§ 3. Технические свойства. Подробные исследования туфа, как в физическом, так и механическом отношении, были произведены над большим количеством образцов в механической лаборатории Института прикладной минералогии.

На основании этих исследований удельный вес породы определен был в 2,56 и твердость по шкале Мооса — от 2 до 3.

Основное и наиболее важное свойство — объемный вес в среднем составляет 1108 кг в м³.

Объемный вес туфа дает резкое изменение в зависимости от условий залегания: в наиболее мощных и плотных слоях он увеличивается и местами доходит до максимума 1,42, наименьшая же величина понижается до 0,75. Такое колебание объемного веса зависит главным образом от степени пористости и от присутствия кристаллов полевого шпата.

Объемный вес определялся над образцами кубической формы, высушенными в сушильном шкафу размерами 6×6×6 см и 10×10×10 см. При этом выяснилось, что колебания объемного веса при образцах, предназначенных для строительства, и следовательно больших размеров, значительно меньше и камень таким образом обладает большей однородностью, чем можно было бы судить на основании лабораторных исследований.

Объем пустот в камне при среднем объеме веса в 1080 и удельном весе в 2,56 — около 61%, а следовательно степень плотности около 39%.

Влагоемкость, или насыщаемость водою, туфа по весу в среднем составляет 33,24% при колебании от 10,7 до 49,6%, насыщение же по объему — 34,25%.

Гигроскопичность туфа крайне незначительна: при хранении сухого образца во влажной среде (100%) в течение 48 час. насыщение его влагою получилось в количестве 0,305%.

Крепость так же, как и объемный вес туфа, зависит от его плотности и строения. Временное сопротивление сжатию в среднем можно считать 83 кг/см², при наибольшей величине около 105 кг/см² и наименьшей — около 60 кг/см².

Временное сопротивление изгибу — от 5,2 до 23,8 кг/см².

Морозоупорность туфа установлена была искусственным замораживанием образцов в насыщенном водой состоянии. Из 30 испытанных образцов, после 25-кратного замораживания, 26 образцов не обнаружили никаких повреждений.

Теплопроводность камня в зависимости от его плотности изменяется от 0,47 до 0,19 и в среднем при объемном весе от 1100 до 1200 кг/см³ составляет 0,265.

Теплопроводность кирпичной кладки, как известно, 0,70, для шлакобетона — 0,50, а для дерева в постройке — 0,15.

Туф огнестоек: точка плавления от 1100 до 1120°. Некоторые

породы, как базальт, плавятся при 900° , а точка плавления обыкновенной глины от 1000 до 1400° .

Воздухопроницаемость туфа весьма значительна и меняется в больших пределах в зависимости от степени его пористости. Воздухопроницаемость материала выражается его коэффициентом, под которым понимается количество воздуха, проходящего в 1 час через куб с гранью в 10 см под давлением водяного столба в 100 см, что соответствует наибольшему давлению ветра на стену здания. По опытным данным величина коэффициента воздухопроницаемости туфа определялась в пределах от 30 до 92, а в среднем — 61 л/час/дм^3 . Если сравнить с обыкновенным кирпичом, для которого коэффициент этот — 23,0, то воздухопроницаемость туфа окажется весьма значительной, вследствие чего для предупреждения неприятного влияния действия ветра поверхность туфовой стены при ее толщине в 40 см приходится обрабатывать непроницаемыми для воздуха шпаклевками.

Звукопроводность туфа сравнительно невелика, и нормальная толщина туфовой стены в 40 см вполне достаточна, чтобы в полной степени поглощать уличный шум.

§ 4. Преимущества. Свойства арктического туфа, как строительного материала, на основании описанных лабораторных исследований дают полное основание причислить его к исключительным материалам: обладая преимуществами камня, он не лишен также и положительных свойств дерева.

Таким образом основными и наиболее ценными его свойствами являются: 1) малый объемный вес, 2) незначительная тепло- и звукопроводность, 3) достаточная крепость и 4) долговечность.

Кроме этих основных свойств туфа в деле применения его в строительстве, заслуживают полного внимания также и другие его преимущества:

1) способность легко поддаваться ручной обработке, подобно дереву, топором, пилой, сверлом и пр.;

2) гвоздимость арктического туфа является его исключительным как камня свойством; благодаря этому свойству легко можно скреплять между собой не только отдельные части туфа, но также туф с деревом;

3) связывающим веществом для скрепления отдельных камней туфа могут служить не только обыкновенные цементирующие вещества, как известковый и цементный растворы, но и обыкновенный столярный клей. Последним легко склеивается также камень с деревом, им также хорошо оклеивать по камню фанерой, линолеумом, клеенкой и пр.;

4) если употреблять на кладку стен камни с чисто обделанной поверхностью, то избегается необходимость обделывать их штукатуркою; последняя может быть заменена простою затиркою или шпаклевкою, которая благодаря пористости туфа очень хорошо держится;

5) благодаря легкости обработки, из туфа легко выделять профили карнизов и разных тяг, а также обработкою на токарных станках готовить колонны, балясины для решеток и пр.;

6) наконец из туфа могут быть выделяемы плиты около 5 см толщиной и более — в качестве кровельного материала или для

перекрытия, — которые в то же время могут иметь значение как термоизоляционный материал.

§ 5. Применение. Присущие туфу разнообразные свойства обещают ему широкое распространение в строительстве. Возможность облегчения стен и фундаментов, применения его для кладки стен в виде большого размера камней (блоков) дадут возможность немедленно заселять жилища; применения для заполнения каркасных построек, а также устройства перегородок и перекрытий — вот те выгоды, которые может дать этот материал.

Если сравнить туфовую кладку с кирпичной, то все преимущества ее станут очевидными. 1 м³ такой кладки заменяет собой до 600 шт. кирпичей или 1,7 м³ туфа заменяют 1000 штук кирпичей. При стоимости 1 м³ туфовых блоков франко—вагон Артик — 11 р. 48 к. стоимость его в переводе на тысячу кирпича даст 11 р. 48 к. $\times 1,7 = 19$ р. 55 к.

Учитывая все преимущества камня, можно сделать следующие выводы: туфовая стена в Баку получается не дороже тепlobетонной, а для Тифлиса даже несколько дешевле; для Московского района, даже при расстоянии в 3200 км, арктический туф все-таки является наиболее выгодным материалом и по сравнению с кирпичом дешевле его приблизительно на 20%.

В общем итоге можно признать, что в жилищном строительстве замена кирпича арктическим туфом может дать экономии около 20%. При такой эффективности туфа широкому применению его вне предела Кавказа препятствует высокая стоимость транспорта, почему и район применения его ограничивается Москвою или местностями, находящимися в одинаковом с нею расстоянии.

§ 6. Добыча.¹ По роду образования туф должен был бы представлять сплошной монолит. Однако же от влияния землетрясений и сдвигов в нем получалась трещиноватость, которая в значительной степени облегчает добычу камня кустарным способом и, наоборот, усложняет механическую разработку вследствие образования отколов и отбросов. До последнего времени добыча туфа производилась исключительно кустарным способом, при котором продукция получается в виде бута или камня грубого окола.

Задача предпринятого в настоящее время механизированного способа добычи заключается в том, чтобы изготовление камней было стандартизовано как в отношении размера, так и наружного вида.

Механическая обработка должна привести как к удешевлению добычи камня, так и перевозки лишнего баласта, так как при обделке камня получается потеря до 20% от объема камня.

Проект организации добычи туфа был рассмотрен на заседании НТС силикатной промышленности только 15 — 16 мая 1930 г.

По этому проекту стандартных размеров камней принято на основании расчетных данных, что туфовая стена толщиной в 0,4 м соответствует кладке из кирпича толщиной в 0,7 м.

Таким образом основные размеры камней, предназначенных для стен, имеют толщину 0,4 м, высоту — 0,4 и 0,8 м и в длину 1 м, и для перевязки кладки стен кратные $\frac{1}{4}$ м, т. е. $\frac{3}{4}$ м, $\frac{1}{2}$ м и $\frac{1}{4}$ м.

¹ Г. Е. Трофимов. Строит. материалы, № 7—8, 1930. Проект организации добычи арктического туфа.

Камень мелкого размера, однако же не ниже $0,40 \times 0,40 \times 0,20$, предполагается готовить в форме грубого параллелепипеда без механической обработки, с простой лишь околкой.

Часть камня в виде бута, размерами меньше вышеуказанных, предназначается для нужд местного строительства.

§ 7. Механизированная добыча,¹ как это частью уже практически и выполняется, производится с применением канатных станков, посредством врубовых машин и при помощи перфораторов.

На основании опытных данных выход продукции от массы породы определен в 45% при канатной распиловке и в 35% — при работе врубовых машин.

Применяемый уже способ разработки канатными стачками в общем представляется в следующем виде: сначала удаляется верхний слабый слой породы толщиной около 1 м. Работа эта производится вручную с нагрузкой снятого слоя непосредственно на вагонетки, которые и отвозятся с места особыми мотовозами.

После обнажения породы для установки стояков (монтасьеров) выделяются вручную четыре шурфа А, В, С, D (рис. 3 и 4) размером 1×1 м и глубиной до 10 м, а между ними в продольном направлении — две траншеи, по которым должны передвигаться стойки.

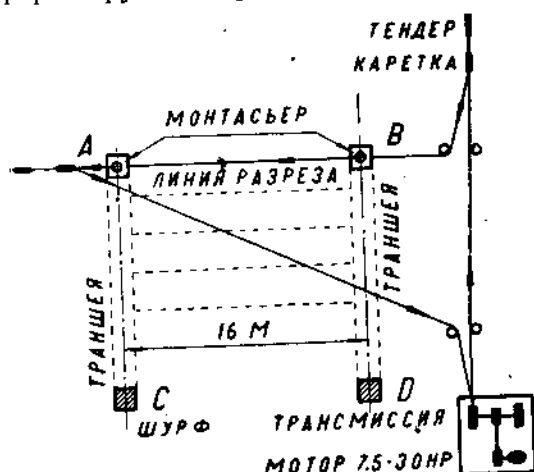


Рис. 3.

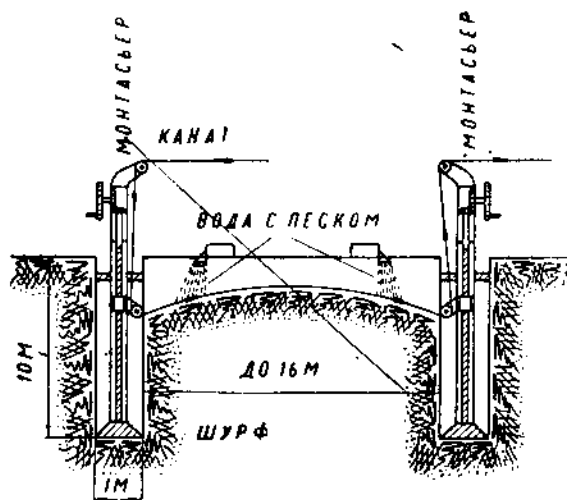


Рис. 4.

Пропилы устраиваются на расстоянии 40 см друг от друга при длине пропила в 16 м. Стойки станков (монтасьеры) сконструированы таким образом, что одним канатом работа одновременно производится по двум пропилам.

На каждой стойке в вертикальном направлении установлены

¹ А. Г. Петров. Строит. материалы, № 9—10 1930. Арктический туф.

два ролика диаметром 760 мм. Бесконечный канат диаметром 5 мм, протянутый через ролики, посредством мотора приводится в движение в одном направлении со скоростью в 6—7 м/сек.

Производительность работы такова, что в 1 час канат опускается в среднем на глубину 25—30 см; с углублением пропила, для необходимого натяжения каната, нижний ролик регулярно опускается вниз при помощи винтовых шпинделей и маховичков. Для распиловки в пропил постоянно поступает кварцевый песок и вода.

Разделка распиленного таким образом массива выполняется уступами при высоте каждого не более 3 м, при применении клиновой работы.

Полученные таким образом блоки поднимаются помощью передвижных электроталей, расположенных на поперечной балке, концами уложенной на козлах. В дальнейшем блоки обрабатываются в виде камней требуемых размеров.

Для отвозки блоков и отходов вдоль горизонталей и по фронту работ уложены рельсовые откаточные пути, а для подъема их в том же направлении установлены обыкновенные деррик-краны со стрелой выносом до 9 м, снабженные электротебедкой с одним барабаном. При помощи кранов блоки укладываются на вагонетки и направляются к бремсбергу, по которому доставляются на склады.

Удаление отходов в уже использованную часть карьера производится при помощи ленточных передвижных транспортеров. С удалением фронта работ как откаточные пути, так и деррик-краны перемещаются ближе к производству работ. Для отвозки получаемого материала устраиваются бремсберговые спуски в направлении перпендикулярном к откаточным путям. По мере приближения последних к фронту работ длина бремсберга постепенно увеличивается и доводится до 100—150 м.

Второй способ распиловки при помощи врубковых машин заключается в следующем. Сперва при помощи канатных пил устраивается траншея. Глубина траншеи принимается равной толщине изготавливаемого блока, т. е. 40 см, с добавлением толщины пропила в 12,5 см, всего следовательно в 52,5 см. На спланированном дне траншеи укладывается рельсовый путь, на который и устанавливается целная врубковая машина. Последняя состоит из низкой тележки Г (рис. 5), медленно передвигающейся вдоль

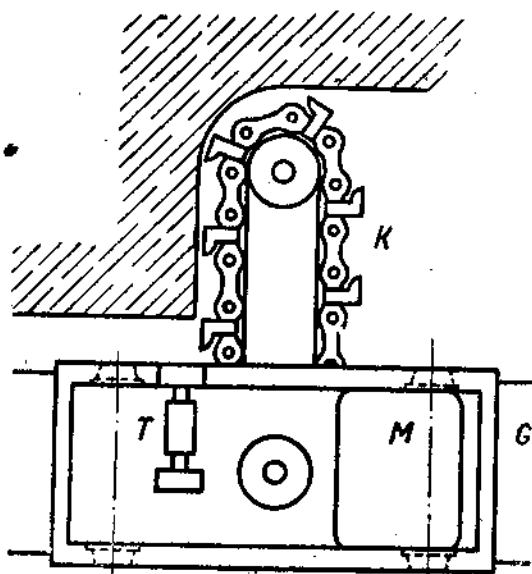


Рис. 5.

траншеи посредством навивания цепи на барабан *Т*. Самый исполнительный механизм представляет собой резаковую цепь *К*, которая приводится в медленное движение, делая около 10 оборотов в минуту. Резаковая цепь выносится от тележки на длину 1,65 м.

После окончания пропила отделение камня от массива в вертикальном направлении производится клиновой работой.

Работа по удалению отдельных частей производится в общем так же, как и при канатных станках.

После того как работа по первому врубу окончена, та же машина пускается для получения следующего вруба в той же

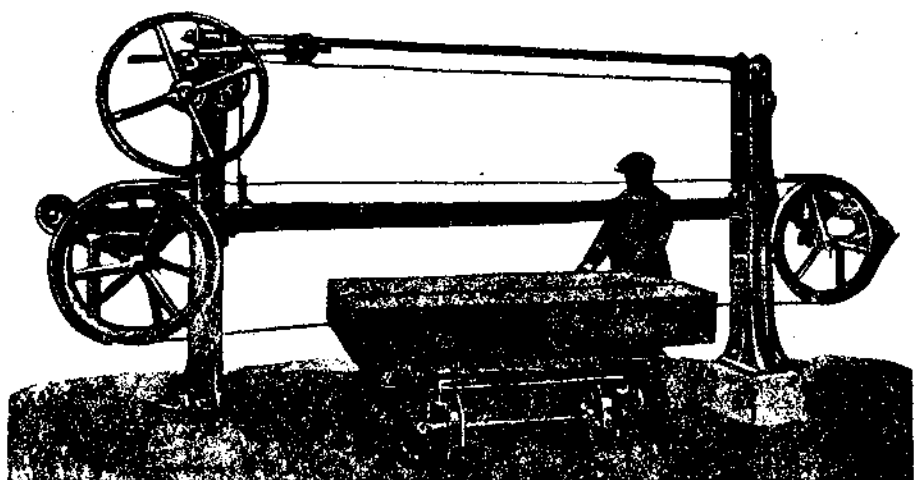


Рис. 6.

плоскости. Одновременно с этим пройденная часть траншеи углубляется на ту же величину в 52,5 см, и по обделанному планировкой дну траншеи пускается вторая машина для образования следующего вруба параллельно первому, но расположенного на втором уступе ниже его на 52,5 см, т. е. на толщину блока. Таким образом образуется второй уступ.

В дальнейшем работа, развиваясь таким же образом, располагается уже на нескольких уступах. Число таких уступов в зависимости от массивности породы может доходить до 12, при общей высоте их в 20 м.

Проектом предусмотрена необходимость иметь при такой работе 7 врубовых машин и 80 канатных струн, что даст возможность получить в течение года врубовыми машинами до 36 тыс. м³, а канатными станками 214 тыс. м³.

Доставленные на склады камни подвергаются дальнейшей обработке. Для стенового материала и плит идут преимущественно наиболее крупные глыбы, для чего последние распиливаются на канатных станках (рис. 6). Оправка плит производится различно: или на карборундовых станках или пневматическими инструментами, а частью даже вручную.

Фабрику предполагается оборудовать девятью алмазными 2-дисковыми станками, при диаметре диска в 1,20 м. На таких

станках должно быть изготовлено 83 300 м³ камня, размерами в среднем $1 \times 1 \times 0,4$ (рис. 7).

Перемещение камня на фабрике производится электроталями, при помощи которых он укладывается на вагонетки и перемещается в особое отделение, где оправляется и маркируется специальной артелью рабочих и отправляется на склад или для погрузки в вагоны. Последняя работа выполняется или при помощи мостового крана или же электроталей.

Что касается до камня меньших размеров, то он непосредственно из карьера доставляется к станкам с зубчатыми пилами, откуда нагружается при помощи деррик-кранов на особые вагонетки, на которых и кантуется.

Кроме того на фабрике предвидится установка особого рода станков по типу алмазных, с заменой, в виду дороговизны мате-

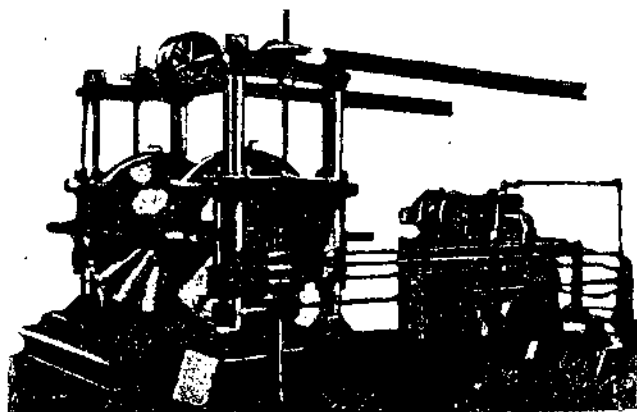


Рис. 7.

риала специальными сплавами вроде гартметалла, видия и пербурма. Для выяснения пригодности их для этой цели на месте предполагается произвести ряд опытов.

§ 8. Утилизация отбросов. При обработке камней и блоков должны получиться отбросы ориентировочно в количестве от 20 до 25%, добычи.

Отбросы эти как по физическим свойствам, так и по химическому составу представляют ценный материал, использование которого для других промышленных целей может оказать существенное влияние как на стоимость продукции, так и в отношении скопления их на месте производства.

Отходы эти в виде мелочи по своей легкости и пористости, подобно пемзе, шлаку и другим материалам, могут с успехом служить для заполнений в теплом бетоне. Для этой цели превращение отходов в щебенку или туфовый песок не может представить особых затруднений.

Путем прессования или трамбования на основе какого-либо вяжущего вещества возможно также изготовление теплобетонных камней для стен или перегородок.

Химический состав туфа дает полное основание причислить их к гидравлическим добавкам. Многими исследованиями в последнее время было установлено, что арктический туф содержит в себе активный кремнезем.

Изготовление смешанного известково-пуццоланового раствора, приготовление портланд-пуццолановых растворов, добавка арктического туфа в количестве 10% без изменения его названия—вот те возможности, которые обещают дать значительное удешевление производства по обработке туфа.

Б. РАКУШЕЧНИК.

§ 9. Определение и залежи. Ракушечник представляет собой особый вид известняка, состоящего из массы створок раковин, сцементированных углекислой известью.

Залежи ракушечника встречаются во многих местах, но главным образом в Крыму и на Кавказе. Наиболее известные из них: одесский, керченский, евпаторийский, инкерманский, феодосийский, бакинский и северо-кавказский.

Цвет камня преимущественно желтовато-белый—как одесский, серый и белый—как керченский, или белый, желтоватый или слабосиневатый цвет как инкерманский.

По строению камни эти отличаются большим разнообразием—от плотных мелкооздреватых до рыхлых грубооздреватых; некоторые из них отличаются плотным цементирующим веществом и полную сохранностью раковинных створок.

§ 10. Свойства. В зависимости от строения сопротивление раздавливанию ракушечников весьма различно и колеблется в пределах от незначительного до 100—200 кг/см². Керченские, одесские и инкерманские известняки принадлежат к средним по крепости, и временное сопротивление их сжатию в направлении, перпендикулярном к наслоению,—от 25 до 60 кг/см².

К наиболее прочным ракушечникам должны быть отнесены бакинские, которые как мелкоячеистые по строению поддаются чистой теске и орнаментовке, причем отличаются красивым видом и цветом.

Объемный вес ракушечника в зависимости от строения колеблется в пределах от 0,9 до 1,4, пористость 30—38%, коэффициент теплопроводности 0,25—0,34, звукопроводность незначительная.

Насыщаемость водою ракушечника—от 25 до 30%. Большим недостатком является сильная воздухопроницаемость ракушечника.

Вообще ракушечники неодинаково сопротивляются влиянию мороза, и наружные стены жилых зданий, сложенные из крупноячеистого камня, должны с наружной стороны штукатуриться, сложенные же из мелкоячеистого могут оставаться в пределах Крыма и Кавказа без штукатурки.

К недостаткам ракушечника нужно отнести то, что некоторые из камней плохо связываются с раствором кладки.

Большая часть известняков этого рода отличается незначительной твердостью и в свежем состоянии легко подвергается обработке топором и пилой.

§ 11. Применение. Конструктивное применение ракушечника зависит от его крепости. Ракушечники находят уже с давнего времени широкое применение при кладке стен и перегородок. Главное достоинство ракушечника заключается в том, что благодаря малой теплопроводности толщина стен из него, как из арктического туфа, в климатических условиях средней полосы СССР может быть ограничена 40—50 см.

Некоторые более плотные известняки этого рода употреблялись для постройки многих монументальных сооружений: так из инкерманского камня в Севастополе построены доки, набережная, здание библиотеки и пр. Керченский камень применялся для постройки многих жилых и общественных зданий в Керчи, Ялте, и других городах.

Таким образом ракушечник во многих случаях может и в будущем заменить дефицитный обыкновенный кирпич, давая подобно арктическому туфу известные даже преимущества.

Обычный размер камней кустарного производства— $50 \times 24 \times 20$ см, но они могут готовиться также в виде крупных блоков любого размера. В настоящее время одесский и крымские ракушечники выделяются размерами $70 \times 35 \times 35$ и $70 \times 35 \times 20$ см.

§ 12. Мероприятия по распространению. Ракушечник, добываемый в Крыму и в Одесской области, еще в 1930 г. по решению НК РКИ СССР был подвергнут подробному обследованию. В итоге обследования было признано, что ракушечник во многих случаях может с большими преимуществами заменить дефицитный красный кирпич.

Строительство предприятий по добыче ракушечника должно быть в 2—3 раза дешевле строительства кирпичных заводов. Себестоимость ракушечника настолько ниже кирпича, что делает применение его экономичным даже при перевозке на 600 км по железной дороге. Разработка ракушечника возможна в течение круглого года. Для кладки ракушечника не нужны квалифицированные каменщики. Коллегия НК РКИ нашла возможным уже в ближайшем будущем развить добычу в Крыму до 40 млн штук камня размерами $50 \times 24 \times 20$ см, а в Одесском районе — 25 млн штук камня.

При существующей кустарной добыче ракушечника теряется от 50 до 75% камня, почему НК РКИ и предложил ВСНХ СССР и Институту прикладной минералогии развернуть механизацию добычи ракушечника и использование отходов производства. В числе ряда других мероприятий предложено было также ускорить производство разведочных работ и разработать стандартизацию камня.

В исполнение такого постановления 1 июля 1931 г. выпущен был новый стандарт на ракушечник, который с этого времени и является обязательным для всякого строительства. Этим стандартом устанавливаются следующие необходимые и достаточные размеры для камня: $38 \times 38 \times 21,5$ см; $51 \times 38 \times 12$ см; $38 \times 18 \times 21,5$ см; $38 \times 38 \times 12$ см и $51 \times 38 \times 18$ см.

Три первые предназначаются для наружных стен, они не требуют забуток и хорошо увязываются с обыкновенной кирпичной кладкой, два последних — для внутренних перегородок.

При прежних размерах, при кладке их в стены, последние получались очень толстыми во-первых и во-вторых при кладке ложком приходилось делать забутку и расходовать лишний раствор, так

как ширина камня не была кратна его длине, между тем как такая толщина является совершенно излишней, так как при коэффициенте теплопроводности ракушечника от 0,20 до 0,35, в особенности же на юге, совершенно достаточно делать стены не толще 25—38 см; стены при такой толщине получаются достаточно теплыми. Прочность же стены в 2—3-этажных домах при такой толщине и при среднем временном сопротивлении даже в 20 кг/см² будет вполне обеспечена.

При такой стандартизации получается значительное сокращение в расходовании материала, чем и достигается значительная ее эффективность.

В. ИЗВЕСТКОВЫЙ ТУФ ТАТРЕСПУБЛИКИ.

§ 13. Происхождение. В самое последнее время на территории Татарской республики АССР обнаружены значительные залежи известкового туфа, вполне пригодного для строительства.

Известковые туфы, как известно, относятся к осадочным химическим породам. Образование их происходило без участия раковин, входящих в состав большинства известняков.

Вода, заключающая в растворе угольную кислоту, обладает способностью растворять углекислую известь, растворимость эта увеличивается с увеличением количества угольной кислоты в воде, и в свою очередь количество последней пропорционально давлению.

Вода, насыщенная угольной кислотой, под давлением в глубинах земли энергично растворяет известь, проходя по трещинам известковых пород. Выходя на дневную поверхность в виде источников, вода освобождается от давления. Такая вода не может содержать в себе углекислой извести уже в растворенном состоянии, почему часть ее и выпадает в виде пенистой массы известкового шпата.

§ 14. Свойства. Полученный таким образом известковый туф содержит очень незначительное количество посторонних примесей. Он отличается пористостью и настолько мягок, что в свежем состоянии удобно пилится простою пилой; впоследствии же на воздухе он приобретает достаточную твердость.

Объемный вес туфа Татареспублики — 1630 кг/м³. Временное сопротивление сжатию — 66 кг/см². Влагоемкость по весу — 13,89% и по объему — 22,71%. Туф морозостоек и при испытании выдерживает 25-кратное замораживание.

При своей легкости и достаточной крепости известковый туф Татареспублики вполне пригоден для кладки стен жилых зданий. Материал этот однако же требует дальнейшего исследования и изучения.

Г. КРОВЕЛЬНЫЕ СЛАНЦЫ (ШИФЕР ИЛИ АСПИД).

§ 15. Характеристика и месторождения. Кровельный сланец представляет собой особую разновидность глинистого сланца твердой глинистой породы явственно сланцеватого сложения. Цвет обыкновенно серый или черноватый, что зависит от присутствия в нем углистых или битуминозных веществ. Встречается в древних геологических отложениях; основную часть его составляет глина, угли-



ненная и измененная давлением и позднейшими метаморфическими процессами. Кроме глинистых аморфных частиц в породе много зерен кварца, листочков слюды, тонких частиц серного колчедана, магнитного и бурого железняка и других примесей, видимых простым глазом.

По строению и физическим свойствам сланец отличается своею крепостью, плотностью, однообразным составом и способностью делиться на тонкие пластинки параллельно плоскостям напластования. Последняя особенность позволяет готовить из него пластинки почти любой толщины без всякой потери первоначальной прочности, что делает его чрезвычайно ценным материалом для разнообразного практического применения.

Кровельный сланец, являясь весьма распространенной горной породой, повсюду за границей получил самое широкое распространение как превосходный кровельный материал, и кровельное железо там почти неизвестно.

В громадных количествах добывается кровельный сланец в Германии, Франции и в особенности в Англии.

Богатые месторождения кровельного сланца находятся в США, где разработка их поставлена в широких размерах с применением новейшего усовершенствованного оборудования.

Несмотря на то что у нас в СССР имеются богатые природные залежи кровельных сланцев, эта отрасль промышленности находится в полном пренебрежении.

Месторождения хорошего кровельного сланца у нас известны во многих местах. Имеются богатые залежи в Криворожье, на Урале, в Закавказье, в Сванетии, Кахетии, на Северном Кавказе и в Абхазии, в Туркестане близ Самарканда и др.

Глинистый сланец образует слой большой и малой мощности на берегу Онежского озера, около Шунти, на берегу Нигозера.

К наиболее благоприятным для разработки залежам кровельного сланца у нас в СССР нужно отнести Кривой Рог, где они тянутся вдоль железнодорожной магистрали Днепропетровск—Карнават в расстоянии всего нескольких сот метров от линии. Существовавшие еще в прежнее время разработки сланца дали на основании практики их применения вполне благоприятные результаты. Химические анализы также подтвердили их хорошие качества, не уступающие лучшим иностранным.

§ 16. Исследования. В настоящее время все дело подробного исследования и осуществления промышленности сланца выполняется Институтом прикладной минералогии и металлургии. Исследования, произведенные Институтом, показали высокие природные качества кровельного сланца и полную его пригодность для кровельного дела. Лучшие слои сланца отличаются необыкновенною прочностью; при ударе молотком издают чистый металлический звук. Сланец имеет красивый графито-серебристый цвет и хорошо сопротивляется выветриванию.

Кроме того в 1928/29 г. Горным отделом ВСНХ Грузии и Московским институтом прикладной минералогии были произведены разведки и опытная добыча сланцев на Кавказе в Камтинском округе.

Этими исследованиями были обнаружены мощные залежи вполне годного сланца в нескольких местах. Запасы их найдены настолько

значительными, что вполне могут обеспечить потребность всего Закавказья на много лет.

Лабораторное исследование материала показало, что как в отношении химического состава, так по физическим и техническим свойствам сланцы не уступают германским и американским образцам. § 17. Добывание и обработка кровельного сланца в Западной Европе, в особенности во Франции, в большинстве случаев связаны с целым рядом ручных приемов и составляют особый вид кустарного производства, требующего от персонала долголетнего навыка и специализации.

Как на образцово поставленную разработку сланцев по последнему слову техники следует указать на разработку их в штате Пенсильвании в САСШ.

Основным оборудованием здесь являются проволочные пилы, состоящие из трехжильного крученого кабеля, которые режут скалу на отдельные глыбы весом 6—7 т.¹ Дальнейшая резка их на отдельные куски производится на дне карьера, откуда они особыми механизмами поднимаются наверх и на вагонетках доставляются на завод для переработки. На заводе куски еще раз подвергаются распиливанию, после чего расщепляются по слоям на пластинки любой толщины.

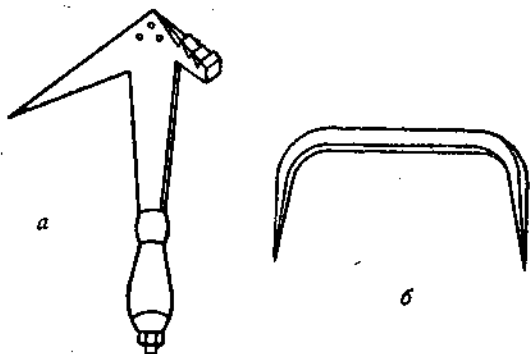


Рис. 8.

Кроме черепиц для покрытия крыш завод изготавливает также половые плитки, ступени для наружных лестниц, а также пластины для отделки ванн, писсуаров, раковин и т. д. Для последней цели они подвергаются обработке сперва на строгальном, а затем на шлифовальном станках.

В обычных условиях работы расщепление производится при помощи особых плоских и широких острых клиньев. На рис. 8, а — изображен небольшой топорик с острыми режущими краями, на рис. 8, б — скоба, вбиваемая в деревянную подставку, на которую кладут доску и обрубаят краем топорика для получения требуемого формата. Удлиненный заостренный конец молотка предназначен для пробивки отверстия, через которое пропускается проволока для прикрепления к обрешетке при укладке сланца на крыше; правым тупым концом пользуются в качестве молотка.

Размеры шиферных плиток весьма разнообразны. В строительной практике Америки существует до 50 сортов пластинок шифера, причем самые крупные имеют величину 60×60 см и самые мелкие — 7×3 см; во Франции — от 26×14 см и до 64×34 см, толщина пластинок обыкновенно не менее 2,5 мм, так как при меньшей толщине доски легко бы ломались.

¹ Проволочные пилы были описаны при добывании арктического туфа.

Наиболее практичными признаются прямоугольные плитки шириной от 15 до 40 см, длиной от 25 до 60 см, толщиной от 3 до 5 мм.

§ 18. Свойства и химический состав лучшего по качеству криво-рожного сланца, вполне удовлетворяющего всем требованиям материала этого рода, следующий:

Кремнезема (SiO_2)	63,43%
Окиси железа (Fe_2O_3)	5,34%
Углекислоты (CO_2)	0,07%
Потеря при прокаливании	8,5%
Глинозема (Al_2O_3)	23,95%
Окиси титана (TiO)	0,60%
Извести (CaO)	0,15%
Окиси магния (MgO)	1,28%
Серы (S)	0,17%
Углерода (C)	0,53%
Крепость или временное сопротивление на сжатие перпендикулярно к слоям его (кливажу)	1200 кг/см ²
Сопротивление на изгиб	600 кг/см ²
Коэффициент расширения	от 0 000 005 до 0 000 001
Удельный вес	2,75.

Исключительные свойства кровельного сланца обеспечивают ему большую сопротивляемость атмосферным влияниям, кислотам и газам, а также действию высокой температуры. Шифер поэтому является незаменимым материалом для покрытия крыш.

§ 19. Преимущества. Все преимущества кровельного сланца в особенности будут ясны при сравнении его с другими кровельными материалами, как например железом и черепицею.

1. Кровельный сланец несравненно долговечнее железа. В то время как максимальный срок службы железа ограничивается 20—25 годами, кровля из сланца может пережить пере-крываемое им здание. За границею имеются крыши, покрытые шифером 600—700 лет тому назад. Проф. Гиршвальт определяет долговечность сланцевых перекрытий в несколько веков.

2. Не требует окраски и постоянного ремонта, так как он под влиянием меняющейся температуры разрушается незначительно.

3. Отличается высокой огнестойкостью в то время как кровельное железо не безопасно в пожарном отношении, так как оно недостаточно огнестойко.

4. Не ржавеет, не разъедается и не разлагается под влиянием кислот и сернистых газов.

5. Менее теплопроводен, чем железо, благодаря чему на чердаках влага воздуха не конденсируется и помещения не сыреют. Перед черепичной кровлей кровельный сланец тоже имеет большие преимущества: 1) значительно большую долговечность, так как предельный срок службы черепицы в среднем 40—50 лет; 2) меньший вес: крыши из кровельного сланца почти на 50% меньше веса черепицы, что вызывает удешевление конструкции стропил; 3) меньший уклон кровли из кровельного сланца; 4) более плотное перекрытие, так как в черепицах вследствие не всегда правильной формы их образуются щели, которые приходится заделывать непрочными замазками.

Кровельный сланец и в экономическом отношении представляет также значительные преимущества как в отношении первоначальных затрат, так и в отношении эксплуатации.

Первоначальная затрата на устройство 1 м² поверхности кровли такова: кровельное железо — 4 р. 63 к., черепица — 4 р. 84 к., кровельный сланец — 4 р. 86 к. Если же принять во внимание необходимость ремонта и капитализировать затраты на него, то получится следующее:

	Кровельное железо	Черепица	Кровельный сланец
Стоимость 1 м ² поверхности кровли	4 р. 63 к.	4 р. 84 к.	4 р. 86 к.

По подсчетам инж. Койфмана¹ полная стоимость 1 м² горизонтальной проекции из кровельного сланца — 5 р. 25 к., а из искусственного шифера (этернита) — 6 р. 11 к.

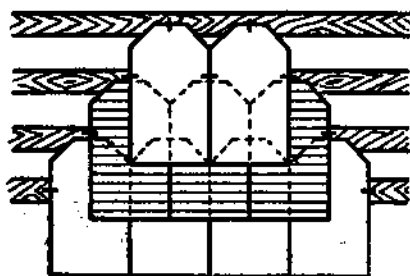


Рис. 9.

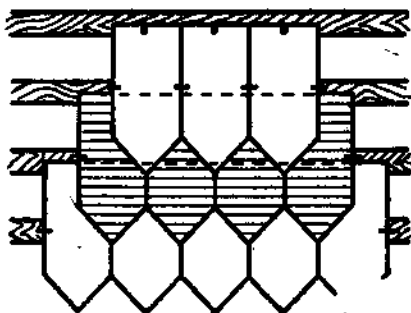


Рис. 10.

§ 20. Применение. Кровли из сланца устраиваются обыкновенно в два (по английскому способу) или один слой настила (по французскому способу). Плитки при этом укладываются по обрешетке из брусков, причем на каждые три бруска приходится одна плитка, прибиваемая по середине гвоздем (рис. 9 и 10).

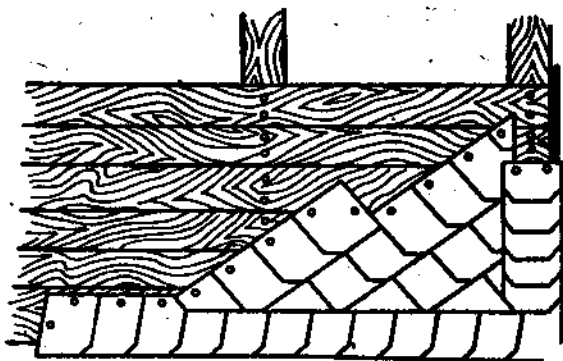


Рис. 11.

По немецкому способу при плитках не прямоугольной формы, преимущественно закругленных с одного края, палуба устраивается сплошная (рис. 11).

¹ Журн. „Минеральное сырье“, № 11/12, 1928.

У нас в СССР, во втором климатическом поясе и севернее его, сланцевые кровли должны устраиваться в два слоя. Для двойных сланцевых покрытий уклон устраивается не менее $\frac{1}{6}$ ширины здания, в местностях же второго климатического пояса и севернее — не менее $\frac{1}{4}$.

При одчослойных же покрытиях по французскому и немецкому типам подъем кровли должен быть не менее $\frac{1}{8}$, увеличиваясь в зависимости от степени снежности района до $\frac{1}{2}$.

§ 21. Вопросы для самопроверки.

1. К какой группе изверженных пород относится арктический туф, и какое влияние на структуру оказало его происхождение?
2. Почему арктический туф включен в новые материалы?
3. Какие преимущества туфа перед кирпичем?
4. Есть ли какая-нибудь зависимость между объемным весом туфа и его пористостью?
5. Чем можно объяснить хорошую морозоупорность туфа?
6. Имеет ли какую-нибудь ценность отбросы, получаемые при обработке туфа?
7. Какая разница в строении туфа и ракушечника?
8. Почему наружные стены из ракушечника и туфа выгоднее кирпичных?
9. Почему кровельный сланец морозостоек, в то время как глина не выдерживает низкой температуры?
10. Какие преимущества имеет кровля из сланцев против других?
11. Почему крыша из сланцев должна иметь больший уклон, чем железная?
12. Какая разница в происхождении и сложении известкового туфа и простого известняка?

ЗАДАНИЕ 2-е.

РЫХЛЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ.

ВВЕДЕНИЕ. В настоящем разделе рассматриваются строительные материалы естественного происхождения, имеющие применение в строительстве не в виде отдельных штук (см. задание 1-е), а употребляющиеся в виде щебня, песка, тонкой муки и т. д., в качестве заполнителей при изготовлении теплых растворов и бетонов или в качестве сильной гидравлической или пуццоланической добавки.

Из целого ряда материалов такого рода рассмотрим уже получившие за последнее время значительное применение пемзу, трепел, диатомит и др.

А. ПЕМЗА.

§ 22. Происхождение и залегания. Пемза представляет собой горную породу вулканического происхождения, губчато-новдреватого сложения и является по своему образованию застывшей пеной расплавленных горных пород, извергаемых вулканом. Благодаря своей легкости пемза, выкинутая вулканом на значительную высоту и подхваченная воздушными течениями, может быть отнесена от места своего образования на довольно большое расстояние, достигающее до сотни километров. По этой причине в районах, где имеются следы деятельности вулканов, вся местность в той или иной мере богата пемзовыми отложениями. По характеру своего образования пемза встречается в природе в виде отдельных кусков, иногда достигающих величины до $0,5 \text{ м}^3$, рассеянных среди пемзо-

вого щебня и мелочи. Зачастую отложения пемзы перемешаны с другими продуктами деятельности вулкана, а иногда и с позднейшими образованиями.

В СССР залежи пемзы сосредоточены главным образом на Кавказе (район Большого и Малого Арарата), группа вулканов Аладжи Аланза и ряда соседних представляет собой наиболее мощные (несколько сот квадратных километров) из известных в Союзе месторождений. Толщина слоя пемзовых отложений в этом районе местами достигает 10—12 м. Гужейбикское, Герпа, Кипаняк, Чирахлинские (15 км от Ленинакана), Махлуджухское — наиболее изученные месторождения пемзы на Кавказе.

§ 23. Химический состав. По данным Института прикладной минералогии химический состав пемзы из различных месторождений Армении представлен в табл. 1.

Таблица 1.

Месторождение %	Чирахлин	Кипаняк	Махлуджух	Евлей
SiO ₂	72,96	66,70	66,62	69,90
Al ₂ O ₃	12,62	14,61	14,54	15,19
Fe ₂ O ₃	0,35	0,75	2,49	2,13
FeO	0,57	1,54	0,43	—
K ₂ O	4,39	3,31	4,07	2,55
Na ₂ O	3,39	3,69	4,76	4,74
CaO	0,57	2,52	1,64	2,36
MgO	0,10	0,66	0,65	0,31
TiO ₂	0,15	0,48	0,73	—
MnO	0,05	0,06	0,16	—
P ₂ O ₅	Следы	0,06	0,26	—
H ₂ O	4,44	5,17	2,97	—
Потеря при прокалке	0,27	0,41	0,30	4,16

§ 24. Физико-механические свойства. Цвет пемзы чаще всего белый с сероватыми или слегка желтоватыми или розоватыми оттенками. Реже встречаются куски, густо окрашенные в темные вплоть до черного цвета.

Крупность кусков пемзы. По крупности пемза делится на

крупно-кусковую — средние размеры . . .	30 см
средне-кусковую	10—15 см
мелко-кусковую	5—7 см
орешек	1—5 см
пемзовые пески	меньше 1 см

Сложение пемзы. По структуре отличают пемзу крупнопористую и мелкопористую. Характеризуя сложение, отличают равномерность или неравномерность распределения пор, а также отсутствие или присутствие посторонних включений. В качестве таких вкраплений могут быть кристаллики полевого шпата, роговой об-

манки, кварца, слюды, капель застывшего стекла и иногда соединений тяжелых металлов.

Объемный вес пемзы. В зависимости от сложения и от свойств основной массы объемный вес наших пемз колеблется в пределах от 0,3 до 0,55 для армянских пемз и от 0,67 до 0,78 — для северо-кавказских.

Удельный вес пемзы довольно постоянен и составляет в среднем 2,45 — 2,50.

Температура плавления пемзы в зависимости от химического состава 1300 — 1400°.

Прочность пемзы определяется главным образом равномерностью сложения и толщиной стенок трубочек, образующих самый материал. Прочность пемзы при действии силы вдоль направления слоистости заметно выше, нежели в направлении, перпендикулярном волокнам, и колеблется в пределах 20—90 кг/см² вдоль волокон и 8—12 кг/см² в перпендикулярном направлении.

Морозостойкость пемзы, как показали лабораторные исследования, а также опыт построек последнего десятилетия, вполне удовлетворительная.

Хорошая сопротивляемость пемзы разрушительному действию мороза объясняется значительными размерами открытых пор, дающих возможность замерзающей воде свободно расширяться. Кроме того в крупных порах пемзы всегда остается некоторое количество воздуха, за счет сжатия которого возможно расширение воды при замерзании.

§ 25. Применение в строительстве. Обладая чрезвычайно малой теплопроводностью (примерно в 6—8 раз меньшей, нежели обыкновенного строительного кирпича) и малым объемным весом (в 3—4 раза легче обыкновенного строительного кирпича) пемза представляет собой прекрасный строительный материал, идущий в качестве заполнителя при изготовлении теплых растворов и бетонов (см. главу „Теплые бетоны“).

Кроме бетона пемза находит себе применение в строительстве при изготовлении пемзового кирпича и крупных блоков. В качестве вяжущего материала при изготовлении пемзовых изделий может применяться как портланд-цемент, так и обыкновенная воздушная известь. Способ изготовления пемзокирпича или блоков ничем не отличается от широко распространенного способа изготовления шлакобетонных камней.

Для изготовления известково-пемзового кирпича готовится раствор из одной части известки и 4—8 частей пемзовой муки с необходимым количеством воды. Этот раствор смешивается с мелким пемзовым щебнем, полученная масса прессуется в формах.

Средняя прочность известково-пемзового кирпича — 20—22 кг/см².

Если при кладке такого кирпича употребляется также известково-пемзовый раствор, то сооружение получается почти монолитное с одинаковой теплопроводностью по всему полотну кладки.

Для повышения прочности и ускорения сроков твердения пемзобетонных изделий в последнее время переходят на применение смешанных или чисто цементных растворов.

Здесь необходимо отметить еще одно чрезвычайно важное обстоятельство, подчеркивающее значение пемзы как строительного

материала. Замечено, что введение пемзовой мелочи, пыли в известковые и портланд-цементные растворы способствует повышению механических свойств этих растворов, а по отношению к цементным растворам сообщает им кроме того и устойчивость против различных химических реагентов. Не вдаваясь в подробности химических процессов, имеющих место в таких растворах, отметим, что очевидно кремнекислота пемзы (70% SiO_2) в состоянии связывать свободную известь, выделяющуюся в процессе твердения портландского цемента, и тем самым парализовать ее.

Б. ДИАТОМИТ И ТРЕПЕЛ.

§ 26. Определение и происхождение. Трепел и диатомит представляют собой легкую легко растираемую между пальцами или иногда несколько уплотненную горную породу, состоящую почти нацело из кремнезема.

Отсутствие достаточно разработанной номенклатуры горной породы этого класса повело к тому, что для одной и той же породы употребляются и в настоящее время различные названия. Так кроме трепела и диатомита встречаются обозначения — диатомовая земля, инфузорная земля, кизельгур, горная мука и т. д. Некоторые из этих названий, как например инфузорная земля, дают совершенно неправильное представление о природе и структуре породы.

По существу все горные породы этого типа могут быть разбиты на две группы: первая — диатомиты — состоит почти исключительно из панцирей диатомовых водорослей, отчасти из скелетов радиолярий и губок, вторая — собственно трепел, почти совершенно не имеющая остатков организмов и состоящая из аморфного кремнезема, главным образом опала, — в виде шариков разной величины, от 0,0025 до 0,005 мм.

Диатомит представляет собой породу органогенного происхождения. Основным материалом, послужившим для образования диатомитовых залежей, являются кремнеземистые скелеты водорослей — диатомей, живущих как в пресной, так и в соленой воде.

После смерти организма панцири диатомей падают на дно, и так как размножение диатомовых происходит с поразительной быстротой, то скопление панцирей может привести к образованию слоев значительной мощности.

По самому характеру своего образования диатомит содержит остатки органических веществ, а также глинистые и илистые примеси.

Что касается трепелов, то их происхождение возможно объяснить метаморфозом диатомитов, кремнекислота которых была растворена и затем отложена вновь. Не исключена возможность образования трепелов также и из сильно кремнеземистых известняков.

§ 27. Физические и химические свойства диатомитов и трепелов мало разнятся между собой.

Удельный вес высушенных при 105° проб того и другого примерно одинаков и равняется 2,40.

Объемный вес диатомитов и трепелов колеблется от 0,5 до

1,2—в зависимости от степени загрязнения илстыми и глинистыми примесями.

Обилие микроскопических полузамкнутых пор, заполненных воздухом, сообщает диатомитам и трепелам высокие теплоизоляционные свойства. Колебания коэффициента теплопроводности различных диатомитов объясняются не разницей химического состава, а исключительно сложением и целостью диатомитовых панцирей.

Содержание кремнекислоты в трепелах и диатомитах колеблется от 60% до 98%.

Приводим химический анализ трепелов Добужского месторождения.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Потеря при прокаливании
Средняя проба	75,8 —86,1	7,9 —10,1	2,8 —4,5	0,4 —1,9	0,5 —2,7	1,8 —4,6

§ 28. Месторождения в СССР. В СССР имеется значительное число месторождений как трепела, так и диатомита. Наиболее изучены с геолого-минералогической стороны месторождения: Добужское — в 8 км от ст. Добужа, Ряз.- Ур. ж. д.; Брянское — в районе Мальцевских цементных заводов; Средне-Волжская область — в Корсунском районе (Дурасовское); Северо-Западная область — в районе р. Луги, и т. д.

§ 29. Применение. В силу своих физических и химических свойств диатомит и трепел имеют обширное применение в различных отраслях промышленности.

В качестве строительного материала диатомит и трепел употребляется:

1) для устройства тепло- и звукоизоляционных слоев в виде а) натурального кирпича, б) искусственного кирпича—или с небольшой добавкой глины и последующим обжигом, или путем изготовления кирпича или блоков на каком-либо вяжущем веществе (портланд-цемент, известь, гипс и т. д.);

2) как гидравлическая добавка в смеси с воздушной известью;

3) как добавка к портланд-цементу, сообщающая последнему большую стойкость против действия различных химических реагентов, так как связывает выделяющуюся в процессе твердения цемента свободную известь (пуццолановые цементы Мальцевских цементных заводов);

4) в качестве заполнителя в виде песка или щебня при изготовлении теплых растворов и бетонов;

5) в смеси с асбестом и глиной в качестве изоляционной массы при обмазке паровых труб и т. д.

В. ОПОКА.¹

§ 30. Определение и условия залегания. Опока представляет собой, подобно трепелу и диатомиту, легкую горную породу,

¹ Инж. М. Домбровский. Опоко-бетон. „Строительство Москвы“, № 2, 1930 г.

сильно пористую, состоящую из аморфного кремнезема с незначительной примесью кварца, глауконита, глины и др.

Опока известна также под названием кремнистая глина, липкий сланец, гезы и др.

В природе опока встречается везде, где имеются залежи трепела и диатомита. Иногда она залегает в виде кусков различной формы и величины или в виде отдельных пластов, иногда в виде прослойки в толще трепелового или диатомитового залегания.

Большие залежи опоки находятся около Москвы, в Брянском районе. Опока залегает почти на поверхности, прикрывая собой залежи трепела. Мощность слоя опоки доходит до 2 м.

§ 31. Физико-химические свойства. Опока по своим физико-химическим свойствам несколько отличается от трепела и диатомита.

Опока обладает значительной твердостью, и применительно к шкале Мооса твердость ее составляет 4—5. При дроблении опока не крошится, а разбивается на куски с неровными, острыми краями.

В зависимости от твердости и пористости водонасыщаемость опоки колеблется от 5 до 30% по весу. Опока страдает от выветривания и, в отличие от трепела и диатомита, при этом распадается на остроугольные куски.

При большой твердости и устойчивости опока имеет незначительный объемный вес, несколько более 1000 кг/м^3 , но встречаются опоки и с меньшим весом — около 900 кг/м^3 .

Теплопроводность опоки колеблется в пределах от 0,15 до 0,22, т. е. она почти одинакова с пемзой.

Химический состав опоки представляет также некоторые особенности: 1) увеличенное содержание кремнезема, 2) меньшее содержание полуторных окислов, 3) более низкая потеря при прокаливании, что видно из табл. 2.

Таблица 2.

Химический состав	Диатомит	Трепел	Опока
Кремнезем SiO_2	75,66	80,12	89,72
Глинозем Al_2O_3	8,44	9,19	3,87
Окись железа Fe_2O_3	4,78	4,33	1,30
Известь CaO	2,08	1,23	0,92
Потеря при прокаливании	4,69	4,05	2,76

Некоторые сорта опоки содержат кремнезема до 97%.

§ 32. Применение. Опока наиболее всего применима для изготовления бетона в качестве щебня.

В размолотом виде при затворении с водой опока дает тесто, очень трудно перерабатываемое на ленточных прессах, почему для изготовления легковесных кирпичей лучше пользоваться трепелом и диатомитом. Такая непластичность массы объясняется меньшим содержанием в опоке глинозема и окислов железа.

Бетоны, изготовленные на щебне из опоки, при испытании показали почти одинаковую крепость с обыкновенным бетоном, но объем-

ный вес и коэффициент теплопроводности были значительно меньше, что видно из табл. 3.

Таблица 3.

Состав бетона	Объемный вес	Коэффициент теплопроводности
1 ч. цемента, 4 ч. песка, 6 ч. щебня	1 920	0,72
1 ч. цемента, 4 ч. песка, 6 ч. опoки	1 365	0,30

Г. АСБЕСТ.

§ 33. Определение и состав. Асбест представляет собой минеральное тело, обладающее способностью давать волокнистые или пленчатые минеральные образования.

В промышленности имеет значение лишь асбест волокнистого строения, который делится на две характерные группы:

- 1) змеевиковый асбест, или хризотил,
- 2) роговообманковый асбест.

Первый из них встречается в виде волокнистых скоплений, образующих прожилки в серпентине, второй — роговообманковый — отличается разновидностями и лучистым строением.

Главное значение для промышленности имеет хризотил, на долю которого приходится 95% всей продукции.

В минералогическом отношении хризотил есть разновидность минерала серпентина и по химическому составу представляет водный силикат магнезии: $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В весовом отношении это отвечает 13,5% MgO , 43,5% SiO_2 и 13% H_2O . В некоторых видах асбеста количество конституционной воды колеблется в сторону увеличения до 15% или понижения до 12%; последнее сильно отзывается на качестве асбеста в смысле уменьшения его эластичности, мягкости и прочности.

§ 34. Свойства. Асбест этой группы, или хризотил, отличается волокнистостью, и физические особенности последнего, как то: прочность, эластичность, тонкость, длина, огнестойкость, теплопроводность, кислото- и щелочеупорность и др. определяют его доброкачественность.

Обычно волокно такого асбеста дает временное сопротивление растяжению 40 — 80 кг/см².

В отношении огнестойкости он превосходит все органические волокна при температуре не выше 450°, при температуре выше 800°, при потере всей конституционной воды он становится хрупким и непрочным, при 1500° он плавится.

Асбест вообще отличается малою теплопроводностью и звукопроводностью, которые повышаются в распушенном его состоянии. Качества эти чрезвычайно ценны в асбесте и имеют наибольшее практическое значение.

Объемный вес мелковолокнистого асбеста равен 1000 кг/м³, тот же асбест в распушенном состоянии дает 400 — 700 кг/м³.

По цвету волокнистый асбест характеризуется от блестящебелого до желтого или оливково-зеленого цвета с металлическим блеском или отливом, просвечивает. В раздерганном по ниткам или распушенном состоянии он почти всегда белого цвета.

Твердость колеблется от 3—3,5, удельный вес — около 2,5.

Длина волокна асбеста определяет область его применения, а также и его рыночную ценность. Самое длинное волокно достигает 125—150 мм, что встречается очень редко, в большинстве же случаев длина его в 2—5 мм считается нормальной. В практическом отношении имеют значение волокна даже длиной в 0,5 мм и менее.

К числу недостатков волокнистого асбеста относится полная его растворимость в соляной и в особенности в серной кислотах.

Наоборот—роговообманковый асбест отличается полной нерастворимостью в кислотах, что и составляет преимущество при применении его в качестве фильтровального материала для фильтрпрес-сов в сахарном производстве.

§ 35. Месторождения. Главные месторождения замечательного по качеству волокнистого асбеста находятся в Северной Америке, в Канаде. Залежи эти имеют мировое значение, и количество добываемого асбеста составляет около 80% всей добычи в мире. В последнее время большие залежи волокнистого асбеста открыты были в Африке. Западная Европа очень небогата асбестом и для своей промышленности пользуется канадским продуктом.

Основу нашей асбестодобывающей промышленности составляют месторождения асбеста на Среднем Урале. В пределах последнего Баженовский район, расположенный в 30—40 км к северу от ст. Баженово Пермской ж. д., наиболее богат крупными залежами.

По качеству баженовский асбест является одним из лучших в мире, отличаясь как высокой прочностью, так и тониной волокна.

Кроме Баженовского района, на Среднем Урале имеются и другие месторождения асбеста, как в Алапаевском, Невьянском и других районах. Мощные залежи асбеста находятся также и в других районах, как Северо-кавказском, Минусинском, Забайкальском и др., где выработка асбеста ограничивается лишь незначительными размерами.

§ 36. Применение. Асбест стал широко применяться в промышленности только с начала текущего столетия. Быстрому и широкому распространению асбест обязан тому, что в его волокне заключается соединение целого ряда чрезвычайно ценных свойств: как-то: огнестойкость, высокая прочность, малая теплопроводность, сопротивление истирающим усилиям и т. д.

Применение асбеста в строительстве получило наибольшее развитие лишь к началу мировой войны 1914 г. В самое последнее время применение асбеста расширилось, и в особенности в строительном деле, до чрезвычайных размеров.

Для строительных целей наибольшего применения получили так называемые асбоцементные материалы, изготавливаемые из портланд-цемента (от 80 до 92%) и асбеста (от 20 до 6, а чаще от 10 до 16%).

Производство этих материалов обязано изобретению австрийцем Гатчеком способа получения асбоцементного листового материала на папп-машине.

Первоначально из этого материала готовились кровельные плитки вместо естественного шифера, затем стали готовить асбофанеру, в виде листов большого формата как плоского, так и волнистого вида, для обшивки стен и покрытия кровель. В настоящее время широкое распространение за границей получили асботрубы для водопроводов и водосточков.

Асбест с волокном от 2—3 мм идет преимущественно на изготовление асбестовых картона и бумаги, в дальнейшем потребляемых для производства асбестового толя, противопожарной, термической и электрической изоляции и проч.

Волокно в самом мелком его виде, короче 2—1.5 мм, находит применение для устройства асбестомагнезиальных полов вместо ксилолитовых, таких же тротуаров, наконец мастики и огнестойких красок.

Добывание асбеста у нас в Союзе сосредоточено в Тресте Урал-асбест, которым и приняты меры к выработке сортамента строительного асбеста.

Расценка стоимости асбеста определяется главным образом длиной волокон и составляет в среднем за 1 т франко—станция отправления около 25 р.

В заключение в табл. 4 приведен сортамент асбеста, разработанный Канадой, отвечающий различным его применениям.

Таблица 4.

Название сортов	Средняя длина волокон в мм	Применение
Шиферный . .	4—5	Асбесто - цементные: кровельный шифер, обшивочная фанера, волнистые листы, трубопроводы и пр.
Бумажный . .	2—3	Асбестовые войлок, картон, бумага.
Цементный . .	1—2	Асбестовые огнеупорные, кровельные и др. цементы, полы и различные изоляционные составы.
Мелочь	Менее 1 мм	Асбестовые штукатурка, полы, цементы, краски и т. п.

§ 37. Вопросы для самопроверки.

1. Какая разница в происхождении туфовой лавы и пемзы?
2. Чем можно объяснить морозостойкость пемзы?
3. Почему пемза ценится как строительный материал?
4. Чем отличается диатомит от трепела?
5. Почему диатомит и трепел получили в последнее время широкое применение в строительстве?

6. Какое влияние оказывает добавка диатомита к портланд-цементу (необходимо дать объяснение)?
7. Чем отличается опока от трепела и диатомита по происхождению и по свойствам?
8. Какое применение имеет опока в строительстве?
9. Почему в строительстве употребляется только волокнистый асбест?
10. Почему в распушенном состоянии асбест имеет белый цвет?
11. Какие наиболее ценные свойства асбеста?
12. Какое применение находят асбест в строительстве?

ЗАДАНИЕ 3-е.

ЛЕГКОВЕСНЫЕ КИРПИЧИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПУТЕМ ОБЖИГА.

А. ГЛИНЯНЫЙ ПОРИСТЫЙ КИРПИЧ.

§ 38. Общие сведения. Глиняный пористый кирпич не есть новый строительный материал: он изобретен был 2000 лет тому назад, и известны случаи его применения еще в древнем Риме.

Но в настоящее время, в виду перехода кирпичной промышленности на производство облегченного по весу кирпича, на него естественно прежде всего было обращено внимание.

Основная особенность пористого кирпича заключается в его облегченном весе и вместе с тем пониженной теплопроводности, что достигается путем введения в его массу мелкораздробленного воздуха. Назначение пористого кирпича при его облегченном весе и пониженной теплопроводности и состоит в том, чтобы, уменьшая толщину стены, уменьшить вместе с тем как собственный его вес, так и вес конструкций. Пористость кирпича, как известно, достигается примесью к глине горючей мелочи, в виде опилок, торфа, или каменноугольной мелочи. Эти органические добавки при обжиге выгорают, и образующиеся при этом поры и придают кирпичу основное его свойство.

В проекте стандарта на пористый глиняный кирпич ему дается следующее определение: „Пористый глиняный кирпич представляет собой выработанный из отощенной органическими примесями (древесные опилки, торфяная, угольная мелочь и т. п.) глины обожженный камень установленных формы и размера“.

§ 39. Производство. Пористый кирпич, как и обыкновенный, может готовиться ручным или машинным формованием, и в общем производство его мало чем отличается от сплошного. Машинный способ предпочтительнее однако же ручного. Производство пористого кирпича поставлено было между прочим на Вятском заводе. Материалами для сырья служили местная жирная глина и древесные опилки; последние добавлялись в пропорции 25, 30 и 50% по объему. При ручном формовании кирпич получился неудовлетворительного качества, главным образом вследствие плохого перемешивания без промеса в глиномялке.

Кирпич машинной выделки дал вполне благоприятные результаты, причем производство его заключалось в следующем: опилки были заблаговременно подготовлены просеиванием их через грохот с отверстиями в 1 см. Обработанная предварительно глина на вагонетках подвозилась в так называемый заготовительный шатер, состоящий из нескольких ящиков, глубиною в $\frac{1}{2}$ м, куда и

сваливалась. После разравнивания глина поливалась водою, и на нее насыпали, слоем определенной толщины, просеянные опилки и здесь же поливали водою. После первых слоев глины и опилок следующие слои чередовались в том же порядке до самого верха ящика. Увлажненная таким образом масса оставалась лежать от 3 до 5 суток в ящиках, после чего отправлялась на вагонетках к воронке Шликейзена на вальцы и через них попадала в цилиндр ленточного пресса. Пресс работал вполне исправно, равномерно распределяя опилки по всей массе. Лента однако же вследствие трения опилок проходила несколько медленнее, в общем же пресс оказался вполне пригодным для опилочной массы.

Сушка пористого сырца была воздушная—в сушилах на полках; продолжительность ее несколько большая, чем обыкновенного кирпича, но при этом почти не получается брака.

При обжиге пористого кирпича в обыкновенной гофманской печи никаких затруднений не получалось.

Полученный кирпич по качеству оказался лучше обыкновенного: равномерный цвет, однородный ясный хороший звук, отсутствие всяких деформаций. Почти весь кирпич выходит цельным без половинок. Пористый кирпич дает значительную экономию в топливе, примерно около 50%, при обжиге кирпича с добавкой 30% опилок до красного обжига.

Производственная стоимость кирпича, как это выяснилось на Вятском заводе, не дороже обыкновенного кирпича.

§ 40. Свойства. Абсолютный вес пористого кирпича зависит от состава и способа его производства. По опытным данным Моссиликата кирпичи, сформованные на механических прессах, дали следующие результаты (табл. 5):

Таблица 5.

Добавка	В процентах по объему	Абсолютный вес (в кг)	Уменьшение веса по сравнению с обыкн. (в процентах)
Каменноугольная мелочь	24	3,35	16
Торф	27	3,11	24
Древесные опилки	29	3,28	19

Таблица 6.

№	Состояние кирпича	Добавка опилок (в процентах)	Абсолютный вес кирпича (в кг)
1	Сухой	30	3,220
2	Насыщенный в течение 24 час.	30	3,660
3	Сухой	50	3,090
4	Насыщенный	50	3,608

Таким образом лучший результат в смысле облегчения веса дал торф, на втором месте каменный уголь и на третьем опилки. Какое влияние на абсолютный вес кирпича оказывает количе-

ство вводимой добавки, видно из табл. 6, составленной по данным Вятского завода.

Объемный вес кирпича в зависимости от его пористости по проекту стандарта допускается в пределах от 1500 до 600 кг/м^3 .

Объем пор в кирпиче по данным Лонга:

	%
Пористый кирпич	31,01
Обыкновенный	21,65
Плотный	12,72
Известковый раствор	26,00

Механическая прочность. По данным Государственного экспериментального института силикатов временное сопротивление на сжатие торфяной кирпич дал 39 и 48 кг/см^2 , а опилочный — 104 и 132 кг/см^2 .

Такую значительную разницу можно объяснить большою однородностью структуры опилочного кирпича по сравнению с торфяным. Более подробные сведения этих испытаний даны в табл. 7.

В табл. 8 помещены данные по кирпичу Моссиликата обжига 1927 г., пористому (опилочный), примененному для опытных домиков в поселке „Сокол“.¹

Таблица 7.

№	Отопощающий материал	Добавки (в процентах)	Временное сопротивление сжатию (в кг/см^2)	Применения
1	Торф	27	39—48	В сухом состоянии В насыщенном состоянии
2	Опилки	25	41—57	
3	То же	30	15—26	
4	То же	30	95—141	
5	То же	30	61—160	

Таблица 8.

Кирпич	Средний объемный вес		Среднее временное сопротивление сжатию (в кг/см^2)	Количество выдержавших замораживание
	в кг/м^3	в процентах		
Обыкновенный сплошной	1850	100	128	11—14
Пористый	1500	81	158	25

Примечание к табл. 7. Цифры 141—160 случайно повышенные, в среднем временное сопротивление равно около 40—50 кг/см^2 .

В табл. 9 приведены нормы объемного и абсолютного веса кирпича и временного сопротивления сжатию по проекту стандарта на пористый глиняный кирпич.

Таблица 9.

Марки	1	2	3	4	5
	не более				
Объемный вес (в кг/м^3)	1500	1200	1000	800	600
Средний вес одного кирпича (в кг)	3,0	2,4	2,0	1,5	1,2
Временное сопротивление сжатию (в кг/см^2)	80	70	60	—	—
	60	50	40	35	22
	40	35	30	22	15

¹ Архит. О. Вутке. Еще о пористом кирпиче. „Строит. промышленность“, № 4, 1928 г., стр. 286.

§ 41. Применение и преимущества. Пористый кирпич в кладке наружных стен жилых зданий дает наибольший эффект: он дает возможность заменить толщину в $2\frac{1}{2}$ кирпича толщиной в 2 и даже $1\frac{1}{2}$ кирпича, в зависимости от объемного веса кирпича и состава раствора.

По теоретическим расчетам с учетом практических данных пористый кирпич, по требованиям Института сооружений, должен удовлетворять следующим показателям:

		Толщина стены	Объемный вес кирпича (в кг/м³)
2	кирпича на теплом растворе		1 700—1 800
2	" " холодном "		1 400—1 500
$1\frac{1}{2}$	" " теплом "		1 150—1 250
$1\frac{1}{2}$	" " холодном "		около 1 000

Вообще же экономический эффект от перехода на стену в $1\frac{1}{2}$ кирпича, по сравнению с применением обыкновенного сплошного, выразится в следующем:

- 1) Из одного и того же количества кирпича можно выложить стены из пористого кирпича на 40—50% больше, чем из обыкновенного.
- 2) В виду того, что вес $1\frac{1}{2}$ -кирпичной стены из пористого кирпича составляет менее половины веса $2\frac{1}{2}$ -кирпичной стены из обыкновенного кирпича, получается значительное облегчение и удешевление фундамента.
- 3) При той же кубатуре здания увеличится площадь помещений.
- 4) Значительно ускорится производство работ по строительству, так как общий объем кладки сократится.

Б. ТРЕПЕЛЬНЫЙ КИРПИЧ.

§ 42. Общие свойства. Трепел или диатомит, как уже известно, представляет собой мелкообразную непластичную массу очень небольшого веса, легко растирающуюся в порошок. Подвергнутые тонкому измолу материалы эти приобретают значительную вязкость, при затворении же с водой масса становится настолько жидкой, что ее можно отливать в формы. Всушенная масса сохраняет свою форму, приобретая известную крепость, а после обжига крепость еще увеличивается. Одним словом масса эта становится похожей на керамическое вещество со всеми его особенностями.

Трепельная масса настолько пластична, что ее можно смешивать с более грубыми частицами трепела, что особенно важно при изготовлении из нее кирпичей. Кроме того она не теряет до известной степени своей пластичности при смешении с такими органическими примесями, как опилки или торф; последнее свойство является очень важным при изготовлении более легковесного пористого трепельного кирпича.

Трепельный диатомовый кирпич готовится одинаковых размеров с обыкновенным глиняным кирпичом, и производство его в общем мало чем отличается от глиняного. При обжиге он никогда не должен подвергаться действию очень высоких температур. Трепел и диатомит, заключая в своем составе такие минералы, как опал, халцедон и кристобалит, уже при температуре 1100—1400° дает пере-

кристаллизацию их, вследствие чего обнаруживается значительное расширение кирпича, остекловывание его с поверхности и пр. По этой причине обжиг его нужно производить не выше 1000°.

Из трепела и диатомита могут изготавливаться следующие разновидности легковесного кирпича:

- 1) чисто трепельный кирпич без всяких добавок,
- 2) сплошной глино-трепельный кирпич с введением известного количества глины,
- 3) пористый диатомовый кирпич,
- 4) глино-трепельный пористый кирпич,
- 5) легкий термоизоляционный пористый диатомовый кирпич,
- 6) укрупненный диатомовый кирпич.

§ 43. Чистотрепельный диатомовый кирпич. Строительный кирпич из трепела впервые стал готовиться в Германии. У нас в СССР с этой целью трепел стал применяться сравнительно недавно, причем до настоящего времени изготовление трепельного кирпича носило полупыльный, полупроизводственный характер. Сравнительно в небольшом объеме производство изоляционного кирпича существует у нас в Союзе на заводах Центрошамота в Боровичах, на Щекинском, Москвугля и на заводе Моссиликата близ ст. Кудиново.

Только в последнее время вблизи месторождений трепела запроектировано три больших завода: на ст. Инза Моск.-Каз. ж. д. в Сенгилее—близ гор. Ульяновска и в Корсуни. Производительность каждого из заводов рассчитана кроме 20 тыс. *т* молотого трепела, на 10 млн штук кирпича.

Технология производства трепельного кирпича в виду разнообразия свойств, строения и состава трепелов и диатомов может резко меняться.

На основании с одной стороны лабораторного опыта и с другой—изготовления кирпича в заводской обстановке, можно установить два метода его приготовления—мокрый и полусухой.

При мокром способе сырье в естественном виде или в хорошо высушенном состоянии после размалывания и тщательного перемешивания затворяется водою до получения густого пластического теста. Измельчение сырья производится механически, для чего необходимо наличие бегунов или дробильных вальцев.

Из полученной массы формуется кирпичи по наливному способу, как и при изготовлении обыкновенного глиняного кирпича. Механическое прессование производится на обыкновенных ленточных прессах, причем мунштук должен быть так переэкструирован, чтобы давление на массу не было бы чрезмерным; влажность массы должна быть не выше 60%.

Иногда полезно для прессования высушивание—проявление массы, в особенности когда масса недостаточно хорошо промята. Кирпич, сформованный из очень мягкой массы, дает много брака как при перевозке, так в особенности при искусственной сушке. При прессовании жидкая масса также не дает удовлетворительных результатов: кирпич получается расплывающимся. При недостаточном прессовании приходится сырцу давать подпрессовку, что лучше всего делать на второй день; подпрессованный таким образом кирпич получает большую плотность и прочность.

Отформованный сырец подвергается естественной или искусственной сушке. Процесс сушки на воздухе в среднем продолжается от 12 до 20 дней, что зависит от состояния погоды и от природы самого сырья.

Искусственная сушка кирпича значительно сокращает время сушки и при температуре в $65-70^{\circ}$ может быть закончена в 25—26 час. Ориентировочно можно считать, что трепел может быть высушен в $1\frac{1}{2}-2$ раза быстрее глины. Особенность процесса сушки заключается в том, что в начале сушка идет очень интенсивно и сырец быстро теряет значительную часть своей влаги, а затем идет замедленным темпом.

На характер сушки оказывает влияние природа сырья: при чисто диатомовом кирпиче возможна очень быстрая и резкая сушка и температурные колебания не оказывают при этом никакого влияния на его прочность. Трепельный же кирпич и особенно глиняно-трепельный в этом отношении мало чем отличается от обыкновенного, и всякое резкое изменение температуры, струя воздуха и сквозняки вызывают появление в обильном количестве мелких трещин, отражающихся отрицательно на крепости обожженного кирпича.

Линейная усушка кирпича также очень своеобразна и для трепельного кирпича колеблется в пределах от 3—5% и редко достигает 6%, для диатомового же кирпича она еще ниже.

Особенность усушки еще заключается в том, что она прекращается еще задолго до выделения всей влаги из кирпича, благодаря этому обжиг кирпича может быть начат при содержании в нем влажности в размере 10% и даже больше. Однако же обжиг такого еще не просушенного кирпича нужно вести очень осторожно, в особенности в первый период, так как в нем могут образоваться трещины.

Обжиг высушенного кирпича производится при температуре $900-950^{\circ}$ и никак не выше 1000° . Повышенная температура дает остекловывание поверхности, черепок кирпича получается спекшимся, продукт теряет все качества нетеплопроводного материала, обращаясь почти в клинкер.

Кроме того обжиг при температуре выше 1000° вызывает значительную усадку, доходящую до 12% и даже более, в то время как при нормальном обжиге таковая очень незначительна и едва превышает $1-1\frac{1}{2}\%$.

Что касается до продолжительности обжига, то он протекает очень быстро, что должно быть приписано высокой пористости материала. Весь обжиг кирпича при обычных условиях продолжается не более 48 час., считая с момента садки вплоть до выгрузки; при самых благоприятных условиях обжиг может быть закончен даже в 24 часа.

При полусухом способе производства трепел применяется в воздушно-сухом состоянии, размолотый в порошок с добавлением в количестве от 15 до 20% крупного трепела, в виде зерен размером 1—1,5 см. Только перед самой прессовкой для связывания отдельных частиц добавляется небольшое количество воды. Количество воды меняется в зависимости от качества сырья.

Прессование производится или на ручных прессах или механи-

ческих — системы Дорстена или других, для предварительного же измельчения сырья необходимо наличие бегунов или дробильных вальцев.

Процесс сушки сырца при полусухом способе идет быстрее, чем при мокром и вообще продолжительность сушки трепельного кирпича сокращается на 25—30% в сравнении с глиняным.

Продолжительность обжига кирпича также значительно сокращается.

Свойства. Цвет трепельного кирпича светлее обыкновенного глиняного, что зависит главным образом от сырья; при некоторых сортах диатомита он может быть почти белым. Хорошо изготовленный кирпич с хорошим обжигом при ударе молотком дает чистый звук.

Водонасыщаемость трепельного кирпича по сравнению с глиняным очень велика, но высыхание его или отдача влаги проходит значительно скорее и интенсивнее. По опытам, произведенным в Институте прикладной минералогии, водонасыщаемость кирпичей по весу разных составов следующая:

диатомовый чистый кирпич	70—80%
трепельный „ „	70%

Крепость кирпича. На механическую крепость трепельного кирпича оказывает больше всего влияние величина давления при прессовании. Более сильное прессование дает больший объемный вес и плотное сложение обожженного кирпича. Степень влажности массы также влияет на крепость кирпича. При сильном прессовании, в ленточном прессе, при влажности 55 и 10% содержание глины — сопротивление на сжатие на 72% больше, чем при влажности 62% и на 108% — влажности массы 78%.

По данным Государственного института сооружений (сообщение 18) временное сопротивление сжатию — от 60 до 250 кг/см². Для кирпича из уральских диатомитов — в среднем 110 кг/см², из добужского трепела — 60 кг/см². Сопротивление на сжатие насыщенного образца почти одинаково с сопротивлением такого же сухого образца.

Объемный вес. По тем же данным объемный вес чисто трепельного кирпича зависит прежде всего от природы сырья и меняется в пределах от 700 до 1200 кг/м³, причем наименьший объемный вес дают уральские диатомиты, а наибольший — троицкие и глубоко лежащие ирбитские. Обычный же вес трепельного диатомового кирпича — от 800 до 1000 кг/м³.

Теплопроводность Коэффициент теплопроводности трепельного кирпича зависит как от природы трепела, так и от способа прессования.

По тем же данным коэффициент трепельного кирпича из уральского трепела в среднем около 0,18, из добужского трепела, изготавливаемого Моссиликатом, — около 0,24.

Водонасыщаемость того же уральского кирпича 40—50%.

Морозоупорность трепельного кирпича главным образом зависит от природы сырья, степени измельчения сырья, а также и от рода прессования. Кирпич, приготовленный из инзенского диатомита, вполне морозостоек, а изготовленный из добужского трепела не

отличается постоянством. Влияние ленточного пресса при этом сказывается больше всего.

В табл. 10 даны наиболее характерные данные по трепельному и глино-трепельному кирпичу.

Таблица 10.

№ по пор.	Кирпичи	Колич. влаги (в %)	Температура обжига (в ° Ц)	Вес обожженного кирпича (в кг)	Вес сырца (в кг)
1	Трепельный „Ииза“ . .	35—40	700—800	1,245	2,35
2	„ „ „ . .	70—80	800	1,312	2,62
3	„ „ „ . .	до 80	1000	1,113	3,10
4	„ „ „Сивгелей“	25—30	900	1,050	—

§ 44. Сплошной глино-трепельный кирпич. Свойства глино-трепельного кирпича зависят преимущественно от соотношения количества глины и трепела, на объемный же вес влияет также и объемный вес составных частей кирпича.

По опытным данным глину желательно добавлять в количестве не свыше 35% по весу. При изготовлении необходимо соблюдать, чтобы масса была хорошо promешана, вполне однородна, без крупных включений опоки или трепела.

Объемный вес кирпича при введении в состав массы глины увеличивается при всех трепелах и диатомитах.

Кирпич, приготовляемый Моссиликатом и состоящий из 75% трепела и 25% глины, имеет объемный вес 1200,¹ временное сопротивление сжатию в среднем 70 кг/см при коэффициенте теплопроводности 0,30. Этот кирпич применяется, как и сплошной трепельный, для кладки стен и заполнения каркасных конструкций, при толщине стены в 1½ кирпича, заменяющий стену в 2½ кирпича.

Кирпич, приготовленный из трепела и глины, взятых поровну, после сушки в течение 5 дней и обжига в 4½ дня, по опыту, произведенному на заводе в Средне-Волжском крае, дал объемный вес в 1,72 кг/см³ и временное сопротивление в 62 кг/см².

§ 45. Пористый диатомовый кирпич. Пористый диатомовый кирпич получается из уральского диатомита с примесью выгорающих при обжиге опилок, торфа и др.

Объемный вес таких кирпичей в зависимости от количества добавок колеблется в пределах от 600 до 650, причем при большом количестве он уменьшается.

Пористость же и влагоемкость кирпичей при увеличении добавок увеличивается. Механическая прочность пористых кирпичей значительно меньше сплошных трепельных, и по данным ГИС временное сопротивление сжатию заключается в пределах от 30 до 50 кг/см².

По данным Уральского областного бюро пористый трепельный кирпич с добавлением древесных опилок дает следующее:²

¹ По данным Государственного института сооружений, сообщение 18.

² Ииж. И. П. Крупнов, О кирпиче из трепела, „Строит. пром.“, № 9, 1927.

1) пористый диатомовый кирпич с опилками	50% — объемный вес . . .	0,86
" " " " "	50% — врем. сопротивл. . .	64,8
2) " " " " "	60% — объемный вес . . .	0,79
" " " " "	60% — врем. сопротивл. . .	13,2

Этот кирпич применим как для заполнения каркасных конструкций, так и для кладки стен зданий высотой от 1 до 3 этажей.

§ 46. Глино-трепельный пористый кирпич. Глино-трепельный пористый кирпич изготавливается из глино-трепельной массы с добавлением выгорающих примесей, преимущественно древесных опилок.

Изготовление такого кирпича, как оно установилось на заводе у ст. Кудиново, заключается в следующем: сухая измолотая глина, взятая в известном количестве, засыпается в воду и периодически взбалтывается веслом. Дня через два, когда глина совершенно распустится, в жидкую массу засыпают в установленном количестве измолотый трепел, и масса хорошо перемешивается. Через день готовая масса процеживается через сито с отверстиями в 2 мм и в особом корыте смешивается в определенной пропорции с опилками, предварительно просеянными. При ручном производстве перемешивание производится руками самым тщательным образом. Затем уже масса поступает для формования в бездонных формах, уложенных на доску по несколько штук. На этой же доске сырец переносится на место сушки, через 2—3 дня, когда масса окрепнет, после чего освобождается от формы. Сушка может производиться как естественная, так и искусственная.

Обжиг сырца в данном случае производится в обыкновенной гофманской печи при температуре 1000°. Процесс обжига этого кирпича требует очень большого внимания, малейшее изменение температуры резко отражается на качестве материала.

Кирпич на этом заводе вырабатывается по особым заказам, и размер его после обжига $300 \times 150 \times 60$ мм.

При объеме в 2700 см^3 и весе обожженного кирпича в 1350 г объемный вес — 0,50 г. По данным же Института металлов объемный вес колеблется от 0,39 до 0,43 кг/см^3 .

Сопротивление сжатию в воздушно-сухом состоянии очень невелико и колеблется от 3,4 до 4,2 кг/см^2 .

Дозировка опилок изменяется в зависимости от необходимого объемного веса и назначения кирпича. По дозировке, принятой Моссиликатом, кирпич этот изготавливается с объемным весом 400, 500, 800 и 1200 кг/см^3 .¹

Временное сопротивление сжатию такого кирпича при объемном весе в 1200 кг/см^3 в среднем составляет 60 кг/см^2 , коэффициент теплопроводности его — около 0,28. При объемном весе же от 400 до 800 кг/м^3 временное сопротивление — в среднем от 3 до 11 кг/м^2 , а коэффициент теплопроводности — от 0,07 до 0,11.

Что касается до применения кирпича, то оно меняется в зависимости от объемного веса: кирпич объемного веса 1200 кг/см^3 применяется для кладки стен и заполнения каркасных конструкций, при толщине стены в $1\frac{1}{2}$ кирпича, которая заменяет стену толщиной в $2\frac{1}{2}$ кирпича из обыкновенного кирпича. При объемном весе

¹ По данным Государственного института сооружений, сообщение 18.

в 800 кг/м^3 — для термической изоляции. Стена толщиной в 1 кирпич, выложенная из кирпича объемного веса 800 кг/м^3 , может заменить кладку в $2\frac{1}{2}$ кирпича из обыкновенного глиняного кирпича.

§ 47. Легкий термоизоляционный пористый диатомовый кирпич. Этот кирпич готовится преимущественно из Уральского диатомита с примесью опилок или торфа, выгорающих при обжиге. Объемный вес такого кирпича очень небольшой и меняется в пределах от 250 до 450 кг/м^3 , временное сопротивление сжатию тоже невелико, — от 1 до 12 кг/см^2 , коэффициент теплопроводности — от 0,45 до 0,10. Кирпич этот непригоден уже для кладки стен и каркасных заполнений и применяется исключительно для термической изоляции котлов, холодильников и пр.

§ 48. Укрупненный диатомовый кирпич. Благодаря чрезвычайной легкости диатомового кирпича получается возможность изготовлять из такого же материала камни увеличенного размера $370 \times 250 \times 120 \text{ мм}$ общим весом от 10 до 12 кг. По своим размерам и незначительному весу он с удобством может применяться для ручной кладки, при этом получается экономия как на рабочей силе, так и на растворе.

§ 49. Вопросы для самопроверки.

1. Какое преимущество имеет легковесный кирпич перед обыкновенным при применении его в строительстве?
2. На чем основано производство пористого кирпича?
3. Какие преимущества имеет сплошной трепельный кирпич перед глиняным?
4. Чем отличается производство трепельного кирпича от глиняного?
5. От чего зависит крепость глино-трепельного пористого кирпича и в какой мере? (Изобразить в виде графика.)
6. Куда применяется глино-трепельный пористый кирпич в зависимости от объемного веса и почему?
7. Для чего готовится легкий термоизоляционный пористый диатомовый кирпич?
8. Какая выгода в изготовлении укрупненного диатомового кирпича?
9. Какой кирпич выгоднее готовить при наличии трепела — пористый, глиняный или глино-трепельный пористый?
10. Требуется сделать сравнение в виде схемы свойств обыкновенного кирпича с разными видами легковесных кирпичей.

ЗАДАНИЕ 4-е.

ЩЕБЕНИСТЫЕ И СЫПУЧИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ПУТЕМ ОБЖИГА.

А. КЕРАМЗИТ.¹

§ 50. Характеристика. Керамзит представляет собой продукт термической обработки некоторых родов глин, применяющихся при производстве строительного кирпича. Он характеризуется как пемзовидный материал с замкнутыми порами и вследствие своей легкости может применяться как мелкий и крупный заполнитель для теплых бетонов.

Необходимым условием для образования замкнутых пор в обжигаемой глине является определенное содержание в ней окислов железа, в среднем от 6 до 8% по весу. При недостаточном количестве

¹ Е. Костерко и П. Пшеницын. Керамзит. Строит. материалы, № 2—3, 1931.

последних они могут восполняться добавкой тонко измолотой железной руды.

Присутствие в глине в означенной мере железной руды способствует образованию при обжиге тягучей длинноплавкой массы с значительной амплитудой, в пределах 1000—1150°, между размягчением и плавлением.

В конечной стадии обжига при температуре 1100—1150° происходит процесс образования замкнутых пор, в результате которого получается пемзообразный материал с объемным весом около 0,9.

Образование замкнутых пор в обожженной глине может быть объяснено образованием новых силикатных соединений, в которых железо входит уже в закисной форме. Выделяющийся при этом кислород или образующаяся при смешении кислорода с продуктами горения окись углерода вспучивает вязкую массу и вызывает в ней явления замкнутой пористости.

§ 51. Технология производства. На основании опытных данных, полученных при ползаводской обстановке, в настоящее время намечаются следующие технологические приемы производства керамзита. Воздушно-сухая глина с добавкой плавня, в виде красной железной руды, измельчается под бегунами; если к глине добавляется органическая крошка — опилки или торф, то таковые предварительно очищаются от щепы, коры и других посторонних примесей.

Подготовленные таким образом материалы тщательно перемешиваются и затем из массы формуется строительные кирпичи стандартного размера или плиты толщиной 4—5 см. Сформованные сырцы высушиваются в тоннельной печи и затем в той же печи подвергаются обжигу. Обжиг составляет наиболее важный процесс производства и должен вестись с наивозможной осторожностью.

Наблюдение показало, что садку кирпича в печи можно поднимать не выше трех рядов или около 50 см в высоту, в противном случае кирпичи сплавляются между собой в общую массу, в виде одного кома.

Существующие типы кирпичных печей, так же как и шахтные печи, оказались не совсем пригодными для обжига керамзита. Институтом сооружений в настоящее время спроектирована и построена специальная опытная печь с постоянным огнем, работа которой и даст возможность получить необходимые указания для проекта заводской печи.

Предполагается, что керамзитовый сырец будет поступать в такую печь без предварительной сушки и будет проходить в ней три зоны обжига. В первой трети печи происходит удаление влаги из сырца, во второй трети, при температуре в 800°, — обжиг и в третьей, при температуре 1100—1150°, — вспучивание материала.

Повышение температуры до 800° может происходить очень быстро. С 800 до 1000° температура поднимается в течение 4—4½ час., в этот промежуток происходит выгорание органических примесей; в дальнейшем температура быстро повышается и в течение 30—40 мин. доходит до 1140°, здесь же и происходит процесс вспучивания глины, продолжительность которого 1—1½ часа. Повышение температуры при этом должно происходить постепенно, в противном случае может получиться не пористый, а неравномерно пузыристый продукт.

Готовый продукт приобретает темнобурый или почти черный цвет, что происходит вследствие перехода окисных соединений железа в закисные.

Обожженная масса при правильном обжиге хорошо вспучивается, причем по периферии ее получается тонкая оглазированная пленка.

Иногда же вспучивание массы бывает неодинаково даже при одном и том же составе смеси, и структура меняется от ноздреватопористой до мелкопористой.

Добавка опилок или других органических примесей по опытным данным гарантирует в известной степени получение равномерно-пористого продукта. Добавка эта должна выгорать до спекания и начала плавления массы, в противном случае не произойдет вспучивания, и весь материал будет испорчен.

После обжига и медленного остывания продукт подвергается дроблению в щбенку и измельчению для получения песка. В конце-концов происходит рассортирование полученного материала.

§ 52. Свойства. Известным изменением обжига керамзит может быть получен различных степеней пористости, а следовательно плотности и крепости. Объемный вес керамзита может меняться от 200 до 1800 кг/м³, а для строительных целей — в более узких пределах — от 400 до 1200 кг/м³. Легче же всего получить объемный вес от 500 до 800 кг/м³. Получаемая смесь из мелкого и крупного заполнителя для бетона надлежащего гранулометрического состава имеет объемный вес от 600 до 800 кг/м³.

Объемный вес бетона с керамзитовым заполнителем может колебаться в зависимости от вяжущего вещества и состава от 1000 до 1300 кг/м³.

Механическая прочность керамзита в среднем выше пемзы: при объемном весе пемзы в 550 кг/м³ временное сопротивление сжатию около 20 кг/см²; для керамзита же, при несколько меньшем объемном весе — в 500 кг/м³, — временное сопротивление несколько выше — 22 кг/см².

Вследствие малого содержания или даже полного отсутствия серы керамзит может считаться незаменимым легким и дешевым заполнителем для железобетонных.

В отношении крепости бетонов, приготовленных на керамзитовых заполнителях, имеется лишь несколько ориентировочных цифр: такой бетон с заполнителями крупностью от 0,2 до 30 мм, надлежащего гранулометрического состава, при расходе цемента в 250—270 кг при испытании на сжатие показал временное сопротивление через 28 дней в 70 кг/см². Вес его в воздушно-сухом состоянии — 1150 кг/м³.

Более плотные бетоны, от 1300 до 1400 кг/м³, должны дать повышение прочности до 100 кг/см².

При употреблении керамзитового бетона или бетонных камней для жилых построек толщину стены можно принять, в зависимости от климатических условий, от 40 до 25 см.

Стоимость керамзитового заполнения по данным Института сооружений ориентировочно определяется в 10 р. за 1 м³.

В Германии имеется особый патент на материал, получаемый из глины в виде шариков, обожженных до температуры плавления. По всей вероятности это особый вид керамзита.

Б. ДОМЕННЫЕ ШЛАКИ.

§ 53. Происхождение. Доменные, или металлургические, шлаки получаются в качестве побочного продукта при добывании чугуна из руд в доменных печах.

Доменный шлак представляет собой расплавленную горную породу, всегда входящую в состав руды и называемую пустою породою.

Сама по себе пустая порода весьма тугоплавка. Для понижения температуры плавки к руде предварительно добавляют различные вещества, способные образовать в доменной печи с пустою породою легкоплавкие стеклообразные соединения. Добавленные вещества называются флюсами или плавнями. Состав флюса зависит от состава пустой породы, и чаще всего флюсом является известь. При плавке пустой породы образуются двойные силикаты алюминия и извести в виде расплавленного стекла, которые обладают значительно меньшим удельным весом, чем чугун, почему при образовании в горне печи жидкого чугуна они плавают над поверхностью последнего. Для отделения их от чугуна они периодически выпускаются из домны и представляют собой то, что носит название шлака.

В зависимости от состава руды и добавляемых флюсов шлаки могут получаться кислые, нейтральные и основные. Если шлак содержит на одну молекулу кремнезема и глинозема менее одной молекулы извести (CaO), то он называется кислым, если более, то основным, при одинаковом содержании того и другого — нейтральным.

Кислые и нейтральные шлаки не обладают гидравлическостью, основные же шлаки, смешанные с известью, сообщают ей гидравлические свойства.

§ 54. Свойства. Цвет шлаков бывает очень различен и зависит как от состава, так и от быстроты охлаждения. Светлые шлаки вовсе не заключают в своем составе закиси железа и марганца, при небольшом количестве их шлаки приобретают зеленый цвет, при большом же их содержании цвет шлака становится черным. При отсутствии большого количества серы закись марганца придает шлаку желтовато-зеленый цвет. По степени вязкости шлаки делятся на 1) вязкие шлаки, богатые кремнеземом, в особенности в присутствии: глинозема и окиси магния, при большом содержании окиси магния они делаются клейкими, и 2) ломкие шлаки — богатые окисью извести и бедные кремнеземом и глиноземом.

По сложению шлаки бывают стекловидные или аморфные, каменные или плотные и кристаллические. В большинстве же случаев доменные шлаки аморфные, а иногда содержат примеси кристаллических веществ.

Доменные шлаки при быстром охлаждении получают стекловидными, при медленном — каменистыми.

Кислые шлаки застывают в аморфную стекловидную массу, с трудом подвергаются кристаллизации, в расплавленном же виде отличаются вязкостью и вытягиваются в нити, образуя так называемую шлаковую шерсть, применяемую для термоизоляции.

Основные шлаки в жидком виде вязкостью не обладают, при застывании приобретают хрупкость и при медленном охлаждении не получают стеклообразного вида. При содержании в шлаке извести

более 45%, а кремнезема не менее 33% они, находясь на воздухе, со временем обращаются в муку.

Основные шлаки при содержании в них в значительном количестве извести, при быстром охлаждении водой или паром, застывают в виде неодинакового размера зерен или песчинок. При быстром охлаждении в них не успевает произойти процесс кристаллизации и получается стеклообразное строение, и шлаки сохраняют значительную химическую активность; таким образом полученный шлак называется гранулированным шлаком; он обладает всеми свойствами гидравлических добавок.

Доменные шлаки с большим содержанием SiO_2 , MnO и Fe_2O_3 , или так называемые кислые шлаки, представляют инертную массу, неспособную проявлять сцепляемость за счет собственного содержания извести.

Этого рода шлак, называемый в практике жестким, очень прочен, остроуголен и может заменять после просевки песок. Особенность его та, что при употреблении в бетоне он не дает никакого уплотнения и объем его остается без всякого изменения.

При естественном затвердевании шлака, т. е. в негранулированном его состоянии, им можно пользоваться как хорошим кусковым камнем.

Основные доменные шлаки, т. е. содержащие в своем составе извести до 50%, в гранулированном виде дают менее прочную массу, без особенного труда растираемую усилием руки. Однако от лежания на воздухе с течением времени зерна шлака твердеют и так сцепляются между собой, что сопротивление их на сжатие достигает 20 кг/см².

Таким образом свежие шлаки этого рода до употребления в дело должны вылежаться на открытом воздухе не менее 3 месяцев, после чего лишь они становятся годными для употребления в бетон, кирпич или растворы.

Зерна гранулированного шлака по величине распределяются по объему таким образом:

Размер зерен в мм	50—25	25—15	15—10	10—5	5—3	3 и меньше
Процент по объему	0,5	1,5	3	40	40	15

Влажность вынутого из воды гранулированного шлака значительна и достигает 30%; для пользования он должен быть предварительно высушен.

Объемный вес кислых или жестких шлаков составляет 1300 кг/м³, основные шлаки значительно легче, и вес колеблется в пределах от 650 до 1150 кг/м³, в зависимости от продолжительности лежания, а следовательно и уплотнения, а также и содержания тяжелых окислов.

Объемный вес гранулированного шлака по опытным данным Государственной испытательной станции в Берлине зависит от рода

его и образования и колеблется в рыхлом состоянии от 0,274 до 1470 кг/л и в уплотненном — от 0,431 до 1,6 кг/л.

В табл. 11 приведены средние величины объемного веса в рыхлом состоянии шлакового и обыкновенного песка, а также портланд-цемента.

Таблица 11.

№	Наименование материала	Вес 1 литра (в кг)
1	Шлаковый песок, легкий	0,500
2	" " "	0,610
3	" " тяжелый	0,940
4	" " "	1,100
5	Естественный песок	1,320
6	Гравий	1,500
7	Портланд-цемент	1,170

Доменный шлак, как известно, получил применение в качестве примеси к портланд-цементу при производстве шлако-портланд-цемента; с другой стороны доменный шлак употребляется также и при производстве обыкновенного портланд-цемента, заключая в себе все необходимые элементы последнего; для этой цели шлак приходится лишь корректировать добавлением недостающего вещества. В последнее время доменный шлак стали употреблять для изготовления бетона и на выделку шлаковых кирпичей и тепло-бетонных камней, а также для так называемых теплых растворов.

§ 55. Химический состав. Как пример приводится в процентах химический анализ доменного шлака Днепровского завода:

SiO ₂	33,2	MgO	2,57
R ₂ O ₃	8,59	MnO	0,23
FeO	0,68	SO ₃	0,18
CaO	49,04	CaS	5,91

В. ТЕРМОЗИТ.

Искусственный пористый камень, получаемый в Германии из сильно основных шлаков особым способом отгранулированных. Термозит как пемза легкий, негигроскопичен, равномерно порист и относительно прочен. Объемный вес — 300 куб/см³, т. е. в два раза легче пемзы; коэффициент теплопроводности — 0,072. Крепость бетона, приготовленного на термозите, при составе 1:2:4 через 28 дней — 112 кг/см² и — 1:2:8 — 48 кг/см².

Синтопорин. Патентованный в Германии материал подобно термозиту, получаемый однако из кремнеземистого шлака; последний в расплавленном состоянии выпускается из доменной печи в совершенно сухую основную массу, после чего измельчается. Получаемые поры в объеме 80% от массы замкнутые. При объемном весе в 600 кг/м³ теплопроводность синтопорита — 0,16. Синтопорит огнестоек, хорошо сопротивляется вибрациям и крепко сцепляется с железом. Объемный вес бетона, из него приготовленного от 1100 до 1400.

У нас эти материалы под общим названием термозита впервые

были получены Уралвисом в 1930 году путем опытных установок на нескольких уральских заводах.

Объемный вес термозита в щелке около 400 кг/м^3 . Термозитовые камни при объемном весе в 1100—1200 обладают крепостью в $15-20 \text{ кг/см}^2$.

Термозит у нас получается из основных и кислых шлаков; при выделке их необходимо учитывать температуру шлаков, состав их и количество воды в ванне; при излишнем количестве воды шлак получается не крупными кусками, а песком. При удачном подборе всех условий термозит можно получить различных качеств. Практические пределы для объемного веса $200-1600 \text{ кг/м}^3$ и механической прочности $4-200 \text{ кг/см}^2$.

Г. КОТЕЛЬНЫЕ ШЛАКИ (ГАРЬ).

§ 56. Каменноугольные шлаки.¹ Определение. Котельный шлак или гарь представляет собой отброс при сжигании минерального топлива в котельных установках. Отбросы эти накапливаются в громадном количестве, занимают большие пространства, и удаление их всегда бывает сопряжено с большими расходами.

Между тем котельный шлак обладает очень ценными свойствами, которые с успехом могут быть использованы в строительном деле. Отбросы эти давно уже применялись для изготовления бетонов, пустотелых камней и пр. Однако неумелое их применение и малое знакомство с их свойствами часто приводило к плохим результатам. В последнее же время после подробного исследования и изучения их свойств шлаки стали употреблять с полным успехом для получения так называемых теплых растворов и бетонов и изготовления из последних теплобетонных камней.

Котельный шлак, получаемый из топок при сжигании минерального топлива, представляется в виде смеси, в которую входят следующие составные его части:

1) провал, получающийся в зольнике, является смесью золы с несгоревшим минеральным топливом в виде более или менее крупных кусков и составляет иногда значительную часть провалившегося через решетку;

2) зола имеет вид рыхлого вещества, в зависимости от количества попавших в нее несгоревших мелких частиц минерального топлива и шлака, отличается большим разнообразием как по составу, так и по наружному виду и цвету;

3) шлак котельный имеет или характерное ноздреватое или сплошное стекловидное сложение, что зависит как от сорта минерального топлива, так и от условий сгорания его в топке. Ноздреватый шлак отличается рыхлостью и малой прочностью и при падении легко разбивается на куски. Стекловидный, наоборот, — очень тверд и крепок. Куски шлака иногда встречаются значительных размеров;

4) унос — это рыхлая, легкая порошкообразная масса серовато-желтоватого цвета. При своей легкости она выносятся из топок тягой дымовой трубы и осаждаются в особых камерах. Количество его достигает иногда 20% от прочих веществ.

Выгружаемые из топки шлак и зола обыкновенно складываются

¹ Проф. Н. Лахтин. „Строит. промышленность“, № 3, 1926 г. Гарь и шлаки.

в одно место и составляют тот отброс, который в обиходе известен под названием гари, изгари, нажига и пр. В эту смесь попадает также и самая мелкая фракция, так называемый унос.

Так как в минеральном топливе заключаются глинистые примеси, которые после обжига приобретают свойства гидравлических добавок, то в измельченном виде эти шлаки при добавлении их к воздушной извести придают ей гидравлические свойства.

Все перечисленные части котельного отвала, за исключением провала, могут применяться как заполнители для бетонов, лишь бы в них не было серы.

Рыхлые сорта шлаков считаются лучшими, так как вследствие большой пористости изготовленный из них бетон является более легковесным и менее теплопроводным. Провал, заключающий в себе значительное количество несгоревшего минерального топлива, может оказать вредное влияние на прочность бетона. В особенности негоден для этой цели провал от бурого и других более слабых сортов угля.

Присутствующие в шлаке остатки несгоревшего угля сами легко разрушаются от влажности и мороза и таким образом влияют разрушающе и на бетон и приготовляемые из него изделия.

До употребления в дело котельные шлаки должны быть предварительно очищены от вредных примесей. Кроме угля из шлаков должны быть удалены также растворимые в воде соли, в особенности сульфаты, которые легко образуются в них от присутствия в минеральном топливе серного колчедана. Не менее вредное влияние оказывают на шлаки также и железистые соединения.

Подготовка шлаков имеет своей целью удаление железистых соединений, сернистых солей и придание шлакам необходимой крупности. Удаление сульфатов может быть достигнуто путем промачивания или действием пара среднего давления. С этой целью шлак оставляют на продолжительное время под открытым небом, рассыпая его не толстым слоем, чтобы его пропитал дождь. Способ этот однако же при больших производствах неприменим, так как при нем требуется много места. В этих случаях приходится пользоваться вторым способом, подвергая шлак действию пара. В котельном шлаке содержание сернистого ангидрида допускается не выше, чем 1,5—2%. Для решения вопроса о возможности и выгоды употребления шлака в строительстве необходимо произвести его химический анализ.

Химический состав. Главную составную часть в котельные шлаки входят кремнезем (SiO_2) и глинозем вместе с окислами железа ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$), которые в общем дают от 65 до 70%. Количество серы колеблется в пределах: сульфатной от 0,41 до 0,49 и сульфидной — от 0,02 до 0,22.

Физические свойства. Объемный вес шлака составляет 650—700 кг/м³. При высыхании шлака наблюдается уменьшение объема на 25%, при уменьшении влаги по весу — от 29 до 31%.

Объем пустот шлаковой щебенки при составе из зерен следующих 3 фракций

$2\frac{1}{2}$ мм		4	объема
1,25		2	
0,6		1	

равняется 48%. Удельный вес шлака — около 1,4.

Для шлакового песка крупностью до 2 мм пористость при колебаниях от 37 до 41% в среднем составляет 39%, а при крупности до 5 мм — 31%.

По крупности зерен состав шлакового песка по объему, или его зернистость, следующая:

Остаток на сите в 5 мм	18%
" " " " 2 "	34%
" " " " 1 "	19%
" " " " 900 отв./см ²	19%
прошло через сито	10%

В проекте инструкций по изготовлению и кладке известково-диатомовых камней по отношению к котельным шлакам поставлены определенные требования, сущность которых сводится к следующему:

1) шлак должен быть чистым, без примеси кирпича, земли, камней, сора и обтирочных концов; все перечисленные посторонние включения необходимо выбирать из шлака;

2) количество несгоревших частиц угля допускается не больше 15% общего объема шлака;

3) количество тяжелых остеклившихся частей, обладающих пониженной способностью сцепления с вяжущими веществами и увеличивающих объемный вес материала, допускается не более 10% объема шлака;

4) шлак после выгрузки его из топки должен вылежаться на воздухе в течение 2 месяцев. Для определения в шлаке сернистых соединений желательно производство химического анализа. Содержание сернистых соединений в этом случае может быть допущено до 4% по весу. При кустарном производстве допускается проба или на подогрев шлака на жаровне или кислотой, причем если при одной из этих проб шлак выделяет резкие удушливые пары сернистого газа, то это указывает на высокое содержание серы. В таком случае необходимо производство химического анализа;

5) точный гранулометрический подбор крупности частиц шлака производится лишь при заводском производстве. Шлак делится на 2 фракции: мелкую, с крупностью зерен от 0,15—2,5 мм, в количестве 40% от веса шлака, и крупную, с крупностью зерен от 2,5 до 50 мм — 60%. При отсеивании шлака по фракциям прочность бетона может увеличиться на 25—30%.

Предельная крупность частиц шлака для сплошных камней допускается до 50 мм и для пустотелых — не крупнее 15—25, что зависит от системы камней;

6) промывку шлака рекомендуется производить лишь при заводском производстве и только в том случае, когда по химическому анализу содержание сернистых соединений превышает 4%;

7) объемный вес шлака в воздушно-сухом состоянии должен быть по возможности ниже и во всяком случае должен соответствовать такому, при котором изготавливаемый из него бетон будет отвечать проектируемой стене. Например во втором климатическом районе при толщине стены в 38 см и соответствующем объемном весе бетона не более 1,250 кг/м³ объемный вес шлака должен быть не более 700—800 кг/м³.

§ 57. Шлаки от бурых углей. Эти шлаки представляют собой особую разновидность котельных шлаков, имеющую вид золы. При применении этого рода шлаков необходимо учитывать значение вредных сернистых соединений. При сравнительно небольшом содержании последних полезно для уменьшения их поливать водою или, рассыпав шлак нетолстым слоем на открытом воздухе, предоставить его для промывки влиянию дождя. Подготовленный таким образом шлак становится вполне пригодным для употребления в дело.

Одним из преимуществ шлака из бурых углей является его легкость. Объемный вес бетона, приготовленного из такого шлака, при составе 1:10 дает 1100 кг/м³.

Лабораторными исследованиями шлака бурых углей были установлены следующие его характерные свойства: 1) высокое вяжущее качество, благодаря чему даже при незначительных дозах портланд-цемента можно получать, при тщательном однако же перемешивании, достаточно прочные бетоны; 2) отсутствие необходимости примешивать к раствору песок.

Такой шлак в виде золы подмосковного угля обходится в пределах Центрального района дешевле других.

§ 58. Торфяной шлак. Шлак, получаемый от сгорания торфа, по своим качествам стоит ниже каменноугольного и характеризуется: 1) значительным объемным весом, достигающим до 1000 кг/м³, 2) присутствием в большом количестве мелких песчанообразных частиц, часто имеющих остекленную глянцевитую поверхность, 3) пониженным сцеплением последних частиц с вяжущим веществом и 4) наличием непрогоревших частиц торфа.

В соответствии с такими качествами к нему предъявляются следующие требования: 1) объемный вес должен быть не более 1000 кг/м³; 2) количество глянцевых остекленных частиц не должно быть более 15%.

Уменьшения этих частиц можно достигнуть путем гранулирования шлака при выгрузке его из топки, подобно шлаку доменных печей.

В виду присущих недостатков торфяной шлак считается менее пригодным, чем каменноугольный при изготовлении бетонов, и потому подлежит применению для последней цели лишь в качестве весьма узкой местной сырьевой базы.

§ 59. Вопросы для самопроверки.

1. Что такое керамзит?
2. Для чего и в каких случаях готовится керамзит?
3. Какой исходный материал служит для изготовления керамзита и на чем основано его получение?
4. Каковы свойства керамзита? (Требуется изобразить в виде таблицы.)
5. Как получаются доменные шлаки?
6. Могут ли быть пригодны для применения в строительстве всякого рода шлаки. Какие и почему?
7. Отчего преимущественно применяются гранулированные доменные шлаки?
8. Способны ли доменные шлаки в размолотом виде при затворении с водою отвердевать? (Требуется дать объяснение.)
9. Почему котельные шлаки обладают свойствами гидравлических добавок?
10. На каком свойстве основано применение их в строительстве?
11. Какими особыми свойствами обладает шлак от бурых углей?
12. Чем отличается торфяной шлак от остальных?

§ 60. Контрольные работы.

1. Чем отличается арктический туф от туфа Татреспублики в отношении происхождения и качества?
2. Всегда ли обыкновенный кирпич может быть заменен ракушечником?
3. Какие преимущества имеет кровельный сланец перед другими кровельными материалами?
4. Какое значение имеют в строительстве пемза, диатомит и трепел?
5. В каких изделиях асбест получил наибольшее распространение как строительный материал?
6. Составьте таблицу или схему для легковесных обожженных кирпичей с указанием в ней исходных материалов и главнейших свойств их (в цифровых данных).
7. На чем основано изготовление керамзита?
8. Какие доменные шлаки находят преимущественное применение в строительстве?
9. Чем отличаются по свойствам каменноугольные шлаки от торфяных?
10. Укажите все применения шлаков, изобразив их в виде таблицы-схемы.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Д. Т. Числиев, Арктические туфовые лавы, М. 1930.
2. А. Н. Канделаки, Естественные строительные сланцы, Тифлис 1929.
3. Р. М. Михайлов, Пемзовые строительные материалы.
4. Е. Янишевский, Трепел и диатомит, Сборник „Нерудные ископаемые“, комиссии по изучению естественных производительных сил Союза при Академии Наук СССР, № 1. 1927 (стр. 375 — 414).
5. Н. С. Михеев, Асбест, То же, т. I, стр. 53 — 96.
6. Пористый кирпич, Проекты стандартов стройматериалов, серия 102, 1931.

ТЕМА ВТОРАЯ.

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И ТЕПЛЫЕ БЕТОНЫ.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ. В эту тему вошли три задания, из которых два относятся к вяжущим веществам и одно к теплым растворам и бетонам.

Из числа вяжущих веществ прежде всего должно быть обращено внимание на глиноземистый, или бокситовый цемент, как на совершенно новый у нас материал, к производству которого только что приступлено. Имеющиеся у нас богатые залежи сырья, в виде Тихвинского боксита, обещают в дальнейшем широкое развитие его производства.

Второй цемент — это высокосортный портланд-цемент, производство которого в настоящее время поставлено на нескольких заводах. Высокие качества дают ему многие преимущества перед обыкновенным портланд-цементом.

Совершенно новый цемент, предложенный проф. П. П. Будниковым под названием ангидритового цемента, еще мало заявило себе в практическом отношении, но теоретические соображения о его работе и лабораторные исследования дали благоприятные результаты. Материал этот тесно связан с гипсом и является как результат теоретической проработки основных его свойств.

Каустический магнезит материал не новый, но дефицитность его, выявившаяся в последнее время, поставила в необходимость искать новые источники его получения. Добывание его из доломита дает повидимому правильное решение: залежи доломита у нас многочисленны, и должен быть выбран лишь правильный метод для извлечения из него магнезита.

Из других вяжущих веществ, относящихся по роду изготовления или происхождения к смешанным цементам, включены зольный цемент, известково-диатомовое вещество и др. Основой для них служит гидравлическое вещество в виде золы подмосковных углей, золы горючих сланцев или си-штоф; во всех случаях — как отбросы от производства.

Эти вяжущие вещества служат для замены дефицитного портланд-цемента в качестве добавки к извести и должны получить широкое распространение в строительстве.

Материалы 7-го задания — теплые растворы и бетоны — делятся на растворы, применяемые для теплой кладки, и растворы, применяемые для теплой штукатурки; в основу их изготовления поло-

жена замена в растворах обыкновенного песка песком из шлака, диатомита или других малотеплопроводных материалов.

Уменьшение теплопроводности бетонов может быть достигнуто двумя путями: 1) введением в состав бетона инертных как крупных так и мелких, которые обладают меньшим объемным весом и меньшей теплопроводностью, — это так называемые теплые бетоны с легкими заполнителями; 2) в пористых бетонах та же цель достигается искусственным образованием пор, заполненных воздухом в массе бетона, которые и способствуют значительному снижению теплопроводности бетона.

В зависимости от способа получения такой массы теплые пористые бетоны разделяются на газовые бетоны, пенобетоны и легкие щелебистые бетоны.

В газовых бетонах образование пустот получается путем введения в цементный раствор веществ, вступающих в химическое соединение с материалом раствора, с выделением газа; последний и образует замкнутые поры.

Получение пенобетона основано на образовании пузырьков воздуха при перемешивании мыльного раствора, в результате чего получается бетон, одинаковый по качествам с газовым бетоном.

Наконец третий способ получения теплого бетона основан на введении в состав бетона заполнителей одной крупности и в обработке массы без трамбования.

Все теплые бетоны не обладают большой прочностью, но при малом весе отличаются очень малою теплопроводностью, благодаря чему их применение ограничивается преимущественно термоизоляцией.

ЗАДАНИЕ 8-е.

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ.

А. ВЫСОКОСОРТНЫЙ ПОРТЛАНД-ЦЕМЕНТ.

§ 61. Характеристика. Попытки получить из обычного сырья материал высшего качества, близкий к глиноземистому, привели к необходимости фабриковать высокосортный цемент.

Отличительные качества этого сорта портланд-цемента заключаются в следующем:

1) быстрое нарастание крепости, в особенности в отношении сопротивления сжатию в первые сроки твердения, при нормальном явлении схватывания;

2) значительное превышение сопротивления сжатию против растяжения, и поэтому

3) большее отношение сопротивления растяжению к сопротивлению на сжатие.

По германским нормам для раствора 1:3 временное сопротивление раздавливанию через 3 суток должно быть не менее 250 кг/см^2 , а разрыву — не менее 25 кг/см^2 ; через 28 суток — раздавливанию не менее 450 кг/см^2 , а разрыву — не менее 35 кг/см^2 .

В действительности же сопротивление этого цемента значительно превышает нормы. Испытания, произведенные в лаборатории Союза

германских портланд-цементных заводчиков над образцами раствора 1:3, дали следующие средние цифры в кг/см².

Срок испытания (в сутки)	1925 г.		1926 г.	
	Сжатие	Растяжение	Сжатие	Растяжение
3 хранения в воде	314	28,3	347	29,5
7 " " "	417	31,6	447	34,1
28 " " "	517	35,2	542	38,4

Следует однако же отметить в них ту особенность, что для образцов при большем сроке их хранения, примерно около 300 дней, сопротивляемость несколько понижается.

По нашему стандарту на портланд-цемент (ОСТ 1309) высоко-сортный цемент марки 000 при испытании должен показать временное сопротивление не ниже следующих величин в кг/см².

	Через 3 дня	Через 7 дней	Через 28 дней
На растяжение: 1:0	30	40	55
1:3	18	23	30
На сжатие 1:3	200	300	420

Основным сырьем для высокосортного портланд-цемента являются те же материалы, что и для обыкновенного цемента, т. е. известняк и глина.

Отличительное свойство высокосортного портланд-цемента — скорость его твердения — отчасти можно объяснить некоторым изменением его химического состава в смысле уменьшения содержания кислотных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SiO_2$) и повышения содержания извести (CaO), благодаря чему повышается и гидравлический модуль:

$$\frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

По мнению германского проф. Кюля для улучшения качеств портланд-цемента необходимо принять целый ряд мер, которые должны проводиться во всех стадиях его производства. Прежде всего должны быть предъявлены требования к сырой смеси и главное — это требование правильного выбора содержания извести и совершенной равномерности смеси.

Сырые материалы, предназначенные для производства высокосортного портланд-цемента, должны быть совершенно чистыми, т. е. в них должно содержаться возможно меньше серной кислоты, щелочей, магнезии, сульфидной серы и т. п.

Известь должна войти в состав смеси в таком количестве, чтобы при обжиге наиболее ценные части клинкера — алит и целит — образовались в нем в наибольшем количестве. Так при большом содержании кремнекислоты вообще нужно брать и высокий гидравлический модуль, но не всегда однако же, как это считается, содержание извести и кремнезема должно доходить до наивысшего предела.

Вообще наилучший состав сырья для изготовления высокого по качеству цемента должен определяться только при подходе к нему с химической стороны. Не менее важно также и то, чтобы и в практике

производства цемента велся постоянный контроль на заводе, и не только в отношении извести, но и в отношении других составных частей.

При производстве высокосортного портланд-цемента важно также, чтобы сырые материалы имели наиболее тонкий измол и чтобы смесь их была наиболее совершенна.

Тонкость помола сырой смеси должна быть тем более совершенной, чем она богаче содержанием кремниевой кислоты, и при подготовке сырья предпочтительнее в этом случае пользоваться мокрым способом.

Хорошее перемешивание одинаково важно, как и хороший помол. Для качества цемента хорошее спекание имеет также решающее значение. Обжиг высокосортного цемента необходимо производить до сильного спекания. Это может быть достигнуто как во вращательной, так и в автоматических шахтных печах, но все-таки во вращательной печи высокосортный цемент получается легче, чем в автоматической шахтной.

По мнению проф. Кюля кроме степени спекания не менее важную роль играет как продолжительность обжига, так и скорость охлаждения клинкера. На основании многих испытаний было выяснено, что при быстром охлаждении клинкера у цемента повышается и способность к лучшему твердению.

При производстве высокосортного цемента процесс тонкого помола, следующий после обжига, заслуживает наибольшего внимания. До самого последнего времени казалось бесспорным, что цемент будет тем лучше, чем тоньше он перемолот. Однако новейшие наблюдения показали, что через меру тонкий помол может повлиять отрицательно на крепость цемента, развиваемую при его твердении. Опыты Гауеншильда показали, что наиболее высокие цифры крепости дают цементы не самого тонкого помола, но немного более крупные. Такие же результаты получились и в опытах, произведенных в самое последнее время проф. Г. Кюлем.

На основании результатов этих опытов проф. Г. Кюль приходит к заключению, что на крепость цемента влияет не столько крайне тонкий, сколько правильный помол в смысле соотношения между количествами зерен разного размера или так называемого гранулометрического состава зерен порошка самого цемента.

Высокие качества портланд-цемента в самое последнее время были получены путем добавки к сырой смеси плавней или флюсов. Мера это послужила также к тому, что температуру обжига удалось понизить. В лаборатории проф. Кюля добавкою плавикового шпата удалось получить цемент высокого качества при температуре обжига всего лишь 1000—1100°. Таких же положительных результатов можно достигнуть добавкою в сырую смесь окислов железа — или в виде естественной руды или в виде колчеданных огарков, остающихся от фабрикации серной кислоты.

Опыты, произведенные на Вольских заводах, где добавкою служили колчеданные огарки, и на заводе „Спартак“, где добавлялись котельные шлаки от подмосковных углей, дали положительные результаты в отношении крепости цемента.

Производство высокосортного портланд-цемента поставлено у нас уже на многих заводах, на которых и удалось получить

вполне благоприятные результаты, что видно из табл. 12.

Б. ГЛИНОЗЕМИСТЫЙ ЦЕМЕНТ. ¹

§ 62. Общие сведения. Необходимость улучшить качество портланд-цемента в отношении вредного действия на его растворы морской воды послужила поводом к изысканию новых более водостойких цементов. Смешанные цементы, как то: шлаковый и пуццолановый, портланд-цементы, в известной степени в этом отношении дали положительные результаты.

Полный успех однако же был достигнут лишь при применении глиноземистых цементов.

Основанием для изготовления глиноземистого цемента послужило выявленное в свое время опытами Вика положение, по которому при отношении основных групп к кислотным меньше единицы, т. е.

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} < 1$$

цемент приобретает способность противодействовать влиянию морской воды.

Французский ученый Бид своими изысканиями выяснил, что достигнуть этой цели возможно лишь путем увеличения глинозема и добавкою извести в таком количестве, чтобы она образовала с последним лишь один однокальциевый алюминат. При этом было также найдено, что присутствие в смеси окиси железа до 10% улучшает качество получаемого продукта. Сырьем для изготовления глиноземистого цемента послужили бокситы.

Почти одновременно с Бидом

¹ И. Бевтковский. Глиноземистый цемент. Строит. Промышленность, № 3. 1923 г.

Таблица 12.

Название завода	Временное сопротивление (в кг/см)									
	На растяжение					На сжатие раствора 1:3				
	Ц. 4-х изгот. г. 1923					Раствора 1:3				
	4 дн.	7 дн.	28 дн.	4 дн.	7 дн.	28 дн.	4 дн.	7 дн.	28 дн.	28 дн.
Красный октябрь Красный строитель Комсомолец Брянский Коммунар	34,1	41,9	47,1	16,4	19,6	24,6	178,7	216,7	301,0	
	42,3	48,0	57,0	17,8	19,4	24,7	—	201,0	287,0	
	41,4	51,8	52,0	18,3	21,5	24,9	194,6	247,4	322,0	
	40,9	49,9	56,7	20,0	22,1	25,9	160,3	212,8	278,5	
	33,2	38,6	54,3	14,6	21,3	31,2	121,0	192,0	307,0	
Тонкость измола (в процентах)	Остаток на сите 900 отв./см²		Прошло через сито в 10.000 отв./см²							
	0,7		87,7							
	1,0		79,6							
	1,2		83,2							
Скорость схватывания	Начало		Конец							
	2 ч. 41 м.		5 ч. 14 м.							
	1 ч. 50 м.		3 ч. 45 м.							
	2 ч. 37 м.		5 ч. 14 м.							
	3 ч. 54 м.		6 ч. 10 м.							
	4 ч. 50 м.		3 ч. 40 м.							

в Америке был патентован способ Спекмана. Исходным материалом для американского глиноземистого цемента послужил продукт отмучивания руды при производстве никелевого железа. Большие залежи этой руды находятся на острове Кубе (Вест-Индия), откуда она и доставлялась в Америку. Руда эта относится к латеритам.

Как боксит, так и латерит суть минералы одного происхождения и весьма схожие между собой.

§ 63. Исходные материалы. Сырьем для изготовления глиноземистых цементов служит известняк и боксит или латерит.

Известняк должен быть чистый, не мергелистый и не заключать в своем составе примесей кремнезема или магнезии.

Боксит есть продукт выветривания преимущественно вулканических пород, как например базальта, хотя граниты и диабазы также дают боксит.

Бокситы наиболее чистого состава идут для получения из него алюминия, а также и для огнеупорной промышленности; для глиноземистого же цемента такого первоклассного материала не требуется.

Наиболее значительные залежи бокситов находятся на юге Франции, в Алжире, в средней Америке и Германии, а также в верхней Италии, на Балканах и в Европейских Альпах. Залежи бокситов, известные у нас, находятся в б. Тихвинском округе, а также на Кавказе.

Химический состав бокситов представлен в процентах в следующих двух примерах:

Al_2O_3	46,91	54,89	CaO	2,80	0,31
Fe_2O_3	27,68	25,40	CO	2,19	0,22
SiO_2	5,15	4,27	Гигроск. вода	12,00	12,33
TiO_2	2,26	2,18	Гигроск. влажность	15,27	13,11

Свойства бокситов. Боксит представляет собой мягкий, легко растирающийся минерал землистого вида. После обжига при 1000° боксит приобретает максимальную прочность— 715 кг/см^2 .

Цвет бокситов очень разнообразен и в зависимости от состава меняется от белого, серого, коричневого до красного.

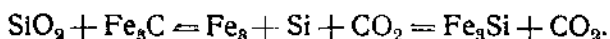
Средний удельный вес 2,55. Твердость по шкале Мооса — 1 и 3.

§ 64. Производство. Сырая смесь для изготовления глиноземистого цемента составляется из равных частей боксита и извести, которая и подвергается плавлению. Плавление ведется в печах, работающих на коксе или в электрических. В печах первого рода процесс происходит таким же образом, как в шахтной печи при обжиге портланд-цемента, и только в конце процесса происходит плавление материала. В электрической печи все тепловое действие печи концентрируется преимущественно в зоне плавления, и если и выходит за ее пределы, то незначительно.

В электрических печах современной конструкции над камерой плавления помещена сырьевая шахта. Нагрузка производится сырьем с добавкою такого количества кокса, который только мог бы удалить углекислоту в печной шахте. В самой шахте масса постепенно прогревается и опускается вниз, где помещается вольтова дуга; здесь около электродов при температуре около 3000° происходит плавление.

В электрической печи параллельно с термоэлектрическим процессом плавления имеет место также и электрохимический процесс. Здесь, так же как и при выплавке чугуна в доменной печи, окислы железа боксита, восстанавливаясь постепенно, сначала из Fe_2O_3 в закись железа (FeO), переходят к металлическому железу, при значительной температуре плавильной зоны происходит соединение железа с кремнием, восстанавливающимся из кремнекислоты, отчего и получается ферросилиций.

Последняя реакция происходит по уравнению:



Образующийся при этом легкий шлак всплывает на поверхность жидкого металла, откуда периодически по мере накопления и выпускается. Этот шлак затвердевает в виде компактной массы темносерого цвета и называется клинкером. Клинкер этот заключается в своем составе большее или меньшее количество металлического железа — от очень мелких частей до довольно крупных кусков. Клинкер дробится, очищается от металлических включений при помощи электромагнита и наконец размалывается в тонкий порошок, который и представляет готовый продукт.

Кроме электрических печей для обжига глиноземистого цемента применяются также печи, работающие на коксе, наподобие плавильных печей. Сырая масса перед обжигом обрабатывается в виде брикетов. Плавление массы происходит при температуре в 1500° , которая через кокс в виде капель падает на дно печи. Образование ферросилиция здесь уже не имеет места, так же как не происходит и разделения по удельному весу.

В настоящее время имеется также несколько патентов на производство глиноземистых цементов во вращающихся печах; печи эти несколько видоизменены таким образом, что продукты плавления выпускаются из печи непрерывно.

§ 65. Физико-химические свойства. В состав глиноземистого цемента входят те же элементы, что и в портланд-цемент, но в другом количественном отношении.

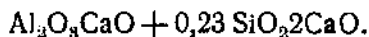
Гидравлический модуль, который рассчитывается по формуле $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$, колеблется в пределах 0,65 и 0,91 и в среднем равняется 0,82. Окись железа (Fe_2O_3) в эту формулу не входит, так как она выделяется из плавленного цемента в качестве гидравлического фактора, кремнекислота же здесь является излишней, и силикатный модуль, который часто не превышает 0,25, не имеет значения.

Процентный состав глиноземистого цемента обыкновенно колеблется в следующих пределах

CaO 35 — 45
 SiO_2 5 — 15

Al_2O_3 35 — 50
 Fe_2O_3 5 — 15

По Биду формула для глиноземистого плавленного цемента:



Он же считает, что алюминаты извести являются единственным фактором, обуславливающим как быстрое твердение, так и высокие механические свойства глиноземистого цемента, а двухкальциевый силикат рассматривает как инертное вещество.

Твердение основывается на гидратации при выделении гидрата глинозема: ¹



Физические и механические свойства. Удельный вес 3—3,30. Объемный вес или вес 1 л — около 1 кг. Твердость клинкера по шкале Мооса очень высокая 7—7,5. Благодаря такой твердости и стоимость измола цемента обходится в 3—4 раза дороже портланд-цемента.

Глиноземистый цемент обладает исключительными достоинствами: 1) хорошим сопротивлением влиянию сернокислых солей и морской воды и 2) быстротой начального твердения в первые же дни. Здесь необходимо еще раз отметить, что быстро достигая высокого временного сопротивления, цемент в то же время не является быстро схватывающимся.

Скорость схватывания по французским данным выражается следующими цифрами: начало схватывания 2—4 часа, конец схватывания 3—8 час.

Незначительные добавки извести и гипса (до 10%), а также портланд-цемента (до 3%) очень вредны, так как они вызывают мгновенное схватывание раствора. Процесс схватывания у глиноземистых плавящихся цементов сопровождается значительным повышением температуры, которая продолжает возрастать до самого твердения. Усовершенствованием производства температуру эту удалось за последнее время снизить с 100 до 50—60°.

В противоположность портланд-цементу высокая температура, выше 30° замедляет схватывание цемента. В летнее жаркое время, при возможности сильного нагревания материалов, от ра-

Таблица 13.

Время испытания (в сутках).	1	2	3	7	28
I. Сопротивление цементного теста.					
Растяжение	45	65	70	75	80
Сжатие	800	875	925	975	1075
II. Сопротивление пластичного раствора 1:3					
Растяжение	35	37	37,5	38	39
Сжатие	405	440	460	485	495

¹ Инж. д-р Шпеягель. Плавящиеся цементы. Строит. материалы, № 5. 1930 г.

боты с глиноземистым цементом следует воздерживаться. Температура до 10° схватывания не замедляет.

С другой стороны растворы и бетоны из глиноземистого цемента нечувствительны к низкой температуре: схватывание и твердение при низкой температуре происходят так же, как и при обыкновенной.

Такая особенность дает возможность производить работы с глиноземистым цементом при низкой температуре, что является большим преимуществом перед обыкновенным цементом.

Механическая прочность. После окончания схватывания процесс твердения происходит так быстро, что уже через 24 часа после затворения получается раствор с большим сопротивлением, чем лучшие обыкновенные цементы через 28 дней. Табл. 13 дает временное сопротивление в кг/см^2 .

§ 66. Преимущества. Высокая начальная крепость цемента дает большую экономию во времени. Бетонные плиты могут раскружливаться через 24 часа, балки через 3 дня. Через 3—4 дня здания могут сдаваться для эксплуатации. Сваи могут забиваться через 3 дня. При постройке электрической станции в Витри 10-метровые сваи забивались через 48 час. по их схватывании, а 25-метровые при весе в 12 т.—по простевии 72 час.

Шосейные дороги из плавленного цемента могут быть открыты для движения через 2—3 дня после окончания бетонирования, а при ремонтах дорог приостановка движения может быть сведена до минимума.

При высокой сопротивляемости глиноземистого бетона прочное сопротивление может быть принято значительно выше, чем для обыкновенного портланд-цемента. Во Франции прочное сопротивление для портланд-цемента принимается в 45 кг/см^2 , а для глиноземистого — $85—90 \text{ кг/см}^2$.

При такой разнице в допускаемых напряжениях толщина отдельных частей получается значительно меньше.

Стойкость глиноземистого цемента по отношению к морской воде, к минерализованным водам, сернокислым угольным шлакам на газовых заводах и т. п. дает громадное преимущество перед портланд-цементами.

В СССР крупное месторождение бокситов находится в Череповецком районе, около г. Тихвина, отчего они и получили название тихвинских бокситов.

Бокситы эти обладают мощностью до 30 м и залегают совместно с бурым и красными железняками. Образование их приписывается выветриванию изверженных горных пород в условиях теплого, влажного климата. По составу тихвинские бокситы отличаются большим разнообразием, и химический состав их по сортам представляется в следующем виде:

	Прима	1 сорт	2 сорт	3 сорт
Al_2O_3	54,4	59,95	44,80	37,04
SiO_2	6,84	11,15	15,04	22,82

Что касается до запаса тихвинских бокситов, то по обследованию Геологического комитета он подсчитывается в общем количестве около 5640 тысяч тонн.

Кроме того у нас в СССР имеются богатые залежи латеритов в Аджаристане, возле Батума. Залежи эти, в виде глинистых железистых почв кирпично-красного цвета, имеют следующий химический состав (в процентах):¹

Кремнезем	24
Глинозем	45
Окись железа	24
Окись кальция	3,5
Окись магнезии	3,5
Итого	100

Отношение кремнезема к окиси алюминия:

$$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{24}{45} = 0,53.$$

Такой состав латеритов для изготовления глиноземистого цемента неудовлетворителен вследствие недостатка извести. При добавке извести в количестве до 45% получится следующий состав:

SiO ₂	14
Al ₂ O ₃	25
Fe ₂ O ₃	14
CaO	45
MgO	2
Итого	100

а гидромодуль: $\frac{45+2}{14+25+14} = 0,88.$

§ 67. Испытания. Приготовленный лабораторным путем из этих латеритов и кутаисских известняков глиноземистый цемент был подвергнут испытанию. Результаты испытания получились вполне удовлетворительные. Удельный вес—2,92, при весе 1 л в неуплотненном состоянии в 1120 кг. Начало схватывания—2 час. 18 мин. и конец схватывания—5 час. 43 мин. При повышенной температуре начало схватывания замедлялось при +40°

Таблица 14.

Напряже ние	Срок испытания в сутках			
	1	3	7	28
I. Испытание образцов из теста.				
Растяжение	38,88	60,27	64,81	71,07
Сжатие	759,00	831,83	916,05	969,05
II. Испытание образцов из раствора 1:3.				
Растяжение	31,38	33,73	35,33	37,68
Сжатие	347	438	462	467

¹ Проф. М. И. Евдокимов-Рокотовский. О производстве электро-цементов в СССР. Строит. Промышленность № 5. 1929 г.

до 2 час. 56 мин., а при $+65^{\circ}$ до 3 час. 15 мин. Понижение температуры до -8° и даже до -12° не влияло на крепость цементного раствора.

При испытании на растяжение и сжатие цементного теста и раствора 1:3 получены были результаты (среднее в кг/см^2), приведенные в табл. 14.

При испытании бетонов с песком и гравием на сжатие состава 1:2,5:3,5 получены были следующие результаты: 170, 193, 208, 212 кг/см^2 .

В. АНГИДРИТОВЫЙ ЦЕМЕНТ.

§ 68. Исходные материалы. Ангидритовый цемент был предложен проф. Будниковым. Сырьем для изготовления этого цемента служит природный двуводный гипс, который обжигается при температуре $500-700^{\circ}$ и в дальнейшем перемалывается совместно с различными добавками. Вместо обожженного гипса может быть применен также природный ангидрит (CaSO_4).

Как известно, двуводный гипс, обожженный при температуре $400-700^{\circ}$, теряет свою воду и схватывание его при замешивании с водой идет так медленно и так незначительно, что практически такой гипс можно считать несхватывающимся, почему он и называется намертво обожженным. Обожженный таким образом гипс представляет собой уплотненный ангидрит и по своим свойствам в отношении схватывания очень схож с природным ангидритом.

Ангидрит или безводный сернокислый кальций встречается в природе в громадных количествах. Он, так же как и мертво-обожженный гипс, до последнего времени не имел особого значения в строительной технике, так как все попытки оживления ангидрита не имели практического значения.

Нерастворимый ангидрит в присутствии воды очень медленно переходит в растворимое состояние, и этот процесс оживления требует столько времени, что практически его можно считать неспособным к схватыванию.

Новейшие научные исследования показали однако же, что ангидрит может схватываться и без посредства других факторов, для чего его надо размолоть до мельчайшего состояния. В дальнейшем было найдено, что ангидрит может схватываться, если затворенное тесто будет иметь щелочную реакцию. Схватывание при этом происходит в течение нескольких часов, даже при отсутствии тонкого помола.

Исследования проф. П. П. Будникова показали, что присутствие 2—5% CaO способствует схватыванию намертво обожженного гипса.

Продукт, получаемый от смешения мелко измолотого природного ангидрита с 1—3% CaO , существенно отличается от штукатурного гипса.

Такой ангидритный цемент, замешанный с 20—25% воды, обнаруживает начало схватывания уже через 2 часа, причем крепость его вполне достаточна. Сопротивление на растяжение в зависимости от количества добавленной извести достигает: через 3 дня до 12,6 кг/см^2 , через 7 дней—39,95 кг/см^2 и через 28 дней—

41,5 кг/см². Исследования, произведенные Гартнёром, дали средние цифры, приведенные в табл. 15.

Таблица 15.

Пропорция раствора	Количество добавленной воды %	Сопротивление (в кг/см ²) растяжению через			Сопротивление сжатию (в кг/см ²)		
		3 дня	7 дней	28 дней	3 дня	7 дней	28 дней
1:0	14	20	30	50	200	300	450
1:1	7	15	20	50	200	300	500
1:2	6	12	14	25	180	180	240
1:3	5	8	10	16	80	80	160

Очень тонко измельченный ангидрит даже без щелочных добавок начинает медленно схватываться через 20 час., а через 3 дня сопротивление растяжению достигает 6—8 кг/см².

Значительно ускоряет гидратацию ангидрита, а также повышает и крепость цемента добавление кислого сернокислого натра (NaHSO₄).

При смешении ангидритового цемента с добавлением к мертво-обожженному гипсу 1% NaHSO₄ с нормальным песком в пропорции 1:3 и 20% воды, при испытании на растяжение получаются следующие величины сопротивления: через 7 дней — 31,5 кг/см², через 28 дней — 33,6 кг/см², без песка через 28 дней — 42 кг/см².

Ангидритовый цемент с примесью NaHSO₄ обнаруживает постоянство объема как на воздухе, так и в воде, а также при пробе кипячением.

Положительные результаты получились также при пробе ангидритового цемента с примесью 3% извести и 1% кислого сернокислого натра (NaHSO₄) на стойкость против сырости при хранении под водою.

В практическом отношении выгодно применять бисульфат как отброс от производства азотной кислоты из селитры. Отброс этот представляет собой смесь различных солей, которые оказывают более сильное влияние на скорость гидратации.

Производство ангидритового цемента, как это предложено проф. П. П. Будниковым, заключается в следующем. Естественный гипсовый камень обжигается при температуре 600—700° в течение 6—7 час. в шахтной или во вращающейся печи, после чего подвергается измельчению. Катализатор добавляется или при помоле или растворяется в воде, на которой затворяют цемент. Количество катализатора берется не более 0,5—2% от веса CaSO₄. При пользовании природным ангидритом обжига не требуется, но необходимо, чтобы материал был настолько тонко измолот, чтобы при просеивании на сите в 4900 отверстий на 1 см² не получалось остатка.

Производство ангидритового цемента заслуживает с технической точки зрения особого внимания. Залежи сырья у нас в СССР находятся в больших количествах. Расход топлива при производстве весьма незначителен, в то время как для производства портланд-цемента необходимо затратить от 40 до 60%, для извести от 20—30%, для ангидритового цемента всего 6—10% топлива.

1 т сырого материала дает 1 т ангидритового цемента, при портланд-цементе потеря при обжиге составляет 35%, при извести — 45%, а при гипсе — 20%.

§ 69. Применение. Ангидритовый цемент может применяться для изготовления раствора при каменной и кирпичной кладках, а также для штукатурных работ — при внутренних и внешних отделках. Так как процесс схватывания и твердения не сопровождается выделением воды, как в известковых растворах, то здания могут быть заселяемы сейчас же по окончании постройки.

В смеси с песком в пропорции 1:1 или 1:2 ангидритовый цемент особенно пригоден для устройства набивных полов под линолеум. При твердении он не дает трещин и короблений. Краски очень хорошо держатся на таком цементе. При оштукатурке фасадов к раствору можно прибавлять красящие вещества.

Первый опытный завод производства ангидритового цемента был построен Иваново-Вознесенским государственным текстильным трестом в 1925 г. Производительность завода около 3000 т в год.

Г. КАУСТИЧЕСКИЙ МАГНЕЗИТ ИЗ ДОЛОМИТА.¹

§ 70. Получение и применение. Недостаток магнезита, залежи которого находятся только на Урале (Сатка, Хамелов), при возрастающем на него спросе побудили искать такого сырья, из которого можно было бы получить магнезит. Такое сырье представляет собой доломит.

Месторождения доломита у нас весьма распространены, и мощность залежей его очень велика. Между тем это сырье в промышленности используется в крайне незначительных размерах.

Одним из возможных применений доломита и является получение из него магнезита.

Как известно, нормальный доломит представляет собой агрегат кристаллов доломита, состоящего из 54,35 частей углекислой извести и 45,65 частей углекислой магнезии; гораздо чаще он состоит из смеси углекислой извести и магнезии в самых неопределенных пропорциях.

Задача получения из доломита магнезита и заключается в том, чтобы из первого тем или другим способом удалить углекислую известь, а в остатке получить углекислую магнезию.

За границей известно несколько способов обогащения доломита, но наиболее заслуживающими внимания являются два из них.

Один заключается в обработке обожженного доломита раствором хлористого магния. В результате получается $Mg(OH)_2$ и $CaCl_2$, последний отфильтровывается, а $Mg(OH)_2$ прокаливается, после чего и получается продукт с содержанием до 2% CaO и 96% MgO .

Другой метод основан на обработке обожженного доломита 10—15% раствором кормовой патоки. В конечном процессе получается продукт с содержанием CaO — 2,18% и MgO — 95,99%.

Первый из этих методов может иметь практическое применение в таких местах, где имеется отбросный хлористый магний. Что касается до второго метода, то у нас он может найти наилучшее

¹ А. Либерман. Каустический магнезит из доломита. Строительные материалы, № 4 1931.

применение в связи с вопросом об использовании отброса сахарного производства — кормовой патоки, которая хотя и применяется в винокуренной промышленности, но в ограниченных сравнительно размерах. В этом направлении исследовательская работа уже проводится с 1929 г. в Институте прикладной минералогии.

Означенный метод обогащения доломита основан на способности извести с растворами сахара образовывать растворимые сахараты, окись же магния при этом не растворяется и с сахаром химически не соединяется.

Лабораторными изучениями метод был разработан более детально, на основании чего и было проведено несколько опытов в полужаводской установке на Центральной станции Новостромтреста в Москве.

Процесс обогащения не потребовал для своего осуществления сложной аппаратуры, которая состояла из следующих приборов: 1) твора для приготовления молока, 2) мешалки с простым мешательным прибором, 3) фильтр-пресса с деревянными рамами к ручным насосам, 4) деревянного бака для регенерации патоки.

Работа производилась по следующей схеме. Обоженный доломит гасился в твориле с таким количеством воды, чтобы получилось доломитовое молоко плотности 20 — 23° Боме. Заготовленное молоко после охлаждения пропускалось через сетку с 5 мм отверстиями для удаления непогасившихся частиц и спускалось в бочку, где и оставалось для осаждения крупных частиц в течение 1 — 2 дней. После этого молоко с раствором патоки в течение 30 — 40 мин. обрабатывалось в мешалке и оттуда ручным насосом подавалось на фильтр-пресс.

При обработке в мешалке доломитового молока раствором патоки кальций в ней растворялся, а окись магния оставалась в осадке. При работе фильтров последний отфильтровывался, а в фильтрат уходили сахараты.

Для лучшего использования патоки она подвергается регенерированию, для чего сахараты насыщаются углекислотой, в результате чего получался углекислый кальций.

Последняя операция производилась в простом деревянном баке, причем углекислый газ подавался из баллона резиновой трубкой. Полученный углекислый кальций осаждался на фильтрах, а очищенная патока поступала на следующую обработку.

В конечном результате в условиях мокрой обработки получался влажный каустический магнезит, который затем и подвергался высушиванию.

Каустический магнезит, полученный при такой полужаводской заготовке, по химическому составу не уступал лучшему саткинскому магнезиту.

Приготовленный же из него цемент Сореля при испытании на механическую прочность дал вполне благоприятные результаты. Из этого же материала на заводе Новостромтреста в Москве были изготовлены фибролитовые плиты, по методу, применяемому для обыкновенного магнезита и того же самого состава.

Плиты получались вполне удовлетворительного качества, причем по заявлению администрации завода при заготовке их никаких затруднений не отмечалось.

На основании произведенных подробных и всесторонних исследований инж. А. Либерман ВИСМ делает следующие выводы: доломит является сырьем, из которого можно получить каустический магнезит; этот магнезит вполне пригоден для строительства.

Каустический доломит. Получение магнезита из доломита путем обработки обожженного и измолотого доломита отбросами сахарного производства (патокой) требует оборудования и наличия отвала. Наиболее простой способ использования магнезита, заключающегося в доломите, был предложен инж. Будкевичем (Ленинградский Трест кровельных материалов и вяжущих веществ). По этому способу обжиг доломита производится при температуре 700—750°, при этом кальцит, заключающийся в доломите, не изменяет своего состава, обжигается только магнезит, получаемый в виде окиси магнезия, (MgO); кальцит же, как оставшийся в необоженном виде играет роль инертного вещества. Опыты, произведенные с таким материалом как в Москве так и в Ленинграде, дали вполне благоприятные результаты. Фибролит, приготовленный заводским путем на каустическом доломите, в качественном отношении не уступил магнезильному.

Способ этот, благодаря почти повсеместному нахождению доломита, должен получить у нас широкое распространение. В настоящем же году Ленинградским трестом вяжущих веществ будет приступлено к постройке специальной печи для обжига доломита на ст. Волосово Сев.-Зап. жел. дор.

§ 71. Вопросы для самопроверки.

1. Чем вызвано было изготовление высокосортного портланд-цемента?
2. Какими средствами достигаются высокие качества этого цемента?
3. Требуется составить сравнительную таблицу качеств обыкновенного и высоко-сортного портланд-цементов.
4. В чем заключается преимущества глиноземистого цемента?
5. Чем отличается производство этого цемента от обыкновенного, — портланд-цемента?
6. Требуется составить сравнительную таблицу свойств трех цементов: обыкновенного портланд-цемента, высокосортного и глиноземистого.
7. На чем основано изготовление ангидритового цемента и чем отличается от обыкновенного гипса?
8. В чем заключается его преимущество перед обыкновенным гипсом?
9. Требуется составить сравнительную таблицу свойств обыкновенного гипса и ангидритового цемента.
10. Какое значение имеет магнезит в строительстве?
11. На чем основано его получение из доломита?
12. Каким способом это достигается?

ЗАДАНИЕ 6-е.

СМЕШАННЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ.

А. Зольный цемент.¹

§ 72. Характеристика и свойства. В довоенное время производство зольного цемента имело место в очень ограниченных размерах

¹ П. Солодовников. Известково-пуццолановый цемент из золы углей Подмосковского района, „Строительная промышленность“, № 2, 1928.

Инж. С. Глебов. Зола подмосковского угля как добавка к извести. „Строительные материалы“, № 6, 1930.

в Москве; цемент этот назывался медно-цементом и мог заменять в свое время роман-цемент.

Цемент этот по номенклатуре относится к группе смешанных цементов и представляет собой особый вид известково-пуццоланового цемента. Роль пуццоланического вещества принадлежала здесь золе углей Подмосковского бассейна.

Угли Подмосковского бассейна представляют собой тесную связь органических веществ и глин различной огнеупорности. Химический состав золы их приведен в табл. 16.

Таблица 16.

Химический состав	Бобриковский район	Щемкинский район
	В процентах	
Потери при прокаливании	1,28	2,75— 3,48
SiO ₂	51,22	41,64—59,06
Al ₂ O ₃	41,83	32,08—20,24
Fe ₂ O ₃	2,31	14,96—11,57
CaO	0,38	4,04— 3,61
MgO	следы	0,22— 0,29
Ti ₂ O ₃	—	0,19
SO ₃	0,27	4,31— 1,95

Работами по исследованию золы подмосковского угля, произведенными трестом Москуголь в 1927 г., а также в лаборатории вяжущих веществ Госинстрорма, было окончательно выяснено, что зола этих углей обладает всеми свойствами гидравлических добавок наряду с другими известными нам пуццоланами и трассами.

Зола подмосковых углей не заключает в своем составе тех силикатов, которые обычно содержатся в портланд-цементе, потому процесс схватывания и твердения проходит несколько иначе, чем в последнем.

Силикат алюминия, или каолинит ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), заключающийся в угле, при сгорании последнего частью или нацело переходит в растворимое состояние, т. е. состояние, при котором возможна частичная гидратация этого силиката.

Растворимая часть каолинита и придает зольному цементу способность схватываться и отвердевать, подобно тому как это имеет место и в других известково-пуццолановых.

Если к золе в таком состоянии добавить от 10 до 30% извести, то получается очень хорошее вяжущее вещество, способное схватываться и отвердевать не только на воздухе, но и в воде. Здесь, как и вообще в гидравлических цементах, между известью и кремнекислотой, заключающейся в растворимом состоянии, происходит химическая реакция с образованием однокальцевого силиката, не растворимого в воде и придающего вяжущему веществу значительную крепость.

Исследования с золой подмосковского угля производились как в лабораторном, так и в полужаводском масштабах.

Лабораторные опыты проводились в лаборатории вяжущих веществ Госинстрорма над такими известково-зольными цементами

при различных составах. Некоторые результаты их помещены в табл. 17.

Несмотря на имеющиеся результаты испытаний, окончательного заключения о сферах применения его сделать нельзя.

Однако же несомненно, что известково-пуццолановый цемент из золы подмосковных углей с добавкою в размере 10—30% извести может быть употребляем в качестве строительного раствора наравне с общепринятыми вяжущими веществами.

Во многих случаях опытных испытаний получены были результаты, указывающие на то, что известково-зольный цемент по своей механической прочности стоит выше роман-цемента и в соответствующих случаях строительства вполне может его заменить.

Производство этого цемента предполагается начать в непродолжительном времени на одном из московских заводов.

В Ленинградской области имеет не менее важное значение зола горючих сланцев — веймарнских и гдовских.

Зола веймарнских сланцев была испытана 8 лет тому назад химиком М. М. Беляевым на цементном заводе в Ленинграде.

Эта зола в тонко измельченном состоянии отвердевала, давая начало схватывания через 40 мин. и конец схватывания через 1 час 35 мин.

Приводим данные о временном сопротивлении растяжению образцов из этой золы из раствора с нормальным песком в кг/см^2 .

	Из теста (1:0)	Из раствора (1:3)
7 дней . .	11,75	6,75
28 дней . .	15,50	12,30
3 месяца .	23,50	22,00
6 месяцев.	29,03	25,35

Таблица 17.

Состав раствора 1:3	Сопротивление растяжению кг/см^2						Сопротивление сжатию кг/см^2					
	7 дней			28 дней			3 месяца			6 месяцев		
	сух.		песка част.	сух.		вод.	сух.		вод.	сух.		вод.
	извест.	зола		сух.	вод.		сух.	вод.		сух.	вод.	
1	80	20	300	1,5	0,6	0,7	3,5	1,1	2,7	2,9	3,1	4,9
2	65	35	300	1,6	1,5	2,3	3,1	2,9	15,5	5,5	16,0	13,7
3	50	50	300	2,6	3,4	6,5	6,3	10,0	22,5	22,3	37,8	40,0
4	35	65	800	3,4	5,6	14,6	7,3	18,3	41,0	33,7	42	48
5	20	80	300	4,0	9,5	23,1	6,0	18,6	52,0	45,0	56	89
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

Этими испытаниями было выяснено, что свойства этой золы меняются в зависимости от температуры обжига.

Проф. В. А. Кинд на основании полученных результатов делает следующие выводы: 1) при повышении температуры обжига сланцевая зола становится более быстро схватывающейся; 2) все образцы золы, полученные при температуре от 400° до 1000°, выдержали пробу на равномерное изменение объема; 3) зола веймарских горючих сланцев с несомненностью обладает гидравлическими свойствами, являясь таким образом самостоятельным вяжущим веществом; 4) при повышении температуры до 1000° повышаются и механические свойства золы; 5) при хранении образцов во влажном пространстве или на воздухе величина временного сопротивления получается выше, чем при хранении в воде.

В настоящее время Теплотехническим институтом совместно с Институтом сооружений производятся дальнейшие исследования для выяснения вопроса о влиянии различного режима топок и условий охлаждения золы на свойства последней как вяжущего вещества.

Об использовании золы горючих сланцев для получения гидравлических вяжущих веществ имеются данные применения ее в Швеции на острове Эланд. Один из старых способов заключался в добавке ее к обожженной и погашенной извести; он относится еще к тому времени, когда в Швеции не были известны ни портландцемент, ни другие цементы вообще.

В течение 1931 года в ленинградском отделении Государственного института сооружений проф. М. Н. Савчуком была закончена работа по исследованию золы веймарских сланцев в качестве самостоятельного вяжущего.¹

Испытанный материал после химического анализа показал следующий состав:

SiO ₂	32,29%
CaO	30,17%
Al ₂ O ₃	9,15%
Fe ₂ O ₃	4,39%
SO ₂	0,48%
MgO	1,97%
Потери при прокаливании . . .	16,6%
Объемный вес	0,723

При просеивании через сито со стороной отверстия 0,15 мм проходило золы 75—80%. Зола в естественном неразмолотом виде заключала мелких частиц до 20% и крупных диаметром от 0,5 до 1,5 мм—около 80%.

Присутствие в золе угля сильно ослабляет крепость отвердевшего раствора: при дальнейших сроках (до 3 месяцев) временное сопротивление на сжатие понижается до 25—30%.

При испытании раствора состава на 1 ч. золы 3 ч. песка при воздушном хранении были получены следующие результаты в кг на 1 см²:

7 дн.	28 дн.	3 мес.
13,0	22,0	34,0
8,0	23,0	28,5

¹ Бюллетень лен. отд. Гос. ВИС, № 10, сентябрь 1931.

Зола, обожженная при t от 900 до 1000°C, при составе теплого раствора (т. е. вяжущее вещество и заполнитель — сланцевая зола) при 7-дневном сроке хранения на воздухе выдержал на сжатие 12—15 кг/см², после 28 дней крепость достигала 80 кг/см².

Из произведенных опытов выяснилось, что зола горючих сланцев веймарского месторождения является материалом обладающим высокими вяжущими свойствами и может быть использована с большим успехом в качестве растворов при каменной кладке.

Эти качества сланцевой золы особенно должны быть учтены при переходе на кладку стен в полтора кирпича, так как раствор из нее при высокой механической прочности является в то же время и очень мало теплопроводным материалом.

Б. ГЛИНИТ-ЦЕМЕНТ.¹

§ 72а Под этим названием понимается особая разновидность вяжущего вещества, приготовленная в виде смеси из соответственно обожженной каолиновой глины и известковой пушонки. Глинт-цемент появился в результате работ по исследованию каолиновых глин как гидравлический добавок, произведенных инж. Антоновичем и только что законченных в 1931 г.

Всесторонние поставленные опыты привели к интересным результатам, позволившим сделать следующие заключения:

1) каолинит — $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ — теряя при нагревании воду, образует безводный алюмосиликат — каолиновый ангидрит, в котором кремнезем и глинозем полностью связаны друг с другом;

2) главнейшее химическое отличие получающегося ангидрита от исходного материала — каолинита заключается в химической активности первого и химической инертности второго;

3) каолиновый ангидрит сообщает известковому месту гидравлические свойства. Эти свойства наиболее ярко проявляются у материала совершенно обезвоженного, т. е. между 700—800°. Обожженный при других температурах каолинит обладает меньшей активностью.

4) гидравлические свойства известково-глинистых смесей обусловлены взаимодействием каолинового ангидрита с известью и не являются следствием проявления свойств активного аморфного кремнезема. Известково-глинистые смеси, содержащие 20—60% CaO, дают продукты значительно более прочные, чем гидравлические известки и могут приблизиться в этом отношении к портланд-цементам.

При испытании глинисто-известковых растворов на сжатие образцы состава 1:3 показали следующие величины сопротивления в кг/см²:

Просняковский каолин . . .	7 дн.	28 дн.	3 мес.	6 мес.
(800°; 66% CaO)	13,19	20,72	23,98	23,71
Латинская глина				
(800°; 50% CaO)	8,10	17,37	23,82	25,14
Тихвинская глина				
(800°; 20% CaO)	13,59	20,02	27,09	32,40

¹ К. Антонович. „Строительные материалы“, № 8, август 1931. О гидравлических свойствах каолиновых глин.

Из таблицы видно, что особенностью глинит-цемента является непостоянное для различных глин количество содержащейся в нем извести, которое зависит прежде всего от свойств исходных материалов.

Стоимость глинит-цемента при промышленном его производстве будет во много раз ниже портланд-цемента. При низкой температуре обжига в $700-800^{\circ}$ в значительной степени упростится и производственный процесс, что также даст возможность использовать малокалорийные виды топлива. С другой стороны и запасы сырья для его производства неограничены и повсеместны, почему глинит-цемент может быть причислен к местным видам строительных материалов и должен получить самое широкое распространение.

В. ИЗВЕСТКОВО-ДИАТОМОВОЕ ВЕЩЕСТВО.

§ 73. Общие понятия. Известково-диатомовое вяжущее вещество представляет собой механическую смесь извести в виде пушонки или теста с гидравлической добавкой в виде молотого диатома или трепела.

По способу получения они должны быть отнесены к группе В номенклатуры вяжущих веществ, т. е. к веществам, получаемым смешением извести с гидравлическими добавками. Значение последних и заключается в том, что, будучи добавлены к воздушной извести, они придают последней способность твердеть также и под водой.

Самый процесс такого твердения приписывается влиянию активного кремнезема, заключающегося всегда в гидравлических добавках.

Активными кремнеземистыми веществами и являются такие вещества, которые в смешении с известью способствуют образованию однокальциевого силиката. Образование последнего придает им свойство отвердевать под водой и достигать с течением времени значительной крепости. Такие гидравлические добавки, как то: трассы и пуццоланы, как известно, применялись уже давно.

За последнее время в качестве гидравлической добавки стали применять осадочные кремнеземистые породы — трепелы и диатомиты. Породы эти залегают почти повсеместно по территории нашего Союза, почему они и приобретают в настоящее время особое значение.

§ 74. Требования, предъявляемые к составным частям. Известь, применяемая как основа для этого вяжущего вещества, может быть в виде пушонки или теста. Она должна удовлетворять требованиям стандарта на воздушную известь.

Молотый диатом и трепел по качеству делятся на два сорта и должны удовлетворять следующим техническим условиям:

1) в отношении тонкости помола:

		1 сорт проц.	2 сорт проц.
остаток на сите	16 <i>отв./см²</i>	—	0
"	100 "	—	не более 2
"	900 "	не более 2	—
"	4900 "	25	—

2) в отношении объемного веса и содержания кремнезема:

	1 сорт	2 сорт
объемный вес	не более 500	не более 600
содержание	не менее 70%	не менее 60%

§ 75. Дозировка и изготовление. Дозировка извести-пушонки и гидравлической добавки может колебаться в пределах от 1:1 до 1:4, причем для растворов при кладке на воздухе от 1:1 до 1:2, а для подземных и гидравлических — от 1:1 до 1:4, для расшивки швов — 1:1.

При применении вместо пушонки известкового теста делается пересчет состава, причем принимают в среднем один объем нормального густого теста за полтора объема пушонки. При изготовлении теста особенное внимание необходимо обращать на самое тщательное и тесное смешение обеих составных частей вяжущего вещества, без чего трудно получить безусловно прочный материал.

При употреблении известкового теста оно разжижается до консистенции молока, после чего к нему добавляется небольшими порциями диатомовая мука; при работе с пушонкой смешивание составных частей производится насухо.

При изготовлении раствора на 1 м³ песка обыкновенно расходуется от 250 до 300 кг известково-диатомовой смеси. Употребление известкового теста предпочтительно.

Обе составные части вещества — известь и молотый диатом или трепел — должны заготавливаться и храниться отдельно. Смешиванию они подвергаются лишь при затворении.

Предварительное смешивание их допускается лишь в том случае, когда они находятся в безусловно сухом состоянии и при условии хранения их в сухом месте. Такое смешивание однако же допускается не ранее как за месяц до применения вещества в дело.

Известково-диатомовое вяжущее вещество было подвергнуто всестороннему исследованию, на основании результатов которого удалось сделать некоторые выводы. Выводы эти однако не могут считаться еще окончательными, и материал требует дальнейшего изучения.

Наиболее важные из них, не вызывающие никаких сомнений, следующие.

1. Известково-диатомовое вяжущее вещество представляет собой сравнительно слабый цемент с определенно выраженными гидравлическими свойствами.

2. Твердение раствора как во влажной среде на воздухе, так и под водой происходит между 10 и 30 днями, дальнейшее нарастание прочности, по крайней мере до годовичного срока, сравнительно невелико.

3. Существенным фактором, влияющим на степень крепости известково-диатомовых растворов, является трамбование, сжатие, прессование или какое-либо другое механическое воздействие.

§ 76. Крепость известково-диатомового раствора. Временное сопротивление раствора с песком при составе 1:2½:

через 28 дней сжатия	25 кг/см ²	растяжению	5 кг/см ²
“ 3 месяца “	60 “	“ “	8 “
“ 6 “ “	80 “	“ “	10 “

Механическая обработка оказывает громадное влияние на крепость известково-диатомовых растворов. Пластичные растворы дают в 6-месячный срок временное сопротивление сжатию 20 кг/см^2 , легко трамбованные показывают уже 40 кг/см^2 , а в сильно трамбованных временное сопротивление возрастает до 100 кг/см^2 .

Влияние взаимной дозировки извести и диатома на крепость раствора однако же до настоящего времени в полной степени еще не выяснено.¹ Многочисленные опыты хотя и показали, что наиболее активной дозировкой является от 1:2 до 1:3, но полное заключение дать по этому вопросу еще затруднительно.

Г. ВСИ-ШТОФ.

§ 77. Определение. Си-штоф представляет собой отброс, получаемый на химических заводах при производстве сернокислого глинозема и других глиноземистых продуктов.

В Ленинграде на заводе „Красный химик“ отбросов этих накопилось громадное количество, и до последнего времени они не находили себе никакого применения. Между тем эти отбросы как заключающие в своем составе кремнезем, являются очень ценным строительным материалом в качестве гидравлической добавки.

Производство сернокислого глинозема заключается в том, что боровичская огнеупорная глина подвергается сначала умеренному прокаливанию. Высушенная глина под бегунами превращается в порошок и в таком виде обрабатывается серной кислотой, нагревая смесь до 70° в печи. При этом глинозем переходит в раствор, который в дальнейшем перерабатывают на сернокислый глинозем, а свободная кремневая кислота остается и составляет отброс. Полученный таким образом отброс, называемый на заводе грязью, и есть си-штоф.

§ 78. Свойства. Си-штоф в воздушно-сухом состоянии представляет порошок беловато-серого с розовым оттенком цвета.

Химический состав его в процентах в высушенном при 120° виде следующий:

Кремневая кислота	79,94
Глинозем и окись железа	3,72
Серный ангидрит	2,02
Потери при прокаливании	13,73

В лаборатории портланд-цементного завода им. Воровского было произведено исследование си-штофа как гидравлической добавки к цементу. Си-штоф добавлялся к цементному клинкеру в количестве 10, 20, 30, 40, 50 и 70% и смесь размалывалась в лабораторной мельнице.

Испытание на постоянство объема нагреванием, кипячением и хранением в воде смесь выдержала во всех случаях.

Результаты произведенных испытаний в выборках показаны в табл. 18.

¹ По данным Государственного института сооружений, сообщение 12. Текущие вопросы по новым строительным материалам.

Таблица 18.

Составы раство- ров 1:3	Временное сопротивление раствора 1:3 (в кг/см ²)					
	растяжению через			сжатию через		
	4 дн.	28 дн.	3 мес.	4 дн.	28 дн.	3 мес.
Портланд - це- ментный без до- бавки си-штофа	18,8	26	28	116	264	267
То же с добав- кою 20% си- штофа	20	35,9	40	127	279	333
То же с 30% си-штофа	19	39,1	44	199	378	429

На основании полученных результатов выяснилось следующее:

- 1) си-штоф обладает свойством хорошей гидравлической добавки,
- 2) наиболее подходящая дозировка ее заключается в количестве не менее 30%,
- 3) добавка си-штофа повышает механическую прочность.

Таблица 19.

Состав по весу (известь, си-штоф и песок)	Вода (в %)	Хранение на воздухе						Хранение в воде					
		Растяжение			Сжатие			Растяжение			Сжатие		
		7 дн.	28 дн.	3 мес.	7 дн.	28 дн.	3 мес.	7 дн.	28 дн.	3 мес.	7 дн.	28 дн.	3 мес.
1:1:0	45	—	—	—	—	—	—	3,0	5,1	8,1	11	23	33
1:1:4	10	—	10,2	8,1	—	74	71	—	12,4	16,4	—	76	105
1:2:0	45	—	10,3	10,0	—	38	46	7,7	9,2	13,2	33	57	88
1:2:2	16,75	—	6,9	4,2	—	47	46	—	7,1	6,0	—	37	43
1:2:3	14,0	5,3	4,7	4,4	32	36	29	6,6	7,9	12,2	27	33	53
1:2:4 ¹ / ₂	11,5	2,9	3,4	3,1	12	17	17	1,0	4,2	5,6	10	15	22
1:2:6	10,5	2,9	1,6	1,8	7	11	7	2,4	4,1	4,9	5	12	12
1:3:4	13,75	—	3,5	2,3	—	17	17	—	5,8	6,7	—	17	22

Примечание. Си-штоф применялся серый, немолотый.

Си-штоф может быть использован также как примесь к гашеной извести и непосредственно в бетон. Эта способность делает его очень ценным материалом, имеющим местное значение в особенности в виду дефицитности портланд-цемента и отсутствия гидравлических вяжущих веществ в Ленинградской области.

Исследования си-штофа с этой целью были произведены в Ленинградском филиале Института сооружений и в механической лаборатории Ленинградского института инженеров путей сообщения. Как в том, так и в другом случае ценные свойства подтвердились в полной степени. В последнем случае си-штоф употреблялся в естественном его состоянии без измельчения в порошок.

Результаты последних испытаний в извлечении помещены в табл. 19.

§ 79. Вопросы для самопроверки.

1. К какой группе по номенклатуре вяжущих веществ должен быть отнесен зольный цемент и почему?
2. На чем основано получение цемента из золы углей Подмосковского бассейна?
3. Куда может применяться зольный цемент?
4. Что такое горючие сланцы и можно ли получать из их золы цемент?
5. Что такое известково-диатомовое вещество и как получается из него раствор?
6. Какое преимущество имеет известково-диатомовый раствор перед известковым и почему?
7. Каким образом он готовится?
8. От чего зависит крепость раствора?
9. Что такое си-штоф и откуда он получается?
10. Как он применяется в строительстве и на чем основано свойство его гидравлическости?
11. Какое значение имеет добавка си-штофа к портланд-цементу?
12. Требуется составить сравнительную таблицу свойств рассмотренных в настоящем задании вяжущих веществ.

ЗАДАНИЕ 7-е.

ТЕПЛЫЕ РАСТВОРЫ И БЕТОНЫ.

А. ТЕПЛЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ КЛАДКИ.

§ 80. Общие сведения и определение. При кладке стен из эффективных материалов, обладающих малой теплопроводностью, необходимо принять меры к тому, чтобы раствор, на котором ведется кладка, обладал теплопроводностью не большей нежели укладываемый материал. Обычно употребляющийся для кладки известковый, цементный или смешанный раствор, представляющий собой смесь того или иного вяжущего с кварцевым песком, непригоден для кладки эффективных материалов, так как обладает значительной теплопроводностью. Уменьшение теплопроводности раствора получается путем замены кварцевого песка пермзитом, шлаковым (котельными или доменными гранулированными), диатомовым, трепельным и т. д.

Согласно временной инструкции ВСНХ СССР „теплыми растворами называются растворы, составленные из вяжущего вещества с добавлением к нему легких заполнителей с объемными весами затвердевших растворов в воздушно-сухом состоянии в пределах ориентировочно от 500 до 1400 кг/м³“.

1) Теплопроводная способность их понижается в соответствии с уменьшением объемного веса.

2) Уменьшение объемного веса теплого раствора достигается введением легких инертных заполнителей.

Степень прочности, требуемой от теплого раствора, „достигается применением того или иного вяжущего вещества, а также и количеством отепляющих добавок“.

Для выбора сорта отощающей добавки, а также для ориентировки при подборе состава раствора, помимо его прочности, необходимо иметь в виду потребную теплопроводность. Если теплопроводность укладочного материала известна, то проектирование раствора можно вести достаточно уверенно, пользуясь формулой, выведенной из уравнения В. П. Некрасова:

$$\lambda = \sqrt{0,02 + 0,22 g^2} - 0,14,$$

где λ — коэффициент теплопроводности, g — объемный вес раствора или бетона в $кг/л$.

Пример. Стена укладывается из шлакобетонных сплошных кирпичей с объемным весом $1250 кг/м^3$, с теплопроводностью $\lambda = 0,62$. На каком растворе надлежит вести такую кладку, чтобы обеспечить однородную теплопроводность стены?

Если для кладки применить нормальный портланд-цементный раствор состава 1:6—1:9, то теплопроводность таких швов будет примерно 1,25 (см. Технические условия и нормы для теплотехнического расчета ограждающих конструкций, приложение I) и объемный вес — $1800 кг/м^3$. В результате применения такого раствора получится теплая стена, пронизанная „холодными“ прослойками — швами. Всем, вероятно, приходилось наблюдать зимой при оттепели или резком поднятии температуры наружного воздуха, как даже на штукатуренной стене появляется рисунок инея, по которому можно прямо считать число слоев кладки. Появление такого рисунка объясняется разной теплопроводностью укладочного материала и материала швов.

Возвращаясь к нашему примеру, можем сказать, что применение обычного раствора будет нерационально с теплотехнической точки зрения. Для правильного решения вопроса кладку необходимо вести на растворе, теплопроводность которого не более теплопроводности принятых шлаковых камней, т. е. λ раствора должна быть равна 0,62.

Применяя формулу В. П. Некрасова, определим объемный вес потребного нам раствора:

$$0,62 \geq \sqrt{0,02 + 0,22 C_1^2} - 0,14,$$

откуда $C_1 \leq 1,6 кг/л$, или объемный вес раствора должен быть $\leq 1600 кг/м^3$.

Чтобы получить раствор с таким объемным весом, придется отказаться от применения только кварцевого песка и ввести в раствор в качестве заполнителя смесь обыкновенного песка, например со шлаковой мелочью (просеянной).

В качестве вяжущего вещества при изготовлении теплых растворов могут употребляться портланд-цемент, роман-цемент, гидравли-

ческая и воздушная известь, а также сложные вяжущие вещества. Как указывалось, теплопроводная способность раствора находится в соответствии с его объемным весом, который в свою очередь почти целиком определяется родом инертных заполнителей.

Приводим в табл. 20 объемные веса наиболее употребляемых материалов.

Таблица 20.

Наименование материала	Объемный вес кг/м³
Песок строительный	1 550—1 650
Трепел диатомовый	600—1 000
Трассовая мелочь	800—950
Шлак гранулированный	600—800
Туф вулканический	800—900
Пемзовая мелочь	370—700
Кокс газовый	360—470
Шлак котельный	700—1 000

Некоторые из этих материалов, как пемза, туф, гранулированный доменный шлак, трепел, диатомит, могут играть в растворах двойную роль: легкого заполнителя с крупностью от 0,2 до 3 мм и гидравлической добавки — мельче 0,2 мм. В соответствии с родом заполнителя в инструкции приводится следующая характеристика теплых растворов (табл. 22).

Прочность растворов характеризуется цифрами табл. 22.

Таблица 21.

Род раствора	Объемный вес в кг/м³
Известь с песком (1:2/5) — (1:3)	1 700—1 900
Известь с туфовой мелочью	800—1 000
Известь с гранулированным шлаком	800—1 000
Известь с измельченным трассом	1 000—1 200
Известь с трассом и пемзой	600—900
Известь с опилками, вымоченными в 3% растворе железного купороса	500—800

Таблица 22.

Растворы	Временное сопротивление сжатию через 3 мес. в кг/см²
Раствор обыкновенной строительной извести с песком	15—20
Раствор на известково-трепельном вяжущем веществе с песком	50—60
Раствор теплый на известково-трепельном вяжущем веществе плюс шлак котельный или шлак гранулиров.	40—50

§ 81. Приготовление теплых растворов. При изготовлении растворов необходимо принять меры, обеспечивающие равномерность смешивания при получении вяжущего вещества. Так при применении в качестве вяжущего извести пушонки и порошкообразных сухих гидравлических добавок предпочтительнее изготовить путем тщательного перемешивания (в барабане или деревянном вращаю-

щемся кубе) вяжущее вещество, а затем уже пускать его в мешалку вместе с заполнителем.

Сухой способ смешивания пушонки с добавками громоздок и мало удобен, поэтому удобнее производить смешивание известкового теста с добавкой и соответствующим количеством воды. Полученное молоко вводится вместе с заполнителем в мешалку уже без добавки воды и тщательно перемешивается. Что касается дозировки вяжущего и заполнителя, то она мало отличается от дозировки общепринятых растворов. Желательно предварительное определение свойств принятого раствора, хотя бы в условиях полевой лаборатории.

Б. ТЕПЛЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ШТУКАТУРКИ.

§ 82. Характеристика. Теплыми штукатурками называются растворы, наносимые в качестве штукатурок в целях теплозащиты. Объемный вес таких растворов согласно инструкции должен составлять 600—1200 кг/м³. Толщина слоев в зависимости от надобности может быть от 3 до 7 см.

В отношении вяжущего и заполнителя к растворам, идущим на штукатурки, применимы те же соображения, что и к обычным теплым растворам.

При органических отошателях: опилках и т. д. последние обязательно должны вымачиваться в 3% растворе железного купороса. Вымачивание имеет целью улучшить физико-химическое воздействие составляющих раствора и кроме того исключает возможность последующего разбухания опилок.

Необходимо иметь в виду, что штукатурка с органическими заполнителями, представляя собой хорошие термоизоляционные материалы, обладают незначительными механическими свойствами и поэтому должны быть покрыты защитным слоем отделочной штукатурки.

Приводим примеры составов штукатурных растворов.

Внутренняя штукатурка.

1) Вяжущее — портланд-цемент + 10% извести, заполнитель — древесная мука, опилки, объемный вес — 600—800 кг/м³.

2) Вяжущее — портланд-цемент + 10% извести, заполнитель — торф, сфагнум, объемный вес — 500—600 кг/м³.

3) Вяжущее — известь + 15% портланд-цемента, заполнитель — древесная мука, опилки, объемный вес — 500—600 кг/м³.

Ненамокаемые штукатурки.

4) Вяжущее — портланд-цемент + 10% извести пушонки, заполнитель — шлак котельный, шлак гранулированный, объемный вес — 1200—1300 кг/м³.

5) Вяжущее — известь + 15% портланд-цемента, заполнитель — шлак котельный, шлак гранулированный, объемный вес — 1000—1100 кг/м³.

В. ТЕПЛЫЕ БЕТОНЫ.

§ 83. Определение и классификация. Теплыми бетонами называются бетоны, составленные из вяжущего вещества и мелких и крупных заполнителей (песок и щебень) малой теплопроводности (малого объемного веса). Если теплопроводность обычного бетона с объемным весом 2000—2300 кг/м³ составляет 1,0—1,3, то теплые бетоны дают объемный вес от 800 до 1500 кг/м³, а теплопроводность—от 0,3 до 0,6.

Повышение теплотехнических свойств бетона может быть проведено не только за счет введения соответствующих инертных, а также изменением самого строения сложения бетона путем образования в теле бетона замкнутых пор (ячеек) различной крупности.

В соответствии со способом понижения теплопроводности теплые бетоны могут быть разбиты на две основные группы:

1) Плотные теплые бетоны:

- а) бетон со шлаковыми (котельными, гранулированными, инертными),
- б) бетон с кирпичным щебнем,
- в) пемзо-бетон, туфовый бетон, углебетон (с древесным углем) и т. д.

2) Пористые теплые бетоны:

- а) газобетон,
- б) пенобетон,
- в) легкий бетон (Украинский институт сооружений).

Ясно, что, имея целью получить возможно более легкий, менее теплопроводный бетон, бетоны I группы надлежит делать по возможности более пористыми, а для изготовления бетонов II группы желательно в свою очередь применение малотеплопроводных материалов.

Г. ТЕПЛЫЕ БЕТОНЫ С ЛЕГКИМИ ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ.

§ 84. Способы изготовления и состав. Способы изготовления теплых бетонов первой группы ничем не отличаются от приготовления обычного бетона. В виду того что „теплые“ свойства бетона приобретаются за счет введения легких, слабых агрегатов, составы таких бетонов рационально брать тощими. Бетоны такого рода обладают временным сопротивлением порядка 20—50 кг/см².

Такое временное сопротивление определяет границы и область применения теплых бетонов как стенового заполнителя в каркасных конструкциях, а также зданий небольшой высоты (1—2 этажа).

Для ориентировки при выборе состава теплого бетона в табл. 23 приводятся результаты испытаний, проведенных в механической лаборатории ЛИИПСа.¹

Д. ПОРИСТЫЕ ТЕПЛЫЕ БЕТОНЫ.

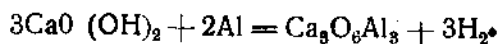
§ 85. Газобетон или ячеистый бетон представляет собой чрезвычайно пористую массу, напоминающую по внешнему виду пемзу.

¹ Таблица взята из статьи И. П. Александрина „Исследования механических свойств теплого бетона“, 1931.

Таблица 23.

№ по порядку	Номинальный состав по объему							Водо-цементное отношение в % по весу			Временное сопротивление в 28 дн. возр. в кг/см ² (среднее из трех)		
								консистенция			трамбов.	влажн.	пластичн.
	инертн.	цемент	песок	кирпичный щебень	гемза	гранулированный шлак	котельный шлак	трамбов.	влажн.	пластичн.			
1	1:10	1	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2 1/2	2 1/2	37	45	70	51	37	33
2	1:10	1	2	2	2	2	2	37	60	90	56	38	56
3	1:10	1	1	2	2	3	2	30	60	80	49	38	30
4	1:10	1	1	3	1	3	2	—	65	85	—	37	31
5	1:12	1	1 1/2	1 1/2	3	3	3	37	60	75	33	24	22
6	1:12	1	2 1/2	1 1/2	2 1/2	2 1/2	2	43	80	100	35	24	27
7	1:12	1	1 1/2	2 1/2	2 1/2	3 1/2	2	38	80	100	30	22	19
8	1:12	1	1	2 1/2	2 1/2	4	2	32	75	95	—	21	14
9	1:12	1	1	3 1/2	1 1/2	4	2	45	60	80	34	29	20
10	1:12	1	1	4	1	4	2	45	75	95	32	18	12
11	1:12	1	2	4	3	3	—	50	75	95	38	29	23
12	1:12	1	1 1/2	5	2	3 1/2	—	50	65	85	37	24	24
13	1:13	1	2	3	2 1/2	3	2 1/2	33	60	90	38	29	26
14	1:14	1	2	5 1/2	3	3 1/2	—	55	70	90	27	25	22
15	1:14	1	1 1/2	6 1/2	2	4	—	50	75	105	28	21	21
16	1:15	1	3	3	3	3	3	38	75	100	28	24	16
17	1:15	1	1 1/2	3	3	4 1/2	3	37	83	100	23	16	13
18	1:15	1	1 1/2	4 1/2	1 1/2	4 1/2	3	35	75	95	25	19	17
19	1:16	1	2 1/2	3	3 1/2	3 1/2	3 1/2	33	55	85	22	19	19
20	1:16	1	2	4	3	4	3	35	80	100	26	—	21
21	1:16	1	2	7	3	4	—	50	75	95	23	19	18
22	1:16	1	3	6	4	3	—	60	75	100	25	26	25

Объемный вес газобетона колеблется в пределах от 0,5 до 1,1 т/м³. Газобетон может быть получен путем введения в цементный раствор веществ, вступающих с материалом раствора в химическую реакцию с выделением газа (аналогично роли дрожжей в тесте), пузырьки которого и образуют замкнутые поры в массе раствора по его схватывании. Примером такого процесса может служить введение в известково-цементное тесто алюминиевой пыли. Реакция газообразования в таких случаях протекает по следующему уравнению:



В результате получается нерастворимый в воде алюминат кальция и водород, пузырьки которого и делают массу бетона ячеистой.

Необходимо указать, что процесс получения газового бетона должен быть поставлен особо тщательно. По схеме процесса видно, что газообразование должно закончиться к моменту схватывания вяжущего; с другой же стороны слишком раннее выделение газа может повести к всплыванию пузырьков, в результате чего бетон может получиться непористый или во всяком случае неравномерной пористости. Регулирование процесса производится добавкою в рас-

твор некоторых веществ, замедляющих схватывание, или подогревом, ускоряющим реакцию газообразования.

Примерный состав теста для получения газобетона следующий:

10 весовых частей высокодейств. портланд-цемента,
1 часть извести пушонки,
0,3% (считая от веса извести и цемента) алюминиевой пыли,
5,5 чистой воды, подогретой до 30°.

Порядок изготовления бетона следующий. 10 частей цемента растворяются в 4 частях воды, известь, тщательно перемешанная с алюминиевой пылью, затворяется 1½ частями воды; получаются два раствора, причем второй начинает быстро согреваться и подниматься как опара. Второй раствор (известковый) быстро вливается в цементный и смесь тщательно перемешивается. Полученная однородная масса немедленно разливается по формам, причем формы заполняются только наполовину, так как реакция газообразования продолжается и в формах и бетон продолжает увеличиваться в объеме. Выдерживание бетона в формах производится обычно около 2 дней, после чего готовый камень можно вынуть из формы.

Физические и механические свойства. Газобетон может быть приготовлен в зависимости от качества цемента, количества отошителей и т. д. различных сортов по объемному весу и механическим свойствам:

Объемный вес	Временное сопротивление
0,5	7 (в кг/см ²)
1,0	40
1,33	50

Теплопроводность в среднем может быть принята 0,4.

Газобетон мало звукопроводен, морозоупорен, выдерживая без значительных повреждений 25-краткое замораживание. Острая дефицитность алюминиевой пыли делает этот прекрасный тепло-изоляционный материал в настоящее время мало пригодным. Попытки же заменить алюминиевую пыль другими материалами пока успеха не имели.

§ 86. Пенобетон. По внешнему виду и по своим физико-механическим свойствам пенобетон почти не отличается от газобетона, представляя собой губчатую, сильно пористую массу. Разница заключается лишь в способах получения этих бетонов. Общий ход получения пенобетона состоит в следующем: раствор тяжелого мыла (дегтярного или других) или мыльного корня при помощи специальных болтушек взбивается до получения мелкоячеистой пены, пена эта поступает в бетоньерку, где заготовлена сухая смесь цемента и мелкого отошителя или же только чистый цемент. После тщательного смешивания полученную массу разливают в формы или наносят в виде защитного слоя непосредственно на постройке. После схватывания цемента и получается масса, напоминающая застывшую пену.

Как видно из описания процесса, качество готового продукта почти целиком определяется тщательностью изготовления пены и ее свойствами. Вещества, взятые для образования пены, должны

¹ А. А. Брюшков. Газо-и пенобетоны.

быть нейтральными по отношению к цементу; конструкция барабанов-болтушек пенообразователей должна обеспечивать получение равномерной мелкоячеистой пены; пена должна быть настолько устойчива, чтобы сохраняла свое мелкоячеистое строение после перемешивания в бетоньерке с цементом до схватывания последнего. Пенобетон — материал совсем молодой (заявочное свидетельство 1929 и 1930 гг.), однако практика его применения подтверждает его ценные теплоизоляционные свойства. В качестве легкого утеплителя он применен на ряде строек (в перекрытиях депо на железных дорогах, в камерах холодильников вместо дорого стоящей пробковой изоляции и т. д.). С.Н.Х. Северо-Западной области намечена постройка завода в ближайшем году для изготовления изделий — плит и блоков из пенобетона на 50.000 м³.

§ 87. Легкий щебенистый бетон. Получение теплого легкого щебенистого бетона основано по применении инертных заполнителей одной крупности, что ведет к образованию сильно пористого материала. Украинский институт сооружений рекомендует следующие принципы изготовления легкого бетона.

1. Крупный заполнитель должен быть однороден по крупности. Объем пустот получается большой (50—55%) в том случае, если материал (щебень) заключается в пределах двух сит с размерами отверстий, различающимися не более чем в 2 раза (напр., крупность 10—20 мм или 20—40 мм).

2. Мелкого заполнителя вовсе не должно быть.

3. Цементное тесто изготавливается с малым водоцементным фактором 0,25—0,30 по весу, для получения возможно большей прочности цементной оболочки.

4. Крупный заполнитель обязательно насыщается водой.

5. Перемешивание заполнителя и цементного теста производится возможно тщательно до полного обволакивания щебенки.

6. Укладка бетона ведется без трамбования, — необходимо лишь штыкование.

Объемный вес такого бетона состава 1:10 на кирпичном щебне 1200 кг/м³ и временное сопротивление через 28 дней — 12 кг/см², Выход бетона — 0,85.¹

§ 88. Вопросы для самопроверки.

1. Какое преимущество дают теплые растворы?
2. Из чего готовятся теплые растворы для кладки и штукатурки?
3. Отличаются ли теплые растворы от обыкновенных в отношении прочности? (Цифровые данные.)
4. Какое отличие теплых бетонов с легкими заполнителями от пористых?
5. Оказывает ли влияние на качество бетона род заполнителей?
6. Как получается газобетон?
7. Что легче получить: газо- или пенобетон?
8. В каких частях сооружений могут применяться пористые бетоны?
9. Чем отличаются щебенистые бетоны от бетонов с легкими заполнителями?
10. Влияет ли на крепость бетона отсутствие в нем мелких заполнителей?

§ 89. Контрольные работы.

1. Чем достигается повышение качества высокосортного портланд-цемента?
2. В чем основное различие глиноземистого цемента от обыкновенного портландского в отношении химического состава их?

¹ В. Г. Скрамтаев. Элементарная теория проектирования теплого бетона, 1931 г.

3. Почему при высокой стоимости глиноземистого цемента применение его выгоднее обыкновенного портланд-цемента?
4. Чем отличается ангидритовый цемент от гипса и какие его преимущества?
5. На чем основано получение магнезита из доломита, и какой метод является более выгодным для этого?
6. Какое значение имеют известково-диатомовое вещество и зольный цемент в современном строительстве?
7. Для чего применяются теплые растворы и в чем их отличие от обыкновенных?
8. Какими средствами можно уменьшить теплопроводность бетона?
9. Чем отличается газобетон от пенобетона?
10. Сделайте сравнение трех видов пористых бетонов (в виде таблицы или схемы).

ЛИТЕРАТУРА.

1. Г. Кюль. Химия цемента в теории и практике, Лнгр. 1930.
2. В. А. Киинд. Возможность замены портланд-цемента другими (более дешевыми) вяжущими веществами. Объединенный научно-технический совет в Ленинграде, Строительные материалы, стр. 23—34, 1931.
3. С. И. Дружинин. Замена портланд-цемента другими вяжущими веществами, Стр. 35—44 из той же книги.
4. П. И. Юдинсон. Рациональные строительные материалы, изд. Техника управления, Москва стр. 31—78, 1930.
5. И. П. Александрин и Б. Г. Скрамтаев. Теплый бетон, Гос. научно-исследовательский институт бетонов, Лнгр. 1931.
6. А. А. Брюшков. Газо-и пенобетоны, изд. Техника управления. М. 1930.

ТЕМА ТРЕТЬЯ.

ИСКУССТВЕННЫЕ КАМНИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ БЕЗ ОБЖИГА.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ. Тема третья включает четыре задания и охватывает собой материалы, предназначенные для кладки стен и перегородок и для термоизоляции. Изготовление их не требует обжига и ограничивается механическим смешиванием составных частей.

Материалы этого рода, применяемые для кладки стен, делятся на две основные группы: легковесные кирпичи и теплобетонные камни или блоки (задание 8-е). К первым относятся известково-шлаковые и пемзовые кирпичи, ко вторым—теплобетонные камни, блоки и щиты. Теплобетонные камни в свою очередь делятся на камни с минеральными заполнителями и органическими. Заполнителями для первых являются шлак, диатомит и пемза и для вторых—опилки, торф, солома и пр.

В задание 9-е входят камни и щиты для перегородок и междуэтажных перекрытий; готовятся они преимущественно на гипсовой основе—это так называемые гипсовые плиты и доски, и на магнезите—это фибролит; последний может также готовиться на известково-диатомовом растворе, и тогда он носит название силикатного фибролита.

ЗАДАНИЕ 8-е.

ЛЕГКОВЕСНЫЕ КИРПИЧИ И ТЕПЛОБЕТОННЫЕ КАМНИ.

А. ИЗВЕСТКОВО-ШЛАКОВЫЕ КИРПИЧИ.

§ 90. Кирпичи из доменного шлака. Производство. Основным сырьем для шлакового кирпича являются шлаки доменных печей, а в качестве связывающего вещества—известь.

Изготовление шлакового кирпича в большом объеме наиболее выгодно иметь при доменных заводах, где при неограниченных запасах сырья шлак может быть использован как побочный продукт.

Для производства шлакового кирпича могут служить гранулированные шлаки различного состава. В качестве основных материалов в них входит кремнезем (SiO_2) от 27 до 37%, глинозем (Al_2O_3) от 8 до 20% и извести (CaO) от 37 до 52%.

Шлаки предварительно сортируются по крупности и в дело употребляются лишь мелкие частицы, не крупнее 8—10 мм, крупные же части подвергаются измельчению на камне-дробилке. Еще лучше

шлак измельчать на бегунах или в шаровых мельницах. Известь как вяжущее вещество употребляется или в виде известкового молока и известкового теста или в виде пушонки.

При употреблении известкового молока подготовленный просеиванием шлак, после замачивания его в творильных ящиках, доставляется к смесительному аппарату, где и затворяется известковым молоком до густой консистенции.

Если в дело идет известь в виде пушонки, то шлаковый песок, предварительно высушенный в металлическом барабане, тесно перемешивается с порошком извести и перед прессовкою увлажняется до требуемой консистенции.

При употреблении негашеной извести важно, чтобы перемешанное сырье погасилось в полной степени: в противном случае запоздавшее гашение может вредно повлиять на прочность кирпича.

Количество примешиваемой к шлаку извести колеблется в пределах от 3 до 12%.

Из заготовленной смеси кирпичи прессуются или на ручных или на машинных прессах, из последних чаще всего применяются ударные прессы с вращающимся столом.

Спрессованные кирпичи подвергаются сушке, под навесами, расположенными в несколько рядов, причем во избежание склеивания между собой их посыпают мелким шлаком.

В таком состоянии кирпичи оставляются в течение 6—8 месяцев, после чего они приобретают крепость обыкновенного кирпича.

В последнее время в Германии многие заводы стали применять метод запаривания кирпичей в котлах, при давлении пара около 8 ат в течение 10 час. Иногда кирпичи подвергают воздействию углекислоты, для чего пользуются отходящими газами металлургических печей.

Последний способ был введен в Германии в практику еще с 1905 г. и применяется в настоящее время на трех доменных заводах. По этому способу составляется смесь из 30—50% молотого или распавшегося на воздухе шлака с 70—75% гранулированного, которая и формуется на прессах с поворотным столом. Сформованные кирпичи помещаются в особые камеры, через которые в течение 40—50 час. пропускают богатые углекислотой отходящие газы кауперов или газовых двигателей. На одном заводе, где идет в дело только гранулированный шлак с 10% извести, кирпичи выдерживаются в камерах в течение 100 час.

Для получения более легковесного кирпича одним заводом в Германии применяются в дело куски пузыристого шлака, похожего на пемзу, причем связывающим веществом служит шлаковый цемент, добавляемый в количестве до 40%. Отвердевание спрессованных кирпичей после схватывания цемента протекает на открытом воздухе.

Свойства. При разнообразных способах приготовления шлаковых кирпичей свойства его изменяются в весьма обширных пределах.

Внешний вид шлакового кирпича зависит прежде всего от цвета употребляющихся шлаков, причем присутствие извести придает

ему более светлый вид. В общем цвет кирпича меняется от серо-черного до светлосерого цвета.

Шлаковые кирпичи отличаются негладкою, шершавою поверхностью, вследствие чего к ним хорошо пристает раствор.

Объемный вес шлакового кирпича несколько меньше красного и в среднем составляет около 1660 кг/м^3 .

По размеру шлаковый кирпич ничем не отличается от красного и при стандартных размерах абсолютный его вес колеблется в пределах от 3,0 до 3,5 кг.

Механическая прочность шлакового кирпича меняется как в зависимости от сорта шлака, так и способа его изготовления. Легковесные кирпичи, приготовленные из пузырчатых шлаков, спецированные шлаковым цементом, дают временное сопротивление сжатию $12\text{—}35 \text{ кг/см}^2$; кирпичи наиболее простого изготовления, с добавлением от 3 до 12% извести, с отверждением их на воздухе—от 30 до 170 кг/см^2 . Обработанные паром кирпичи дают сопротивление, достигающее $425\text{—}450 \text{ кг/см}^2$. Шлаковые кирпичи отличаются тою особенностью, что с течением времени прочность их все время возрастает, достигая по прошествии нескольких лет почти двойной величины.

Пористость шлакового кирпича, определяемая по его водопоглощаемости,—выше, чем глиняного и силикатного. Кирпичи, приготовленные из пузырчатых шлаков, отличаются наибольшей водопоглощаемостью, доходящей до 72% по весу, кирпичи обыкновенного изготовления, отвердевшие на воздухе,—до 41%, обработанные паром—до 30% и углекислотой,—до 24%.

Огнестойкость шлакового кирпича такая же, как и силикатного: без всякого вреда для его прочности он может нагреваться до красного каления.

Коэффициент внутренней теплопроводности при нормальной влажности по германским данным составляет около 0,4—0,6, т. е. меньше, чем силикатного (0,54—0,79) и может колебаться в зависимости от его пористости.

Кладка из шлаковых кирпичей ведется обыкновенно на известковом или шлако-известковом песчаном растворе. При штукатурке стен, сложенных из шлаковых кирпичей, для лучшей связи раствор должен наноситься тонким слоем, без смачивания кирпича, и увлажняться лишь впоследствии. Предварительно хорошо также стену обрызгивать цементным раствором.

§ 91. Известково-зольные кирпичи. Приготовление. Для изготовления известково-зольных кирпичей употребляется каменноугольная зола и жирная загашенная в порошок известь.

Каменноугольная зола предварительно очищается от посторонних негодных для употребления примесей, состоящих из несгоревших частиц угля, кусочков камня и шлака и из растворимых в воде солей.

С этой целью зола подвергается прежде всего просеиванию—для отделения крупных, размером более горошины, частиц. Просеянная зола или промывается или складывается под открытым небом в небольшие кучи.

Такою обработкою зола освобождается от растворимых солей и, прежде чем идти в дело, должна быть высушена.

Нормальная пропорция смеси по весу составляется из 1 части извести на 4—5 частей смеси золы и измельченных шлаков. Для приготовления смеси сначала затворяется в творительном ящике известь водою и к ней добавляется зола, перемешанная со шлаком. Смесь эта энергично перемешивается с добавлением в случае необходимости воды, и в это же время в нее забрасывается гипс и вливается около 5% серной кислоты. Продолжая перемешивание, получают пластичное гипсообразное тесто, которым и пользуются для формования кирпичей.

Формование кирпичей возможно производить на ручных станках или же просто разливать массу в деревянные формы, в которых они и затвердевают. При машинном формовании обыкновенно применяются ударные прессы с вращающимся столом. При машинном формовании кирпича добавка к смеси гипса и серной кислоты не обязательна.

Сушка кирпичей после выемки их из формы требует продолжительного времени и все-таки прочность их получается незначительная.

С целью ускорения процесса твердения и увеличения крепости кирпича производится обработка их паром в запарочных котлах, как это делается при изготовлении силикатного кирпича.

Оригинальный способ изготовления зольных кирпичей применяется в Германии при пользовании золою бурых углей, заключающих в своем составе от 10 до 12% эстрихгипса. Присутствием этого гипса и пользуются как связывающим веществом при изготовлении кирпичей.

Перед формованием подготовленная и высушенная зола увлажняется ограниченным количеством воды (около 20%) и лишь настолько, чтобы дать возможность вяжущим веществам, заключающимся в золе, схватиться и придать сырцу известную крепость.

Спрессованный кирпич подвергается влажному хранению, для чего кирпич помещается в воду или подвергается насыщению водою. После высушивания промачивание кирпича повторяется.

Изготовленный по такому способу кирпич достигает значительной крепости, не уступающей обожженному глиняному кирпичу.

В Германии известково-зольному кирпичу обыкновенно придают размеры $25 \times 12 \times 10$. Вес кирпича при ручном изготовлении—около 2,5 кг и при машинном—3,5 кг.

На 1000 штук кирпича указанного размера расходуется около 250—300 кг извести-пушонки, 1200—1500 кг золы и шлака, 450—500 кг гипса и 25 кг серной кислоты; при машинном изготовлении на 350 кг извести-пушонки идет около 3200 кг золы и шлака.

Применение известково-зольных кирпичей одинаково с обыкновенным красным кирпичом. Толщина стен здания зависит от объемного веса кирпича. В виду значительной влагоемкости известково-зольного кирпича при сырых грунтах фундаменты и цоколи до изоляционного слоя необходимо складывать из бутовых камней или обожженного кирпича.

Кладка может производиться на растворах, применяемых при кладке из обыкновенного кирпича. Но рациональнее применять

при кладке из известково-золевых кирпичей ту же массу, которая применялась для приготовления кирпичей, причем для получения консистенции, соответствующей обыкновенному раствору, ее приходится разбавлять некоторым количеством воды.

Б. ИЗВЕСТКОВО-ПЕМЗОВЫЕ КИРПИЧИ.

§ 92. Характеристика и приготовление. Известково-пемзовый кирпич характеризуется значительной пористостью и легкостью; он обладает малою теплопроводностью и вместе с тем хорошо сопротивляется атмосферным влияниям.

Благодаря присутствию в пемзе значительного количества, достигающего до 75%, кремнекислоты, играющей роль гидравлической добавки, она в присутствии воды вступает в химическое соединение с известью, образуя с ней нерастворяемые силикаты кальция.

До употребления в дело пемза подвергается предварительной обработке, для чего крупные куски разбиваются в камнедробилке, затем измельчаются бегунами или на мельницах, после чего отсеиваются на ситах. Получившиеся таким образом мелкие частицы перемалываются в муку, которая и входит как основная часть в состав вяжущего раствора при изготовлении известково-пемзовых кирпичей.

Известь для изготовления известково-пемзовых кирпичей предпочтительно, по опытным данным Германии, употреблять доломитовую и гидравлическую.

Для изготовления известково-пемзового кирпича первоначально готовится раствор из 1 части извести и 4—8 частей пемзовой муки с необходимым количеством воды для получения довольно жидкой консистенции. В зависимости от степени жирности раствора в него прибавляется определенное количество мелкого пемзового щебня крупностью от 5 до 13 мм. Точная пропорция и гранулометрический состав пемзы определяются в каждом случае в зависимости от рода и качества сырья.

Заготовленной массой наполняются кирпичные формы, предварительно опыленные пемзовой мукой, и подвергаются в них сильному прессованию. После прессования масса оставляется в формах до тех пор, пока не затвердеет. Вынутые из формы кирпичи до применения в дело должны еще больше окрепнуть, для чего некоторое время они должны оставаться на воздухе.

Отвердевание известково-пемзового кирпича, как основанное на превращении едкой извести в углекислую и частично кремнекислую известь, успешнее происходит при теплой влажной погоде и слишком большая сухость для этого неблагоприятна.

§ 93. Свойства. Объемный вес известково-пемзового кирпича вследствие его значительной пористости—очень небольшой и колеблется в пределах от 800 до 850 кг/м³, понижаясь в некоторых случаях до 670 кг/м³. В кладке вес его доходит до 850—1000 кг/м³.

Благодаря своей пористости и достаточной еще крепости известково-пемзовый кирпич является очень ценным материалом при применении его в постройках жилых зданий.

Кладка из пемзовых камней очень быстро высыхает, способ-

ствует естественному проветриванию помещений и предохраняет здание от отсырения.

Конденсационная влага, появляющаяся на внутренней поверхности стены, быстро поглощается пемзо-бетонной массой и постепенно из нее испаряется.

Коэффициент внутренней теплопроводности известково-пемзового кирпича при объемном весе в 800 кг/м^3 и нормальной влажности равен $0,2-0,24$.

Механическая прочность, или временное сопротивление, известково-пемзового кирпича сжатию составляет $20-25 \text{ кг/см}^2$ и может меняться с зависимости от объемного веса. Кирпич, приготовленный в Германии при объемном весе в 670 кг/м^3 , показал временное сопротивление в 10 и 12 кг/см^2 . По техническим условиям в Пруссии временное сопротивление сжатию как минимальное принимается в 20 кг/см^2 , а прочное сопротивление не должно превосходить 30 кг/см^2 .

Кладку из известково-пемзового кирпича предпочтительно вести на том же растворе, который применялся для его изготовления, так как при этом кладка получает равномерную прочность и теплопроводность, приобретая характер монолита.

В. ТЕПЛОБЕТОННЫЕ КАМНИ, БЛОКИ И ШИТЫ.

§ 94. Общие сведения. Применение обыкновенного кирпича для стен жилых зданий не может считаться рациональным, так как кирпич, играющий в данном случае роль материала отопления, крайне невыгоден и приводит к необходимости делать стену толщиной в $0,7 \text{ м}$, значительно превышающей требованию механической ее прочности.

Кроме того кирпичная стена невыгодна еще потому, что на кладку ее требуется значительное количество раствора и большой расход раствора. При этом замедляется темп работы и вводится в стену чрезмерное количество воды, сильно влияющее на скорость высыхания построенного здания.

Замена кирпичной кладки кладкой из теплобетонных камней и в особенности изготовление их из материалов, твердеющих без обжига, дают им большое преимущество в экономическом отношении.

Изготовление теплобетонных камней возможно на цементно-или известково-диатомовых растворах, с применением в качестве заполнителей шлаков, трепела, диатомита и даже органических веществ, как то: опилок, торфа и т. п.

Вес стены из таких камней значительно меньше веса кирпичной. Если принять вес такой стены в 1200 кг/м^3 , то при толщине ее в 40 см она окажется легче кирпичной толщиной в 64 см в отношении $1800 \times 64 : 1200 \times 40 = 2,4$, т. е. в $2,5$ раза.

Теплобетонные сплошные камни по сравнению с пустотелыми значительно упрощают работы по их кладке. В то время как для кладки последних требуются квалифицированные рабочие, кладка теплых сплошных камней может выполняться простыми каменщиками. Изготовление их весьма просто, не требует сложного оборудования и может быть организовано кустарным или полукустарным способом.

К теплобетонным камням относятся камни, для изготовления которых в качестве заполнителей употребляются разные теплые добавки минерального происхождения, как то: трепел, диатомиты, гранулированные шлаки, пемза и пр.

Камни эти могут готовиться на основе цементного или смешанного раствора или же извести, причем в последнем случае с примесью той или иной гидравлической добавки, преимущественно диатомита, трепела или гранулированного основного шлака доменных печей.

По терминологии Государственного института сооружений к этим камням принадлежат следующие камни, которые по входящему в состав их вяжущему веществу могут быть разделены на две категории:

1. КАМНИ НА ЦЕМЕНТНОМ РАСТВОРЕ:

- 1) цементно-шлаковые камни,
- 2) цементно-диатомовые и цементно-трепельные камни,
- 3) цементно-пемзовые камни.

2. КАМНИ НА ИЗВЕСТКОВОМ РАСТВОРЕ.

- 1) известково-диатомовые шлаковые прессованные камни,
- 2) известково-диатомовые прессованные камни,
- 3) известково-шлаковые камни,
- 4) известково-пемзовые камни.

§ 95. Цементно-шлаковые камни могут изготавливаться в двух разновидностях:

1. На основе цементно-песчаного раствора с заполнителем в виде шлаковой щебенки, размерами от 5 до 40 мм. Для приготовления раствора употребляется обыкновенный строительный шлак, применяемый для бетонных работ; в качестве крупного заполнителя — котельный шлак объемного веса от 600 до 800 кг/м³; шлак не должен содержать серы выше 4%, должен быть хорошо вылежавшимся или тщательно промытым. Состав раствора берется в зависимости от требуемой от камня механической прочности, причем нижеприведенные составы камней отвечают следующему временному сопротивлению сжатию в кг/см².

Состав камней	Срок испытания	
	28 дн.	6 мес.
1:2:5	50	80
1:3:6	25	50
1:4:8	20	30

Объемный вес камней в воздушно-сухом состоянии колеблется от 1400 до 1500 кг/м³.

По теплоизоляционной способности этого материала стены из него могут быть толщиной в 0,5 м.

2. Цементно-шлаковые. В камнях этого вида вместо обыкновенного песка употребляется шлаковый же и песок. Таким образом шлаковый материал образует здесь смесь шлакового песка с шлаковой щебенкой, определенного гранулометрического состава, что очень важно для прочности материала. Мелкий шлак, заменяющий обыкновенный песок, характеризуется крупностью частиц в виде остатка на сите в 900 отв/см^2 до 3 мм, крупность же зерен шлакового щебня колеблется от 3 до 50 мм. Обычное соотношение мелкого шлака к крупности 1:1½.

Такие цементные шлаковые камни обладают значительную крепостью, временное сопротивление их сжатию в кг/см^2 в пропорции, взятой при воздушно-сухом состоянии шлаков, следующее:

Состав камней	Срок испытания	
	28 дн.	6 мес.
1:4	50	90
1:4½	40	70
1:5	30	50

Объемный вес их в воздушно-сухом состоянии в среднем 1200 кг/м^3 , что соответствует толщине стены в 40 см.

Цементно-шлаковые камни готовятся набиванием форм или пресованием в таких же станках, как и для шлакобетонных камней. Камни выдерживают до тех пор, пока они настолько не окрепнут, что их можно вынуть из формы. До употребления в дело их необходимо выдерживать в течение не менее 2 месяцев. Оба вида камней, как обладающие достаточной крепостью, применяются исключительно для нагруженных стен зданий в 2—3 этажа.

§ 96. Цементно-диатомовые и цементно-трепельные камни могут готовиться в двух видоизменениях:

1. На цементно-песчаном растворе с диатомовой или трепельной щебенкой. Диатомит или трепел, применяемый для щебенки, должен удовлетворять следующим требованиям: объемный вес щебенки $500\text{—}700 \text{ кг/м}^3$; щебень не должен размокать в воде и должен хорошо сопротивляться стиранию.

Временное сопротивление камня сжатию (в кг/см^2) при наиболее часто применяемых составах следующее:

Состав камней	Срок выдерживания	
	28 дн.	6 мес.
1:2½:5	30	60
1:3:6	25	40
1:4:8	20	30

Объемный вес камней при воздушно-сухом состоянии материала — от 1150 до 1250 кг/м^3 .

2. Второй вид — на цементном растворе с легкими мелкими заполнителями в виде котельного шлака или гранулированного шлака из доменных печей; крупные заполнители те же, что и в камнях первого вида, т. е. диатомовая или трепельная щебенка. При составе, обычно применяемом, $1:2\frac{1}{2}:5$, временное сопротивление сжатию — 40 кг/см^2 .

Объемный вес в воздушно-сухом состоянии — от 1000 до 1500 кг/см^3 .

Оба вида камней могут найти экономически выгодное применение исключительно в районах залегания диатомитов и трепелов.

§ 97. Цементно-пемзовые камни могут готовиться как трамбованием, так и прессованием, причем в состав их в качестве заполнителей входят мелкая и крупная пемза. Пемзовая мелочь, заменяющая в растворе песок, характеризуется размером зерен от $0,25$ до 3 мм и крупная — от 30 до 50 мм . В общей смеси инертных составляющая мелкая фракция по отношению к крупной должна составлять от 25 до 30% по объему.

1. Для цементных камней, изготавливаемых легким трамбованием, обыкновенно применяется состав $1:12$; при этом составе на 1 м^3 готового изделия приходится от $1,20$ до $1,32 \text{ м}^3$ пемзового материала указанного гранулометрического состава и 145 кг портланд-цемента.

Объемный вес такого камня в воздушно-сухом состоянии не больше 900 кг/м^3 . Временное сопротивление сжатию через 28 дней — от 20 до 25 кг/см^2 .

2. Прессованные цементно-бетонные камни обыкновенно готовятся из смеси портланд-цемента и пемзового материала в пропорции $1:25$ и обрабатываются прессованием при давлении $20—25 \text{ кг/см}^2$. При таком составе на 1 м^3 изделия приходится $1,25 \text{ м}^3$ пемзового материала и 70 кг портланд-цемента. Объемный вес прессованных камней несколько меньше трамбованных и составляет 750 кг/м^3 , камни эти обладают также и несколько меньшим временным сопротивлением сжатию — не более 20 кг/см^2 . Производство пемзовых камней прессованием имеет некоторые выгоды в том отношении, что изготовленные в формах они в них не выдерживаются и сейчас же по прессовании освобождаются от них и переносятся на поддоне для хранения и дальнейшего отвердевания.

При очень сильном прессовании они приобретают уже настолько значительную прочность, что без всяких повреждений могут перемещаться непосредственно из-под пресса на руках или посредством механических приспособлений.

Размеры камней могут быть очень разнообразны. Допускается также изготовление и пустотелых камней, наподобие шлако-бетонных, размерами $51 \times 14,5 \times 25 \text{ см}$ или 30 см , а также $50 \times 25 \times 20,25$ или 50 см . В этом случае пустоты должны засыпаться.

Применение цементно-пемзовых камней такое же, как и обыкновенного кирпича. При кладке стен раствор берется также цементно-пемзовый.

Изготовление камней можно производить в хлопучечных пресах или на станках, применяющихся для производства шлако-бетонных камней.

§ 98. Известково-диатомовые шлаковые прессованные камни готовятся на основе сложного вяжущего вещества, состоящего из извести-пушонки и молотого диатомита. В качестве инертных составляющих в состав их входит котельный шлак.

Котельный шлак применяется при крупности зерен от 0,25 до 40 мм, причем мелкую фракцию шлака составляют зерна от 0,25 до 3 мм и крупную — от 3 до 40 мм. Шлак должен иметь определенный гранулометрический состав: отношение мелкой фракции к крупной должно равняться 1:2. Вяжущее составляется из 100 кг извести-пушонки (или 70 кг известкового теста нормальной густоты) и 100 кг молотого диатома. Для получения 1 м³ готовых камней необходимо иметь 1,25 м³ шлака в воздушно-сухом состоянии и сложного вяжущего вещества вышеуказанного состава — 208 кг. Составные части, при указанной дозировке, с добавлением возможно меньшего количества воды (12—18% от веса сухой смеси), тщательно перемешиваются до получения возможно однообразной смеси. Полученная довольно сухая рассыпающаяся масса подвергается прессованию при давлении в 25—30 кг/см². Под влиянием прессования масса сжимается и уменьшается в объеме на 40—50%.

Объемный вес воздушно-сухих камней: от 1150—1200 кг/м³. Временное сопротивление сжатию — от 20 до 40 кг/см².

Подвергнутые прессованию камни обладают достаточною прочностью и могут немедленно же освобождаться из форм и выдерживаются для дальнейшего твердения даже без поддона.

Размер этого рода камней зависит от их объемного веса. При объемном весе бетонной массы в 1200 кг/м³ им придаются размеры 43 × 21 × 21 см и 43 × 43 × 21 см; для более же легковесных бетонов размеры эти при соответственном уменьшении толщины стены также уменьшаются, могут быть например 41 × 20 × 21. Высоту камня желательно назначать в 21—21,5 см в целях возможности перевязки камня стремя рядами кирпичной кладки.

§ 99. Известково-диатомовые прессованные камни готовятся из бетонной массы на основе извести, в виде пушонки или теста, а в качестве инертных добавок — из диатомового сырья; последнее может быть получено непосредственно из карьера на месте залегания этой породы. Диатомовое сырье обыкновенно заключает в своем составе крупные части или щебенку до 40 мм, смешанное с мелочью и мучнистыми фракциями рухляков. Ориентировочная дозировка — 100 кг извести-пушонки или 70 кг известкового теста на 1 м³ смеси. При таком составе получаются камни объемного веса в 900—1000 кг/м³. По технической прочности камни эти слабее шлаковых, что должно быть приписано значительной дозе пылевидной мучнистой фракции. Для повышения прочности рекомендуется в диатомовое сырье вводить строительный песок, шлаковую мелочь, доменный гранулированный шлак и т. п. в количестве от 20 до 25% по объему.

Камни с примесью песка повышают свой объемный вес до 1350—1400, с шлаковой мелочью — до 1100—1200, с гранулированным шлаком — до 1000—1100 кг/м³.

Камням этого рода придаются одинаковые размеры с камнями, указанными выше, известково-диатомово-шлаковыми.

При изготовлении таких камней трамбованием необходимо обращать внимание на то, чтобы последнее производилось возможно тщательным образом; при отсутствии такого трамбования на камнях возможно появление трещин, что является одним из дефектов известково-диатомовых камней.

§ 100. Известково-шлаковые камни¹ готовятся на известковом основании с мелкими и крупными заполнителями в виде как гранулированных, так и котельных шлаков, которые должны быть предварительно подготовлены.

Известь, употребляемая для этой цели, может быть как загашенной в порошок в виде пушонки, что предпочтительнее, так и в виде известкового теста или молока.

Состав бетонной массы при гранулированных шлаках 1:10 по весу и при котельных 1:6. В случаях необходимости иметь более крепкий камень и в целях ускорения его сушки возможно добавление портланд-цемента в пропорции по объему на 3 части извести 2 части портланд-цемента.

Камням придаются размеры $25 \times 16 \times 6,5$ см при весе примерно около 3 кг. Изготовление камней может производиться на обыкновенных хлопучечных станках или в простых деревянных формах.

Спрессованные камни подвергаются сушке под навесом при хорошем притоке воздуха в течение 2 недель, после чего они могут употребляться в дело. Дальнейшее отвердевание продолжается уже в кладке, где они достигают окончательной твердости в течение 6—8 месяцев. Крепость вполне отвердевших камней неодинакова и зависит прежде всего от рода шлака: при котельных шлаках временное сопротивление сжатию не превышает 35 кг/см^2 , а при гранулированных шлаках может достигать иногда до 120 кг/см^2 . Для повышения крепости к бетонной массе добавляются измолотые гранулированные шлаки, что также ускоряет твердение камней и повышает их плотность.

Известково-шлаковые камни в зависимости от их крепости применяются преимущественно для кладки стен, на несущие опоры и другие конструктивные части, за исключением фундамента, где камни эти не допускаются.

§ 101. Известково-пемзовые камни. Материалы для изготовления известково-пемзовых камней те же, что и для кирпичей: в этом случае применяется лишь более крупный сорт щебня, который получается раздроблением пемзовых валунов.

При кустарном способе изготовления камней сначала в форму укладывают слой известково-пемзового раствора и на него набрасывают слой крупного пемзового щебня. Щебень сильно втрамбовывается в раствор до полного его уплотнения, после чего накладывается второй слой раствора, а поверх его новый слой щебенки; работа продолжается таким образом, пока форма не будет заполнена доверху. Известково-пемзовые, так же как и цементные, при незначительном весе обладают малою теплопроводностью и вместе с тем хорошо сопротивляются атмосферным влияниям. К положи-

¹ Правила и нормы застройки населенных мест. Строительная комиссия РСФСР, М. 1930.

тельными свойствам нужно отнести также их пористость и сравнительно удовлетворительную прочность.

Благодаря пористости стен здание, выстроенное из таких камней, быстро высыхает, и кроме того получается естественное проветривание кладки, что очень благотворно влияет на гигиенические условия жизни в здании.

Д. СИЛИКАТ-ОРГАНИЧЕСКИЕ КАМНИ, БЛОКИ И ШИТЫ.

§ 102. Общие сведения. Вторая группа теплобетонных камней обнимает собой такие изделия, в состав которых при том или ином вяжущем веществе в качестве заполнителей входят органические вещества, как например опилки, торф, сфагнум, солома и пр. Для последних материалов применяется обыкновенно местное широко распространенное сырье, отличающееся незначительным объемным весом и малою теплопроводностью.

Благодаря исключительной легковесности заполнителей изделия эти отличаются очень малым объемным весом и хорошими термическими свойствами.

Общедоступность сырья, легкость изготовления и незначительная стоимость первоначального оборудования для организации производства допускают возможность широкого распространения силикат-органических камней и блоков.

С другой стороны возможность изготовления изделий этого рода больших размеров допускает возможность производства их в виде отдельных стандартных элементов, а вместе с тем и механизированную сборку их на работах.

§ 103. Изготовление. Силикат-органические материалы готовятся преимущественно на извести с добавкою диатомита или трепела, что однако не исключает возможности применения и других вяжущих веществ, как например портланд-цемента в смеси с известью. С целью антисептики органических веществ в смесь вводятся различные химические добавки в виде мылонафта и сухой щелочи или их заменяющих, 5% водный раствор железного купороса и алюминиевых квасцов.

Органические добавки подвергаются предварительной обработке, для чего сфагнум в распущенном виде измельчается и опилки отсеиваются от древесной пыли, в таком состоянии замачиваются в чанах с каким-либо из указанных растворов. Для сфагнума предпочтительнее пользоваться железным купоросом, а для опилок — алюминиевыми квасцами.

В том случае, когда к извести и трепелу добавляется цемент, вымачивание опилок и сфагнума следует производить не в алюминиевых квасцах, а в железном купоросе.

Трепел или диатомит, употребляемые как добавка к извести, должны быть тонко молотыми и при просеивании через сито с 900 отв./см² не должны давать остатка.

При изготовлении силикат-органиков чрезвычайно важно, чтобы смешивание извести и трепела производилось самым тщательным образом. Более однородная масса получается при добавлении к ней воды настолько, чтобы она имела густую консистенцию; полезно при перемешивании массы производить ее подогревание примерно

до 60°. С этой же целью следует рекомендовать также производить гашение извести в порошок совместно с трепелом. При добавлении же к извести портланд-цемента последний смешивают предварительно с известью всухую, а затем уже добавляют влажные опилки и сфагнум.

Как пример приводим описание изготовления таких камней на одной из строек.¹ Подготовленный обработкою сфагнум в количестве 200 кг и 300 кг трепела помещались на деревянной платформе, где и гарцевались до получения однообразной смеси. Затем приготавлился жидкий известковый раствор, или известковое молоко, состоящее из 100 кг извести и воды, взятой примерно в одинаковом по весу количестве с сухой смесью; к раствору же добавлялось мылонафт и сухая щелочь по 1½% от веса воды.

Заготовленная таким образом масса размещалась в деревянные разборные формы, по три в каждой ячейке, размерами 35 × 35 × 18 см, в которых и подвергалась трамбованию легкими деревянными трамбовками.

Вся работа настолько несложна, что производилась неквалифицированными рабочими, которые очень скоро и легко к ней приспособились.

Готовые после трамбования камни освобождались от форм и переносились в сушильный сарай с подогревом воздуха и вентиляцией; возможно также сушку камней производить под навесом. В данном случае вследствие сырой и холодной осени сушка камней продолжалась в течение 3—4 недель, причем степень влажности в них после окончания сушки определялась примерно в 40%, при которой они и поступали в кладку. Объемный вес их в естественном сухом состоянии равнялся 530 кг/м³.

При изготовлении силикат-органических камней необходимо обратить внимание на значительную водопоглотительную их способность, для уничтожения которой приходится принимать особые меры, составляющие сущность так называемого импрегнирования.

Импрегнирование возможно осуществлять двумя способами: наружным—путем покрытия поверхностей растворами каких-либо смол, гудронов и т. п. в керосине, скипидаре или других растворителях; и внутренним—путем добавления к смеси сфагнума и опилок некоторых древесных и каменноугольных смол и продуктов их переработки, а также некоторых нефтепродуктов, в особенности кислых гудронов и нефтяных остатков, в нагретом или расплавленном виде. В последнем случае предварительно подогревается сфагнум или опилки и к ним уже подмешиваются нагретые смолистые вещества до получения однородности всей массы.

Из описанных способов нужно отдать предпочтение второму, т. е. внутреннему импрегнированию.

Силикат-органические камни отличаются огнестойкостью, звукопроводностью, легко распиливаются обыкновенною пилой и настолько вязки, что принимают на себя гвозди. Все силикаторганические изделия могут быть сведены в четыре следующие категории.

А. Теплобетонные камни, объемным весом 1200—1500 кг/м³, применяются для стен толщиной в 40—50 см (II климатическая зона).

¹ В. П. Некрасов. Новые материалы и конструкции.

Б. Термокамни, объемным весом в воздушно-сухом состоянии, после схватывания и просушивания $750\text{--}850 \text{ кг/м}^3$, применяются для стен толщиной в 25 см (II клиническая зона).

В. Термоштыты или термоблоки, объемным весом $350\text{--}600 \text{ кг/м}^3$, для стен толщиной от 12 до 18 см (II климатическая зона).

Г. Минерализованные штыты.

а) Теплобетонные камни:

§ 104. Состав и применение.

		Размеры камней:	
при объемном весе	1200 — 1300 кг/м^3		$9 \times 19 \times 40$
"	1300 — 1500		$19 \times 19 \times 40$
"	"		$12 \times 24 \times 50$
"	"		$24 \times 24 \times 50$

Состав этих камней по объему основывается на следующей рецептуре:

1) 1 ч. извести (пушонки или теста), 2 ч. трепела, 5 ч. песка и от 3 до 4 ч. вымоченных в железном купоросе или алюминиевых квасцах опилок;

2) 1 ч. портланд-цемента, 1 ч. извести, 2 ч. трепела, 9 ч. песка и 6—8 ч. опилок или сфагнома, вымоченных в железном купоросе.

Степень уплотнения и дозировка опилок и сфагнома, зависящая также от способа изготовления камней, уточняется изготовлением пробных образцов, до получения требуемого объемного веса при высушенном до воздушно-сухого состояния образца.

Теплобетонные камни могут применяться для бескаркасной кладки сплошных стен, причем допускаемая высота и нагрузка определяются в зависимости от их механической прочности.

Расчетная нагрузка может быть принята, после $1\frac{1}{2}$ -месячного выдерживания камня во влажном виде, равной $\frac{1}{6}$ временного сопротивления на сжатие.

Временное сопротивление при умеренном трамбовании примерно равно $15\text{--}20 \text{ кг/см}^2$, а при небольшом добавлении цемента может быть повышено до $20\text{--}30 \text{ кг/см}^2$ и выше.

Теплобетонные камни импрегнирования не требуют.

б) Термокамни.

§ 105. Состав и применение при объемном весе $750\text{--}850 \text{ кг/м}^3$ — $12 \times 25 \times 50 \text{ см}$ и $25 \times 25 \times 50 \text{ см}$.

Состав камней в весовом отношении: 1 ч. извести-пушонки, 2—3 ч. диатомита, 0,5—1,5 ч. волокна. Время для твердения до искусственной сушки 2—3 недели. Камни эти могут применяться для кладки стен мелких зданий преимущественно взамен деревянного рубленого строительства, для заполнения проемов железобетонных и прочих каркасных систем в зданиях любой этажности, для заполнения фибро-проволочных конструкций инж. В. П. Некрасова, для термоизоляции тонких каменных стен, для отопления каркасов, также для устройства перегородок.

Камни требуют незначительного импрегнирования. Стены, выложенные из термокаменей, должны обязательно штукатуриться как

с внутренней, так и с наружной стороны. Желательно в более важных по своему назначению сооружениях штукатурку производить по сетке.

в) Термощиты или термоблоки.

§ 106. Состав и применение. Размеры по длине и ширине произвольные, толщина при объемном весе $350\text{--}600 \text{ кг/м}^3$ —от 12 до 18 см.

Основной состав: 1 вес. ч. извести-пушонки, 2—3 вес. ч. трепела (диатомита) и 2—3 вес. ч. волокна. Для внутренних стен и перегородок: 1 вес. ч. извести-пушонки, $1\text{--}1\frac{1}{2}$ вес. ч. трепела (диатомита), $1\frac{1}{2}\text{--}2$ вес. ч. алебаstra, 3—4 вес. ч. волокна.

Способ приготовления: волокно смешивается с трепелом, затем вводится жидкое известковое тесто и в последний момент алебастр, затворенный на 4—5% водном растворе буры. Смесь быстро перемешивается и помещается в форму. Получается упрочненный алебастр. В случае если алебастр растворяется просто на воде, то употребляется сфагнум, замоченный в железном купоросе и отжатый от избытка извести. Камни можно отправлять в сушку через неделю после вынута из формы.

Термощиты могут применяться для термоизоляции утоненных каменных стен, для заполнения упругокаркасных систем, деревянных каркасов, для заполнения междуэтажных перекрытий и т. д.

Термощиты могут нести нагрузку только от собственного веса. При применении их для наружных стен обязательно импрегнирование. Обязательна штукатурка по сеткам, причем в очень сырых местах с добавлением водонепроницаемых эмульсий.

г) Минерализованные щиты.

§ 107. Состав и применение. Эти силикато-органические материалы характеризуются преобладанием волокна. При их изготовлении обязательно прессование, например по способу фибролита.

Состав: 4 вес. ч. сфагнума, 1 вес. ч. извести-пушонки, 1 вес. ч. трепела (диатомита) и $\frac{1}{2}$ вес. ч. квасцов.

Применяются в качестве утеплителей наравне с фибролитом.

§ 108. Вопросы для самопроверки.

1. Почему легковесные кирпичи отнесены к новым материалам?
2. На чем основано изготовление известково-шлаковых кирпичей?
3. Какие существуют более совершенные методы изготовления известково-шлаковых кирпичей?
4. Какой шлак лучше всего употреблять для изготовления этих кирпичей?
5. Чем отличаются известково-золистые от известково-шлаковых кирпичей?
6. На чем основано применение пензы в деле изготовления пензовых кирпичей?
7. Какое преимущество имеет здание, построенное из пензового кирпича против обыкновенного?
8. Почему стройка из теплобетонных камней выгоднее, чем из кирпичей?
9. Какие крупные и мелкие заполнители входят в состав теплобетонных, и какое вяжущее вещество применяется при их изготовлении?
10. Требуется составить подробную сводную таблицу теплобетонных камней из разных составов с указанием в ней составов и свойств.
11. Чем отличаются силикат-органические камни от теплобетонных?
12. Требуется составить классификацию в виде таблицы всех материалов, вошедших в настоящее задание с указанием их составов и свойств.

КАМНИ И ШИТЫ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОГРАЖДЕНИЯ.

§ 109. Общие сведения. Дефицитность строительных материалов, сложность и медленность выполнения работ по устройству деревянных оштукатуренных перегородок поставили на очередь вопрос о замене их перегородками других конструкций.

Основным материалом для этого рода конструкций служит вяжущее вещество, преимущественно гипс, известь (одна или с гидравлическими добавками), магнезит и т. п. В некоторых случаях вещества эти применяются в чистом виде, но чаще всего в их состав входят легкие заполнители, главным образом органического происхождения, как то: солома, камыш, торф, древесная шерсть или стружки и опилки.

Изделия эти готовятся преимущественно в виде плит и досок, служащих элементами конструкций для внутренних ограждений и междуэтажных перекрытий.

Помимо дефицитности и необходимости экономии пиленого материала применением их достигаются следующие преимущества: 1) стандартность, 2) возможность производить заготовку их заводским путем с последующей сборкой на месте работ. Следствием этого достигается скорость и более чистое выполнение работ, возможность производить работы независимо от сезона и без штукатурки. Кроме того такие конструкции обладают достаточной огнестойкостью и малую звукопроводностью в сравнении с обыкновенными деревянными перегородками.

Как уже сказано было выше, наиболее подходящим материалом для приготовления таких плит и досок прежде всего служит гипс, который применяется или в чистом виде или при больших их размерах—армированный проволокой, пачечным железом, бечевкой, камышом, соломой и бумагой. Таким образом мы имеем:

- 1) чисто гипсолитовые плиты или доски,
- 2) гипсовые плиты армированные.

А. ГИПСОЛИТОВЫЕ ПЛИТЫ И ДОСКИ.

§ 110. Исходные материалы. Для изготовления плит и досок применяется исключительно штукатурный, или строительный, гипс, в химическом определении—полугидратный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$.

Характеризующие его свойства следующие: объемный вес—1000—1100 кг/м³; тонкость помола: остаток на сите 64 отв./см²—0% и на сите в 900 отв./см²—не более 50%; начало схватывания—не менее 5 мин. Гипс должен быть незаležавшимся, в особенности в сыром помещении, немерзлый и хорошо измолотый.

Количество воды, соответствующее нормальной консистенции льющейся массы и дающее вместе с тем наибольшую крепость их,—от 40 до 60% от объема гипса; при увеличении количества воды крепость начинает понижаться.

Таким образом в зависимости от требующейся крепости выбирается соответствующая консистенция; наибольшей крепости, например в 120—150 кг/см², соответствует 45—50% воды.

Что касается до заполнителей, то они примешиваются к раствору в таком состоянии, какое допускает принятая густота раствора. Опытами установлено, что в состав смеси заполнитель входит в половину от объема отливки — для шлака, песка, камыша.

Для замедления схватывания, при очень быстро схватывающемся гипсе, при затворении массы к ней прибавляют раствор клея или же известковое молоко.

К остальным материалам, применяемым при производстве плит, должны предъявляться следующие требования.

Песок — те же требования, как и для бетона; чистый и крупный, на 1 объем отливки обыкновенно расходуется от 0,8 до 1,1 объема песка.

Гравий — крупный с зернами до 25 мм; остальные требования те же.

Шлак — крупностью от 5 до 20 мм, чистый и отсеянный, расход на 1 объем отливки 0,8—1,0 объема песка.

Камыш — в сухом состоянии, в пучках при длине в 5—6 м.

Торф-сфагнум — в кипах, при объеме 0,5 м³ и весе в 75—80 кг вес 1 м³ в плотном состоянии 150 кг и в разрыхленном — 100 кг; состав — на 1 часть по объему отливки расходуется от 1,3 до 1,6 частей разрыхленного торфа-сфагнума.

Бумага — толстая, плотная, гладкая с одной и шероховатая с другой стороны.

Картон — средней толщины, плотный и тоже с шероховатой поверхностью с одной стороны.

Пачечное железо — шириною 1—1,5 см, очень тонкое; за отсутствием пачечного железа оно может быть заменено полосками тонкого кровельного железа, желательно оцинкованного.

Проволока — толщиной 1—2 мм, должна быть оцинкованная.

§ 111. Условия производства работ. Изготовление плит может производиться или на месте работ вручную или на заводе, где производство может быть механизировано. При ручном производстве все оборудование состоит из верстаков и форм и сараев для сушки отформованных плит.

Формы разборные и состоят из отдельных деревянных брусков определенной толщины, связанных между собой клиньями, которые и укладываются на верстаки. При составлении гипсового раствора гипс всегда всыпается в воду, так как в противном случае перемешивание будет очень затруднено и тесто может получиться комковатое.

Плиты должны иметь совершенно гладкие поверхности, чтобы при кладке их на место возможно было бы получить совершенно правильную плоскость без оштукатурки. С этой целью поддон формы или гладко обделывается или на него подстилается линолеум. Верхние же поверхности плиты для придания им гладкого вида заливаются алебастровым молоком и тщательно заглаживаются стальной линейкой.

Устроенная из таких плит перегородка уже не требует штукатурки, и только неровности, обнаружившиеся по швам при подливке плит, зачищаются или острой циклей или стальным шпателем, после чего вся поверхность зачищается стеклянной бумагой.

При изготовлении смеси с заполнителями в заготовленный рас-

твор консистенции, соответствующей требуемой крепости, вводятся заполнители до тех пор, пока масса еще не потеряет способности выливаться, т. е. принимать желаемую форму.

Для получения изделий средней крепости, какую обыкновенно обладают доски и плиты, вода берется 70—80%; при такой густоте требуемое количество заполнителя, в размере 50%, вводится очень легко. Большее количество заполнителей уменьшит их прочность, а при 85—90% изделия получаются уже малой прочности.

Плиты, изготовленные вручную, сушатся в простом навесе или даже под прикрытием штабелей плит листами фанерки.

Заводский способ изготовления плит. При механизации производства необходимой принадлежностью оборудования является гипсомешалка, которая служит как для приготовления чистого гипсового теста, так и теста с заполнителями.

Гипсомешалка состоит из круглого барабана с горизонтальным валом, вращающимся со скоростью от 30 до 50 оборотов в минуту, на котором насажены плоскоовальные ножи. Обработка

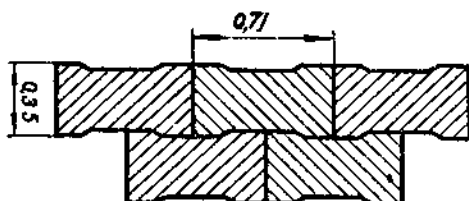


Рис. 12.



Рис. 13.

одного замеса при указанной скорости продолжается 1—1½ мин. После каждой зарядки барабан промывается до чиста водою, а для следующего замеса должен быть совершенно освобожден от схватившегося гипса.

Изготовленные плиты грузятся штабелями на вагонетки и поступают в сушилку тоннельного типа. Температура воздуха, протекающего в сушилку, 40° и выходящего из него—25—30°, продолжительность сушки 36—48 час. Высушенные изделия хранятся в складе или же непосредственно идут в работу.

Форма плит, обычно применяемая в строительстве,—прямоугольная, но имеется так называемый германский тип, который по своему очертанию приближается к восьмерке (рис. 12). Размер плит 150×37,5×9 см, но по накоплению опыта переходят на толщину в 7 см (рис. 13).

Для соединения плит между собой по краям плит как в продольном, так и поперечном направлениях устраиваются гребни с одной стороны, а с другой—соответствующие пазы.

При монтажке перегородки из плит, укладываемых в горизон-

тальном направлении применяются плиты длиной в 1,5 м. При вертикальном расположении плит длина их делается в высоту помещения, около 3 м, причем в виду значительной длины применяется армирование их тем или другим материалом.

При таких плитах паз на краях плит формируется по двум длинным сторонам, при плотном соединении установленных рядом плит образуется канал, в который и заливается раствор через отверстие, пробиваемое в нем—одно на половине высоты его и другое—вверху.

Кроме устройства перегородок, плиты могут идти также для междуэтажных перекрытий, в форме потолочных накатов. В этом случае однако же плиты должны быть армированы, они укладываются между балками на нижние полки металлических балок или же на прибитые к деревянным балкам бруски. В этих случаях однако же плиты должны применяться крайне осторожно, так как гипс легко намокает и разрушается, и его следует избегать в местах, где может оказать свое влияние вода.

§ 112. Свойства. Испытания над гипсовыми плитами в наиболее широком масштабе были произведены инж. Чесноковым в Архангельском институте промышленных исследований. Кроме испытания самого гипса наибольший интерес представляют всесторонние исследования гипсолитовых плит с добавлением опилок, костры и песка.

Для приготовления плит тесто разбавлялось водою до консистенции известкового молока, в которое и всыпались сырые опилки и хорошо перемешивались, после чего уже добавлялся алебастр, хорошо смешиваемый с остальной массой. Такою смесью заполнялись формы, в которых оставались для застывания на срок от 10 мин. и до 3 час.

Опыты эти во-первых подтвердили известную уже нам зависимость сопротивления раствора на разрыв от соотношения алебаstra с водою и кроме того показали, что незначительное прибавление песка уже заметно понижает сопротивление смеси разрыву, а при добавлении опилок сопротивление это возрастает.

В сводной табл. 24 приведены результаты испытания плит разного состава на растяжение и на изгиб.

Таблица 24.

Алебастр	Известковое тесто	Опилки	Костра	Вода	Временное сопротивление кг/см ²		Отношение
					на растяжение	на изгиб	
5	1	—	—	3	20,64	—	3,3 2,3
4	1	—	—	3	11,52	—	
3	1	3	—	1	18,98	5,63	
4	1	4	—	1	12,29	5,68	
5,5	1	—	05,	3	10,5	—	

Из таблицы видно, что временное сопротивление на изгиб меньше временного сопротивления на разрыв в 2—3 раза и в общем очень мало.

Гигроскопичность. Испытания показали, что плиты из чистого гипса обладают наименьшей гигроскопичностью, а с опилками наибольшей. Насыщенные влагою плиты дают уменьшение временного сопротивления на изгиб 40—50%. При условии же возможного конденсирования на них водяных паров влага жадно поглощается массой плиты и дает размокание ее.

Огнестойкость и горючесть плит. Плиты без каких-либо добавок или гипсолитовые плиты не могут быть причислены к абсолютно огнестойким, но все же опытами было установлено, что они оказывают значительное сопротивление пламени.

В отношении звукопроводности точных опытов не производилось, но на основании сравнения их с другими материалами были получены некоторые результаты. Если принять за единицу сравнения звукопроводность сосны, нормально к волокнам, то получается следующее:

сосна по нормам к волокнам	100
гипсолитовые плиты	75
гипсоопилочные	50
гипсокостровые	40

На основании произведенных испытаний Архангельский институт делает следующие выводы:

1) добавка извести к гипсовому тесту повышает сопротивление массы плиты на разрыв;

2) в частях конструкций, работающих на изгиб, а также при наличии влажной среды применение гипсолитовых плит недопустимо;

3) по свойствам теплопроводности, огнестойкости и звукопроводности гипсолитовые плиты являются ценным материалом, заслуживающим максимального распространения;

4) гипсолитовые плиты, кроме экономии в пиломатериалах, могут дать снижение в стоимости конструкций.

Б. ПЛИТА „ДИФЕРЕНТ“.

§ 113. Конструкция. К числу конструкций перегородок, изготавливаемых из гипсовых досок, должны быть отнесены плиты „Диферент“. Плита „Диферент“ получила в строительстве наибольшее распространение, хотя она не лишена и некоторых дефектов.

Конструкция „Диферент“ представляет собой перегородку, сложенную из гипсовых плит, армированных камышом. Плиты „Диферент“ для перегородок производятся у нас заводским путем и доставляются на работы в совершенно готовом виде. Такая постановка дела в значительной степени упрощает и ускоряет производство работ и улучшает санитарное состояние здания (рис. 14).

Камыш, предварительно высушенный, располагается в середине плиты и на 1 см не доходит до ее краев. Заполняемый камышом объем плиты составляет 50% от объема гипсового теста,

Плиты „Диферент“ готовятся в металлических формах, благодаря чему получают правильную форму с ровными наружными поверхностями; перегородка, сложенная из них, не требует оштукатуривания.

При устройстве перегородок плиты укладываются горизонтальными рядами в перевязку. После кладки все швы, получившие

раковины и гнездовины, зашпаклевываются алебастром, разведенным на клеевом растворе, и зачищаются циклей. Для окончательной отделки поверхность перегородки протирается стеклянной бумагой и окрашивается клеевой краской или оклеивается обоями.

Кроме перегородок плита „Диферент“ применяется также и для заполнения между балками как накат; в этом случае плиты делаются толщиной в 9 см шириною 40 см, а длина меняется в зависимости от расстояния между балками.

Устроенный из таких плит черный пол получается малозвукопроводным и особой смазки не требует.

§ 114. Свойства. Плита Диферент обладает значительной крепостью: произведенным испытанием на изгиб временное сопротивление определилось в 22 кг/см^2 , а в общем крепость ее не уступает крепости бетона с кирпичным щебнем. Опытные накаты, устроенные из плит Диферент, при испытании показали временное сопротивление при изгибе в 24 кг/см^2 . Кроме того те же накаты подвергнуты были динамической нагрузке, для чего на них было сброшено с высоты 0,70 м 30 штук кирпичей, при этом никаких разрушений деформаций в плитах наката обнаружено не было.

Огнестойкость плиты Диферент была проверена следующим образом: сложенная из плит печь после топки ее обрезками из досок и брусков в течение 1 часа была подвергнута обследованию, причем обнаружено было, что стенки печи во время топки прогревались очень слабо. После окончания топки в наружных частях печи никаких деформаций не произошло, с внутренней же стороны стен печи были испещрены многочисленными трещинами. Загорания камыша при этом не произошло, но обугливание его проникло на глубину в 2 см.

Клеевая краска с предварительной загрунтовкой за один раз ложится на поверхность перегородки, сложенной из плит Диферент, ровным слоем, без пятен и полос, без всякого просвечивания в местах сопряжения плит между собой. Масляная краска держится также хорошо.

К недостатку плит системы Диферент должна быть отнесена возможность загнивания камыша и в особенности заражения его грибами, во избежание чего рекомендуется пропитывать камыш антисептическими составами.

Нужно отметить также, что перегородки из плит Диферент могут легко взламываться путем вырезания, почему применять их для межквартирных перегородок вообще не рекомендуется.

Применение перегородок из плит по системе Диферент дает экономию около 60%; стоимость 1 м^2 такой перегородки определяется около 5 р. 33 к. вместо 6 р. 23 к. стоимости деревянной оштукатуренной.



Рис. 14.

В. ГИПСО-ШЛАКОВЫЕ ПЛИТЫ.

§ 115. Состав и свойства. Котельные шлаки, применяемые при изготовлении этих изделий, дозируются по объему на 1 часть гипса от 3 до 3,5 частей шлака, причем шлак не должен быть слишком крупным. Коэффициент теплопроводности около 0,20, но звукопроводность их высока, значительна также и воздухопроницаемость.

Гипсо-шлаковые доски особенно широко применяются для устройства вентиляционных каналов при центральных системах отопления, также при устройстве перегородок. К недостаткам гипсо-шлаковых плит нужно отнести значительную их звукопроводность, что особенное значение имеет при применении их для устройства перегородок. Объемный вес такой плиты от 1100—1200 кг/м³. Изготовление заключается в том, что в творило, наполненное до половины водою, насыпается сперва гипс до уровня воды и затем шлак; после добавления клеевой или известковой воды производится сильное перемешивание. Полученный жидкий раствор немедленно разливается по металлическим или деревянным формам и в них легко трамбуется. Обыкновенно через несколько времени после отвердевания раствора масса вынимается из формы и остается несколько дней на воздухе для просушки.

За границей применяются такие доски, приготовленные с применением вместо шлака также и гравия, причем на поверхность их наносится гипсовая штукатурка. Из заготовленных таким образом плит можно устроить готовую перегородку без всякой штукатурки, которую остается только или закрасить или оклеить обоями.

Г. ГИПСО-СФАГНУМОВЫЕ ПЛИТЫ.

§ 116. Состав и свойства. Этого рода плиты применяются преимущественно для устройства перегородок, но могут также идти для заполнения в рамных конструкциях. Они изготавливаются или отливкою или посредством легкого трамбования гипсового раствора с волокнистым торфом—сфагнумом. На 1 м³ смеси обыкновенно берется 150—250 кг гипса и 120—150 кг сфагнума, что дает от 15 до 25% гипсовой массы.

Вследствие малого количества гипса схватывание смеси происходит довольно медленно, но все-таки через 1/2—1 час она уже становится настолько прочною, что может направляться в сушку.

Объемный вес такого материала в воздушно-сухом состоянии от 300 до 400 кг/м³. Плиты могут готовиться размерами от 0,50 × 0,50 до 0,70 × 0,70 м толщиной от 8 до 20 см, в зависимости от назначения. Изделия эти настолько прочны, что могут применяться также для заполнения в деревянном каркасе, для чего они готовятся большей толщины.

Изделия этого рода обладают тем недостатком, что при заготовке их вводится значительное количество воды — от 40 до 60% по объему, что очень сильно замедляет их высушивание, затягивая срок производства. Кроме того материал отличается пористостью и влагоемкостью, почему требует обязательной защиты штукатурным слоем как с наружной, так и с внутренней стороны.

Д. ЛИСТОВОЙ АЛЕБАСТР.

§ 117. Состав, изготовление, применения. Тонкие гипсовые плиты, или так называемый листовой алебастр, представляют собой слой гипса, толщиной 8—10 мм, чистого или с небольшою примесью заполнителя. Плиты армируются бумагой или картоном — с одной или двух сторон в зависимости от назначения. Листовой алебастр готовится в листах до 3 м длиной и 0,6—0,8 шириной.

Для изготовления тонких гипсовых плит применяются следующие материалы:

1) Штукатурный или модельный гипс, который должен отвечать всем стандартным требованиям.

2) Заполнителем может быть или шлаковый песок, отмытый и просеянный, крупностью от 0,5 до 2 мм, или тонкая древесная мука. Расход на 1 объем отливки от 0,05 до 0,10 объема заполнителя.

3) Бумага — толстая и плотная; желательно, чтобы одна сторона была гладкая, другая шероховатая. Наиболее пригодная из имеющихся сортов — так называемая шпунтовая.

4) Картон — плотный; желательно, чтобы одна сторона была шероховатая. Плитки могут изготовляться ручным или заводским способом. При ручном производстве работы ведутся на деревянных верстаках, причем поверхность их должна быть хорошо сфургована и гладко выстрогана.

Формование плит производится в формах, состоящих из деревянных ровных реек, соединенных шипами, которые укладываются на верстаке.

При изготовлении плит гипсовый раствор заготавливается по общим правилам; по изготовлении раствора в него добавляется небольшое количество мелкого, легкого заполнителя, после чего масса хорошо перемешивается.

Перед изготовлением гипсовой массы хорошо увлажненную бумагу расстилают в форму и на нее наливают заготовленную массу. Эта масса разравнивается линейкой и на жидкий еще несхватившийся верхний слой гипса кладут второй лист бумаги.

Сейчас же после схватывания, на что требуется около 20 мин., плиты становятся достаточно прочными и переносятся под навес или в сушилку, где ставятся на ребро. Между плитками помещают деревянные прокладки в 3—5 см. Чтобы плитки не корбились, прокладки должны быть одинаковой толщины.

Сушила состоят из ряда стеллажей, расположенных один над другим, под которыми внизу проходят отопительные трубы. Сушка, как общее правило для гипса, должна вестись при температуре не выше 40°.

Продолжительность сушки на воздухе 2—4 суток, и в сушилах при 35—40° весь процесс заканчивается в одни сутки.

Такие плиты по данным Государственного института сооружений обладают достаточной прочностью для транспорта и монтажа; временное сопротивление на изгиб они дают 65 кг/см².

Листовой алебастр может получить применение:

1) для внутренней обшивки стен деревянных рамных конструкций,
2) для двойных переборок, с заполнением, заменяя деревянную обшивку, драшь и штукатурку.

3) для подшивки потолков вместо досчатой оштукатуренной подшивки.

Такое же применение плиты могут получить и для внутренних отделок кирпичных и бетонных стен.

Плиты, представляя таким образом сухую штукатурку, значительно ускорят производство работ.

Стоимость листового алебаstra по данным Справочника цен № 13 Моуск'а и Урочных норм 6. Губинжа определяется за 1 м² без работы по укреплению на место 1 р. 24 к. и с обшивкою 1 р. 55 к.

Е. ФИБРОЛИТ¹.

§ 118. Общие понятия. Одним из новейших материалов последнего времени является фибролит, полученный в 1928 г. в Институте сооружений.

Фибролит представляет собой прессованные плиты из древесных отходов или низкосортной древесины, переработанной на стружку. Вяжущим веществом в фибролите может быть или магнезиальный цемент или известково-трепельный раствор, в зависимости от чего различают магнезиальный или силикатный фибролит.

§ 119. Магнезиальный фибролит. Производство магнезиального фибролита основано на способности магнезиального цемента, состоящего из магнезита и хлористого магния, хорошо связываться со многими материалами, как например деревом, пробкой, асбестом, песком, сфагнумом и др. Однако же продолжительное время в строительстве магнезиальный цемент находил себе применение лишь в смеси с опилками для ксилолитовых полов. Применение же магнезиального цемента для сочетания с волокном в виде древесной стружки было впервые сделано при изготовлении фибролита.

§ 120. Производство. Приготовление фибролитовых плит в том виде, как оно было выработано Институтом сооружений, заключается в следующем. Предварительно заготавливается раствор магнезиального цемента, состоящего из каустического магнезита, обожженного и измолотого, и хлористого магния.

Хлористый магний растворяется в воде до определенной крепости, 12—16° по Боме, и на этом растворе путем тщательного перемешивания магнезитового порошка заготавливается густое тесто. Добавлением в тесто раствора хлористого магния из него получается молоко, которое и служит для поливания древесной стружки. Увлажненная молоком стружка перемешивается вилами до получения равномерной окраски, после чего она поступает на прессовальный станок.

Основную часть прессовального станка составляет досчатая рама, по длине и ширине соответствующая размерам плиты, а по высоте несколько выше ее толщины. В нижнюю часть рамы вставляется сперва так называемый подкладной щит и накладывается обработанная стружечная масса, которая уравнивается по поверхности и уплотняется лопаткой у краев рамы. На подготовленную массу укладывается верхний прессовальный щит и на него поршень, в виде глухого ящика, которым и прессуются плиты. Прессование происходит посредством четырех болтов с гайками, снабженными

¹ В. Розов. Фибролит. „Строит. Промышленность“, № 5. 1929 г. и П. Лапшин, „Строит. Материалы“, № 4, 1930 г.

ручками. Болты связываются с двумя парами планок из швеллерного железа, причем одна пара расположена под нижним щитом и другая над верхним. Планки снабжены отверстиями, через которые и пропущены болты.

При заворачивании гаек верхние планки давят на поршневой ящик и зажатая между щитами масса сжимается. Когда прессование окончено, то, для того чтобы после освобождения гаек сжатая плита вследствие упругости не восстановила своего прежнего состояния, прессовальные щиты стягиваются между собой двумя парами скоб. Скобы эти пропускаются через отверстия, сделанные в продольных стенках рамы.

После этого станок устанавливается на две доски, гайки отвинчиваются, и зажатая между щитами прессованная плита выбивается из рамы. Вынутая из рамы и сжатая между щитами плита помещается в теплое или сухое место или в сушилку, с температурой 30—40°, где и происходит твердение массы. Через 10—12 час. затвердевшая масса освобождается от щитов и окончательно сушится в течение 4—8 дней в зависимости от своих размеров.

Основным заполняющим веществом в массе фибролита служат отбросы деревообделочного производства в виде стружки строгальных станков и т. п. Древесная же шерсть идет лишь в размере четвертой части от всей стружки по весу и служит только для связывания своими волокнами мелких чешуек-стружек строгальных станков.

Состав фибролита бывает различный, чаще всего применяется следующая пропорция на 1 м³ фибролита: древесной шерсти 60 кг, стружки строгальных станков 80 кг, магнезита 87 кг, хлористого магния (кристаллического) — 55 кг или 45 кг хлористого магния и 8 кг железного купороса.

Кристаллический хлористый магний, как и железный купорос, разводится в воде до 16° по Боме.

Кроме стружки фибролит готовится также и из других волокнистых веществ, как то: из костры конопля, льна, кенафа, соломы и др.

К недостаткам магнезительного фибролита, приготовленного на хлористом магнии, относится значительная его гигроскопичность, дающая мокрые пятна на штукатурке. Влага, попадающая в фибролит, растворяет хлористый магний и вследствие испаряемости во внутрь помещения переносит хлористый магний из фибролита в штукатурку. Проникая в штукатурку, хлористый магний образует на ней отложения соли, которые вследствие гигроскопичности поглощают влагу и образуют на стенах сырые пятна.

Во избежание появления сырости фибролит не должен заключать в себе хлоро-выщелачиванных солей более 2 1/2%: только при таком условии он будет сух, и на покрывающей его штукатурке не будет получаться сырых пятен.

Опытами установлено, что для получения фибролита, отвечающего этим требованиям, на 1 плиту размером 1,5 × 0,5 × 0,07 м лучше всего пользоваться следующей рецептурой:

древесная шерсть	4 кг
стружки строгальных станков	10 "
магнезит в порошке	6 "
раствор хлористого магния 13° Боме	6 "
раствор железного купороса 8° Боме	6 "

Сперва смесь стружек с древесною шерстью поливается раствором железного купороса, а затем смесью из раствора хлористого магния и магнезита в порошке.

Железный купорос, входящий в эту рецептуру, берется для того, чтобы заменить хлористый магний сернокислым магнием. Железный купорос при взаимодействии с магнезитом образует гидрат железа и сернокислый магний, который гигроскопичностью не обладает.

При производстве фибролита можно применять также отходы серной кислоты от гвоздильного, красочного и прочих производств.

Для той же цели можно пользоваться также сернокислым магнием в чистом виде, в этом случае дозировка составных частей для плиты размером $1,5 \times 0,5 \times 0,07$ м рекомендуется следующая:

древесная шерсть	4 кг
стружки строгальных станков	10 "
магнезит в порошке	6 "
раствор сернокислого магния 12° Боме	12 л

При изготовлении фибролитовых плит на сернокислом магнии наблюдается более быстрое схватывание, чем на хлористом магнии. Скорость схватывания увеличивается с повышением температуры: при 25° она составляет 30 мин., при 45° — от 15 до 20 мин. и при 80° — от 8 — 10 мин., при толщине плиты в 5 см.

Необходимо отметить, что устойчивость фибролита к высоким температурам отмечается только в период его твердения, когда заключающаяся в нем вода, обращаясь в пар, не позволяет стружке обугливаться. При более же продолжительном влиянии повышенной температуры стружка начинает обугливаться.

Механическая прочность фибролитовых плит на сернокислом магнии одинакова с плитами, изготовленными на хлористом магнии.

В экономическом отношении приготовление фибролита на сернокислых слоях также имеет за собой преимущества против хлористого магния.

Стоимость 1 м³ магнезиального фибролита при массовой работе и при механизации производства со всеми накладными работами и амортизацией оборудования в круглых цифрах составляет 44—45 р., а на сернокислых солях несколько дешевле.

Таким образом в общем фибролит, изготовленный на сернокислом магнии, имеет за собой все преимущества перед изготовленным на хлористом магнии.

§ 121. Силикатный фибролит. Поводом для изыскания вяжущего вещества, способного заменить в фибролите магнезиальный цемент, послужило то, что магнезит оказался остродефицитным материалом и в последнее время не мог удовлетворить расширившемуся на него спросу.

Состав и изготовление. Новый фибролит — это материал, в котором магнезиальный цемент заменен известково-трепелным раствором. Преимущества его заключаются в том, что известь и трепел распространены почти повсеместно, трепел же является дефицитным материалом лишь в размолотом состоянии. В данном же случае для известково-трепелного раствора предлагается при-

менять так называемый комовый трепел, добываемый непосредственно в карьерах.

Способ производства известково-трепельного фибролита только тем и отличается от магнезиального, что после прессования плиты, в запрессованном же виде, они подвергаются запарке в котлах, которые применяются при производстве силикатного кирпича.

Давление пара в котлах доводится до 8 атм., при продолжительности запарки около 10 час. После истечения срока запарки пар из котла перепускается в следующий уже загруженный котел, плиты выгружаются и сейчас же освобождаются от скоб и щитов. Сушка плит производится так же, как и при магнезиальном фибролите.

При производстве известково-трепельного фибролита необходимо особенное внимание обращать на качество извести и трепела.

Известь предварительно гасится в тесто и перед употреблением в дело обращается в известковое молоко, которое и смешивается с трепелом, взятым в известной пропорции.

Химический процесс, происходящий между известью и трепелом в запарных котлах, ведет к образованию гидросиликата кальция — соединения, обладающего водоустойчивостью и огнестойкостью; в результате этого процесса происходит склеивание отдельных волокон стружки между собой.

Количество материалов, необходимое для изготовления плиты, размером $1500 \times 500 \times 70$ мм, по опытным данным таково:

древесная шерсть	13 кг
известковое тесто	6 л.
трепел молотый	20 "
вода	23 — 40 "

Известково-трепельный фибролит в готовом уже виде полезно бывает подвергнуть еще одной обработке, преследующей две цели: уменьшение гигроскопичности фибролита и антисептирование органического волокна. Обработка эта заключается в том, что совершенно готовая плита на короткое время вымачивается в растворе железного купороса (вместо последнего можно также употреблять глинозем квасцов, бисульфат натрия как отход производства азотной кислоты а также отходы серной кислоты от гвоздильного производства).

При наличии в составе фибролита несвязанной извести получается гипс и соответствующий гидрат металла. На одну фибролитовую плиту расходуется от 0,3 до 1,0 кг кристаллической соли, в зависимости от крепости раствора.

Опытными данными установлена бесспорность благоприятного влияния на качество фибролита обработки его сернокислыми соединениями.

Стоимость 1 м³ известково-трепельного фибролита ориентировочно определяется в 25 р. при употреблении древесной шерсти и стружки строгальных станков и в 32 р. при производстве исключительно из древесной шерсти.

К одному из существенных недостатков известково-трепельного фибролита нужно отнести то, что его изготовление в силу необходимости пропарки сырых плит под большим давлением возможно

лишь при заводской установке, в то время как магнезиальный цемент допускает производство его также и кустарным способом.

Свойства и применения. Плотность фибролита для термоизоляционного материала колеблется в пределах от 250 до 450 кг/м³. При другом назначении фибролита в зависимости от состава и степени прессования объемный вес его может увеличиваться до 1050—1100 кг/м³.

Размеры фибролитовых плит различны: 1500 × 500 × 70 мм, 1200 × 600 × 70 мм, 1500 × 1500 × 140 мм и 1200 × 600 × 140 мм. Для специальных же целей плиты могут готовиться толщиной от 2,5 до 5 мм и других размеров.

Коэффициент теплопроводности фибролита зависит от объемного веса, так:

при объемном весе	250 кг/м³	...	0,060
"	300 "	...	0,085
"	350 "	...	0,110
"	400 "	...	0,130
"	450 "	...	0,155

Временное сопротивление фибролита сжатию в направлении, перпендикулярном к прессованию, при объемном весе 300 кг/м³ — 3,5 кг/см², при 350 кг/м³ — 6 кг/см², при 400 кг/м³ — 8 кг/см² и при 450 кг/м³ — 11 кг/см². Сопротивление на сжатие по направлению прессования до первой трещины фибролита, примерно на 30% меньше, чем в направлении, перпендикулярном к прессованию. При сжатии, перпендикулярном к прессованию, образец начинает раз-



Рис. 15.

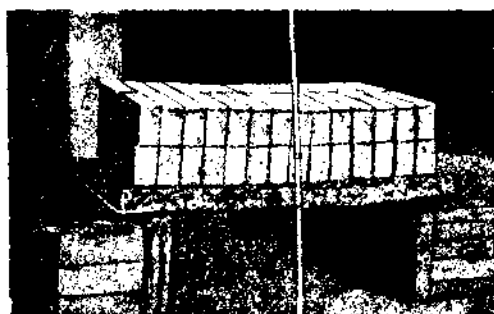


Рис. 16.

рушаться по слоям, параллельным прессованию (рис. 15).

Испытание на изгиб при объемном весе фибролита 400 кг/м³ показало временное сопротивление 10 кг/см². в среднем же можно признать 4 кг/см² (рис. 16).

Испытание на воздействие влаги показало, что образец, выдержанный в воде 3 суток, особых изменений своих качеств не получил. Образец же фибролита, положенный на мокрый кирпич, по-

груженный наполовину в воду, поглощал воды до 30% по весу. Разбухание от воды незначительное и не больше, чем дерева.

Испытания на замораживание насыщенного водою фибролита по нормам не производилось.

Фибролитовые плиты применяются для заполнения каркаса и отопления наружных стен, полов и потолков и для устройства перегородок. Скрепление плит между собой и соседними конструкциями обыкновенно производится при помощи гипсового раствора. Оштукатурка поверхностей фибролита производится обыкновенным известково-гипсовым раствором.

При применении фибролита в наружные стены стена в $2\frac{1}{2}$ кирпича может быть заменена: а) сплошным фибролитовым заполнением толщиной в 140 мм, б) кирпичной стеной в 1 кирпич, утепленной с внутренней стороны плитой толщиной 70 мм.

Перегородки возводятся из плит толщиной 70 мм без применения каркасов, так как они обладают достаточной устойчивостью.

Звукопроводность фибролита очень незначительна.

Фибролит не следует применять в таких частях здания, где он может отсыревать.

Из фибролита объемного веса 1050 — 1100 кг/м³ могут изготавливаться оконные переплеты, дверные полотна, оконные и дверные рамы и коробки.

Для частей малых сечений, где нужна особая прочность, в качестве заполнителя применяется одна древесная шерсть без стружки. Верхняя поверхность таких изделий затирается магнезиальным цементом с древесной мукой и асбестом.

Все изделия из фибролита обладают большой прочностью, хорошо сопротивляются атмосферным влияниям, не разбухают, легко обрабатываются столярным инструментом и хорошо держат гвозди, винты и приборы. Вместе с этим они хорошо принимают окраску и лакировку.

§ 122. Вопросы для самопроверки.

1. Чем вызвана была необходимость замены устройства перегородок из дерева другими материалами?
2. Почему плиты и доски готовятся на основе из гипса?
3. От чего зависит крепость гипсового раствора?
4. Чем отличается ручной способ заготовки плит от заводского?
5. Как делаются гипсовые плиты по входящим в них составным частям и в каких случаях применяются их разновидности?
6. Что такое плита Диферент и в чем заключаются ее преимущества в сравнении с гипсолитовыми плитами?
7. Требуется сделать сравнение по свойствам гипсо-шлаковых плит с гипсо-сфагмуновыми, изобразив это в виде схемы или таблицы.
8. Чем отличаются фибролитовые плиты от гипсовых как по составу, так и по изготовлению?
9. На каком вяжущем веществе могут готовиться фибролитовые плиты и в чем разница в их производстве?
10. Чем может быть заменен хлористый кальций при изготовлении магнезиального цемента и как это изменение влияет на качество фибролита?
11. Какие преимущества силикатного фибролита перед магнезиальным?
12. На какие части строений применяется фибролит?

ТЕМА ЧЕТВЕРТАЯ

ТЕРМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ. Задания 10-е и 11-е обнимают собой термоизоляционные материалы органического происхождения, основой для которых служит торф (задание 10-е) и солома (задание 11-е). Применения торфа, преследующие задачи термоизоляции, очень разнообразны; к ним относятся: сфагновая отоплительная засыпка, торфяные плиты и сфагнит, торфо-фанера и глино-сфагновые блоки. Все торфоизоляционные плиты отличаются малою механическою прочностью и могут применяться только для изоляции деревянных, каменных и бетонных стен.

Сов ершенно такую же роль, как торф, в строительстве играет солома и камыш, из которых готовятся изоляционные маты, известные по названием соломита и камышита. В последнее время предложено было готовить из соломы изделия более сложной обработки в виде соломенных плит, строительного войлока из соломы, а также других термо- и звукоизоляционных материалов.

Кроме торфа и соломы в 11-е задание, под рубрикой „прочие изоляционные материалы“, вошли также материалы, изготовляемые из отбросов льняного производства в виде морозина и шевелина, наконец ситовина как самостоятельный изоляционный материал, получаемый из древесины.

ЗАДАНИЕ 10-е.

ТОРФ¹.

§ 123. Общие сведения. В пределах нашего Союза почти повсеместно находятся неисчерпаемые сырьевые запасы торфа самого разнообразного качества. Высокое качество торфа и дешевизна продукции выдвинули его на особое место среди так называемых новых строительных материалов.

Получение торфа в природе происходит, как известно, разложением растений путем происходящих в нем различных процессов:

- 1) и с т л е в а н и я, которое имеет место при обильном доступе воздуха и влаги и при участии также грибков и микробов;
- 2) п е р е г н и в а н и я, в котором происходит неполное истлевание при недостаточном количестве воздуха, но при таком же деятельном участии микробов;

¹ А. П. Торф как строительный материал. „Строитель“, № 8 — 9, 1929 г.

3) оторфования, в котором избыток воды и полное отсутствие воздуха препятствуют истлеванию и перегниванию.

При процессе оторфования растений формы и строение растений остаются без изменений очень долгое время; в некоторых случаях сохраняется даже цвет растений.

В зависимости от породы растений, образующих торф, он получает различные названия: тростниковый, камышевый, осоковый, ольховый, березовый, сфагновый или моховой и пр.

Значительное количество торфа идет главным образом на топливо, и только сравнительно немногие его сорта расходуются на строительства. Для последней цели идет преимущественно сфагнум-торф, получаемый из мха, который также в зависимости от степени его разложения делится на три сорта: 1) мало оторфованный, 2) средние и 3) сильно оторфованный.

Малоразложившийся сорт считается наиболее пригодным для строительства, потому что он обладает наибольшей способностью задерживать гниение и потому называется строительным сортом.

Строительный сорт сфагнума имеет за собой следующие преимущества: 1) он имеет волокнистое строение, 2) отличается малым весом и 3) малою теплопроводностью.

Такие технические достоинства сфагнового торфа и способствовали широкому его применению в строительной практике.

Использование строительного сорта сфагнума осуществляется различными путями:

1) В виде волокнистой торфяной сфагновой засыпки, торфяного порошка или крошки топливного торфа; этого рода материалы получают дроблением воздушно-сухого естественного пласта без всякой дальнейшей технологической переработки и предназначаются исключительно как отоплительная засыпка.

2) В виде уплотненных прямоугольных изоляционных пакетов по типу финляндской силенды или шведского мата.

3) В виде фибритов, в форме бесшовных набивных стен и блоков, изготавливаемых из смеси натурального волокнистого торфа и вяжущих растворов и наполнителей; здесь торфу придается роль как отоплительной добавки, так и скрепляющей своими волокнами массу раствора.

4) В виде термоизоляционных плит, получаемых путем заводской переработки того же торфяного сырья; плиты эти отличаются хорошою изоляционной способностью и стойкими к внешним атмосферным влияниям; они очень удобны в применении.

5) В виде укрупненных стандартных элементов ограждения или стенных материалов, настолько прочных и жестких, что кроме изоляционного значения они могут выполнять также и конструктивную роль в отдельных частях здания.

А. ТОРФЯНАЯ ОТЕПЛИТЕЛЬНАЯ ЗАСЫПКА.

§ 121. Разновидности и применение. Торф для отопления или как термоизоляционная засыпка применяется в виде:

- 1) волокнистой дробленой засыпки,
- 2) торфяного порошка,
- 3) топливной крошки.

Волокнистая дробленая засыпка изготавливается дроблением предварительно хорошо высушенной торфяной массы; последняя состоит из хорошо различных волокон и имеет светло-бурую окраску. При засыпке следует избегать как верхнего, не успевшего разложиться слоя торфяника, так и нижележащего перегнившего земляного слоя.

Как включение в состав сфагнома допускается пушица в неограниченном количестве, а такие примеси, как остатки клюквы, вереска, осоки и прочие, не должны составлять в совокупности более чем 25% по весу.

Степень раздробления засыпки должна быть такова, чтобы отдельные частицы ее проходили через решето с отверстиями в 6 см; порошок же, проходящий через грохот с отверстиями в 8 мм, должен быть отсеваем.

Влажность засыпки не должна быть более 40% по отношению к весу сырого образца.

Объемный вес раздробленной засыпки в рыхлом состоянии колеблется в пределах от 75 до 120 кг/м³, утрамбованной—от 150 до 250 кг/м³. Коэффициенты теплопроводности в утрамбованном состоянии—от 0,05 до 0,07.

Такая засыпка доставляется на работы прессованными кипами, весом обыкновенно около 80 кг.

Торфяной порошок получается как отброс при изготовлении волокнистого торфа и представляет собой мелочь, пропущенную через грохот с отверстиями в 8 мм. Влажность его должна быть такая же, как и дробленой засыпки.

Порошок пакуется в виде прессованных кип, обложенных со всех боковых сторон досками или горбылями.

Топливная крошка. Исходным сырьем для крошки является торф из верховых моховых болот, не заключающих в своем составе земли, дерна или других посторонних примесей. Для отделения крупных частей крошка отсеивается на грохоте с отверстиями в 20 мм. Степень влажности не должна быть более 40% от веса сырого образца. При средней влажности в 35% объемный вес крошки в рыхлом состоянии не превышает обыкновенно 500 кг/м³.

Топливная крошка на работы доставляется в неупакованном виде и перевозится обыкновенно внавалку.

Все перечисленные материалы применяются главным образом для засыпки наружных каркасных обшивных стен, кирпичных стен системы Герарда, полых частей в пустотелых камнях, для заполнения щитов сборных конструкций, а также для утепления и изоляции звука в междуэтажных перекрытиях.

Такого рода засыпка может применяться или в виде одного торфа или с примесью минеральных порошкообразных веществ. В первом случае влажность засыпки не должна быть более 30—35%, а во втором допускается до 40%.

Из всех описанных засыпок предпочтительно употреблять волокнистую, дробленую, как наименее засоренную. В торфяной порошок при его приготовлении могут попадать посторонние земляные и другие органические вещества, которые могут ухудшать качество материала вплоть до его загнивания. Такое же засорение с плохими последствиями может произойти во время перевозки навалом

с топливной крошкой. По этой причине вообще рекомендуется при сомнительных качествах материала избегать его употребления.

При приемке материалов торфяной засыпки, а также и при производстве работ необходимо руководствоваться техническими условиями, выработанными Ком. СТО и объявленными в сборнике 1929 г. № 2 (вып. 65).

Б. ФИНЛЯНДСКАЯ СИЛЕНДА И ШВЕДСКИЕ МАТЫ.

§ 125. Изготовление и применение. В последнее время торф как изоляционный материал стал применяться в Финляндии для изготовления особых пакетов, известных на рынке под названием силенда, и в Швеции — в виде торфяных матов. Силенда представляет собой пакет из плотной толстой, непроницаемой для воды бумаги, который ручным способом набивается торфяной подстилкой. Шведские торфяные маты готовятся из такой же бумаги, которая служит наружной оболочкой.

Между двумя слоями такой бумаги укладывается слой подстилочного торфа, и получающийся таким образом мат прошивается на машинке. В зависимости от назначения мату придается толщина от 1 см и более.

В. ТОРФЯНЫЕ ПЛИТЫ (ТОРФОЛЕУМ).

§ 126. Общие сведения.¹ Применение торфа как изоляционного материала в виде крошки имеет за собой известные недостатки. С одной стороны — неоднородность массы и наличие в ней влаги, а с другой — легкая поглощаемость влаги в значительной степени ухудшают ценное свойство торфяной засыпки как изоляционного материала. Как материал, применяемый для засыпки, сыпучая масса торфа является очень удобной для отопления горизонтальных пространств всегда обнаруживается неравномерная плотность засыпки, оседание массы и вследствие этого обнажение верхних частей засыпанного пространства, что может служить причиной промерзания стены.

Эти недостатки послужили поводом для превращения сыпучей массы в твердое состояние в виде отдельных так называемых торфяных плит.

Торфяные плиты впервые появились в Германии в 1919 г. В основу изготовления таких плит были положены принципы патента Р. Граффе и О. Гаазе. Наиболее важными особенностями их изготовления являются в следующем: 1) исходным материалом служит сырец, непосредственно добываемый из болот, без предварительной его подсушки; 2) торфяная масса, поступающая в производство в измельченном состоянии, для большей однородности и выделения из нее грубых включений приводится в жидкое состояние с влажностью 92—96%; 3) сушка торфяных плит производится в большинстве случаев перегретым паром или другими способами.

Производство торфяных плит у нас в СССР было поставлено

¹ Н. Дюрбаум. Торфоизоляционные плиты. „Строит. промышленность, № 9, 1929 г.

после подробного изучения их свойств как исследованиями, произведенными над самими плитами, так и наблюдениями над опытными постройками из них жилых домов.

Опытами как у нас, так и в Германии было установлено, что наиболее ценные свойства торфяных плит как изоляционного материала получаются во-первых при обработке сырья в естественно-влажном состоянии, и во вторых при термической обработке торфа при высокой температуре, доходящей до 170° . Последняя обработка продолжается около 5 час. и включает в себе две операции: 1) постепенное удаление влаги при $60-70^{\circ}$ и 2) окончательное высушивание плиты. При такой обработке плита получается без коробления и без трещин.

В результате этих работ Торфяным институтом были выработаны два основных типа:

1) Плиты типа германского торфолеума, из влажного торфа с последующей просушкой и термической обработкой; плиты этого рода получили у нас название сфагнит.

2) Плиты по типу торфоплит Исторфа, изготавливаемых из воздушного-сухого торфа, с такой же термической обработкой.

§ 127. Свойства. Размеры и внешний вид. Образцы русских плит изготавливаются одинаковых размеров с германскими, длиной 1 м, шириной 0,5 м и толщиной 2—2,5, 3, 4, 5 и 6 см, доходящей в иных случаях до 20 см. При таких размерах получается плита незначительная по весу и очень удобная для транспорта.

При наших климатических условиях при конструкции стены в 1 кирпич толщина плиты для утепления должна быть не менее 2,5 см.

Внешняя поверхность плиты обрабатывается под рифленую сетку, что способствует лучшему сцеплению штукатурки с поверхностью плиты.

Плоскость плиты хорошего качества должна быть без всяких искривлений, поверхность — без трещин, а края плиты — ровные и прямые.

Структура. Наша плита, изготавливаемая из массы, не совершенной по размолу, в изломе представляется при достаточной плотности массы, не однородной по слоению, и в этом отношении уступает по качеству германской плите. Недостаток этот зависит с одной стороны от несовершенства размола и с другой — от качества сырья.

Механическая прочность. В отношении свойства крепости торфяная плита не обладает настолько способностью сопротивляться механическим усилиям, чтобы ее можно было рассматривать как несущую статическую нагрузку.

Опыты, произведенные над прочностью плиты в Германии, показали, что торфяная плита, положенная на бетон и заделанная сверху цементным слоем толщиной в 4 см, выдержала предельную нагрузку без появления трещин — 12 кг/см^2 , при сокращении ее на 4,77 мм.

Испытание нашей плиты сфагнит на сжатие было произведено в направлении, перпендикулярном к торцевой части, причем временное сопротивление определилось в $4,61 \text{ кг/см}^2$.

Эти результаты показывает, что крепость плиты очень незна-

чительна и что при настоящем состоянии ее производства исключительное назначение ее — служить хорошим термоизоляционным материалом.

Объемный вес торфяной плиты, в зависимости от способа изготовления, по данным Государственного института сооружений меняется в пределах от 200 до 400 кг/м³.

Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности по данным Теплотехнического института для торфяных плит от 0,0516 до 0,057, а для сфагнита по тем же данным — от 0,0316 до 0,0347. Последняя величина более низкая, чем у германских плит, указывает на высокие качества сфагнита как изоляционного материала и может быть объяснена сильным высушиванием плиты; с другой стороны, это придает плите свойство хрупкости и делает ее ломкою.

Влагоемкость и гигроскопичность плит — наиболее важные свойства плит как изолирующего материала. Водонасыщаемость сфагнитовых плит почти одинакова с германскими и значительно меньше, чем торфоплит. Последняя в этом отношении является совершенно не удовлетворяющей предъявляемым требованиям. Несмотря на значительную налитанность (до 18%) смолами, количество поглощаемой воды по объему превышает первоначальный объем плиты. По весу же поглощаемость 1 см³ торфоплиты достигает до 1,1 г. Германская плита при одинаковых условиях — 0,5 г; для нашей плиты сфагнит поглощаемость несколько больше — 0,6 г/см³.

Такая высокая поглощаемость торфяной плиты водою сопровождается вместе с тем значительным увеличением объема, причем увеличение это направлено преимущественно по толщине плиты и достигает до 64,8%. Германская плита дает увеличение объема всего на 8,65%, а плита сфагнит — 10% в течение первых двух суток и только на двенадцатые сутки увеличивается до 12%.

При высыхании насыщенной торфяной плиты она уже не возвращается к первоначальному своему объему: получается остающаяся деформация, доходящая до 23% первоначального объема. Плита сфагнит, наоборот, при высыхании возвращается к первоначальному объему, не проявляя при этом никаких дефектов в виде трещин или коробления.

Свойство гигроскопичности плиты в условиях службы ее является наиболее важным и заслуживающим особого внимания. Способность впитывать в себя как атмосферную влагу, так и влагу из раствора кладки или штукатурки одинаково важна, как и способность отдачи этой влаги обратно при процессе высушивания плиты. Оба эти процесса должны происходить постепенно без резких нарушений.

Гигроскопичность плиты сфагнит почти одинакова с германской плитой, в то время как торфолеум в значительной степени им уступает и, являясь материалом второстепенным, как дешевый изолятор может быть использован для мест, не подвергаемых влиянию сырости.

Звукопроводность. Кроме термоизоляционных свойств торфяные плиты представляют известную ценность и в отношении изоляции звука, что особенно важно иметь в виду при применении

плит как для ограждающих конструкций, так и для междуэтажных перекрытий.

Заслуживают особого внимания опыты, произведенные на звукопроводность акустическим отделом Ленинградского электротехнического института. Этими опытами было установлено, что если принять звукопроводность открытого окна за 100%, то звукопроводность торфяной плиты составит 7,95%, а двух плит — еще меньше.

Загниваемость. Исследованиями, произведенными в шпальной лаборатории Ленинградского института путей сообщения, установлено, что торфяная плита, подвергнутая заражению домовым грибом и другими видами грибов, по прошествии месяца оказалась к ним совершенно невосприимчивой и осталась неповрежденной. Кроме того, что микробиологические процессы не получают в них развития, есть данные предполагать, что благодаря впитыванию излишней влаги и поглощению образующихся при гниении газов плита может способствовать гибели микроорганизмов и выздоровлению древесины.

По отношению к германской плите, а также и к нашей плите сфагнит опыты дали противоположные показания: грибки получили в них очень быстрое и сильное развитие и грибницы их пронизывались во всю толщину плит.

Такое преимущество нашей плиты торфолеум перед германской в отношении загниваемости ее должно быть приписано обработке ее смолами.

Огнестойкость. Сфагновый торф в своем естественном виде хотя и не горит, но при температуре в 205° начинает уже тлеть, что в значительной степени ухудшает его качества.

При применении сфагнума как засыпки для придания ему огнестойкости рекомендуется на $\frac{1}{3}$ по объему примешивать к нему трепела. Что же касается до плит, то придание им огнестойкости может быть достигнуто лишь обработкою химическим путем. Существующий же способ обработки плит не гарантирует им полной огнестойкости, и оба вида их, как торфолеум, так и сфагнит, являются материалами неогнестойкими: готовая торфоплита при воздействии на них высокой температуры не только тлеет, но и горит пламенем.

К одним из недостатков торфяных плит относится также возможность обитания в них грызунов и насекомых паразитов. В этом отношении свойства торфоплиты должны быть улучшены и принята соответствующая обработка торфяной массы.

§ 128. Производство торфоплит. Сырьем для производства служит мало сравнительно разложившийся торф, который в виде плиток вырезается из болот и высушивается на воздухе до степени влажности в 25—30%. Высушенный таким образом материал поступает в особую мельницу и превращается в порошок. После этого сухой порошок поступает в смеситель, где и перемешивается со связывающим веществом в виде пека. Из смесителя такая масса поступает в металлические формы, в которых каждая плита в отдельности подвергается горячему прессованию.

Работа по прессованию производится на нескольких прессах, причем каждый пресс готовит одновременно 4 плиты при общей

площади их в 2 м². Прессы подогреваются паром, пропускаемым внутрь прессующих досок. Изготовленные таким образом плиты устанавливаются на вагонетки вертикально в расстоянии 15—20 см одна от другой и в таком виде вводятся в сушилки, где и обрабатываются в течение 12—24 час. в зависимости от влажности торфа. Сушилка канальной системы шириною 2,6 м, высотой 1,85 м и длиной 12,5 м вмещает в себе 12 вагонеток, расположенных в 2 ряда.

Продукты горения, поступающие из топки, проходя под полом сушилки, смешиваются с воздухом, нагнетаемым вентилятором, и через отверстия в полу поступают в канал, наполненный вагонетками.

Сушилка может вместить в себе от 150 до 200 м² плит.

§ 129. Изготовление плит сфагнит. Для изготовления плит системы сфагнит исходным материалом служит такой же слабо разложившийся сфагновый торф, как и для торфоплит. Вырезанные из такого торфа плиты доставляются к заводу, где в естественном своем виде без всякого подсушивания механически измельчаются. Измельченный торф затем прогревается, подвергаясь влиянию пара, и масса эта формуется в металлических ящиках; отформованные плиты, совсем сырыми, с влажностью, достигающей 90%, нагружаются на вагонетки и поступают в тоннельную сушилку. При такой влажности формирование плиты может производиться даже без всякого прессования, так как и без этого после сушки плита приобретает достаточную крепость. Только при небольшой влажности торфа прессование его является необходимым, без чего масса плиты не обладала бы достаточной цементирующей способностью.

Сушка продолжается до тех пор, пока степень влажности не уменьшится до нормальной, принимаемой в 15%; после этого плита остывает и, в случае если она пересушена, остается на воздухе до тех пор, пока влажность ее не восстановится до нормальной.

Готовые плиты пакуются в кипы размерами 0,5 × 0,5 × 1,0 м общим весом около 48 кг.

Описанный способ производства нельзя назвать окончательным: как у нас, так и в Германии нет еще твердо установленного метода, и над этим вопросом должна быть произведена исследовательская работа, в особенности по вопросу о способе выделения влаги из плиты: методом ли отжатия воды из торфа или пропариванием. По всей вероятности изготовление плиты с предварительным отжатием нужно считать более выгодным, чем удаление воды только сушкой.

§ 130. Применение. Главное назначение торфоплит заключается в применении их для утепления наружных стен жилых домов.

Таким использованием торфоплит достигается значительная экономия в стоимости сооружения и отопления. Кирпичные стены толщиной в 12 см, т. е. в полкирпича, изолированные торфоплитами толщиной в 3 см, в термическом отношении равноценны кирпичной стене в 38 см со штукатуркой.

Кладка же стены толщиной в 1 кирпич с изоляцией из торфоплит толщиной в 5 см одинакова с кладкою в 2 1/2 кирпича.

К кирпичным стенам торфяные плиты прикрепляются гвоздями. К бетонным же стенам или стенам, сложенным на цементном растворе, укрепление плит производится наклеиванием их по горячему асфальту или смоле.

Штукатурку по плитам лучше всего производить по драпкам или по железной сетке.

При досчатых стенах торфоплиты применяются двояким способом: 1) плита прибивается непосредственно к дереву с внутренней стороны стены гвоздями с оцинкованными железными шайбами, и по ней уже производится штукатурка по деревянной или железной сетке, и 2) плита прибивается к предварительно укрепленным к досчатой стене рейкам, при этом получается воздушная прослойка, значительно уменьшающая теплопроводность стены.

Торфяные плиты закладываются также внутрь кладки стены между двумя рядами кладки в $\frac{1}{2}$ кирпича каждый. Для лучшей связи рядов кладки между собой в горизонтальные швы кладки и плит вводится оцинкованная проволока.

Для утепления чердаков под жилье торфоплита прибивается по планкам, врезанным в стропила, и по ним производится штукатурка обычным в этих случаях порядком. Торфяные плиты в применении такого рода дают самый дешевый и лучший строительный материал.

Кроме применения торфоплит для изоляции стен и крыш, они применяются также для изоляции междуэтажных перекрытий. В этом случае плиты прикрепляются к продольным и поперечным брускам, прибиваемым к балкам, или прокладкою плит толщиной в 3 см на гипсовом слое по бетонной плите.

Торфоплита, представляя собой не безукоризненный по качеству материал по сравнению с другими изоляционными материалами, является наиболее дешевым. Себестоимость 1 м^2 торфоплиты ориентировочно должна быть не более 1 р. 20 к., стоимость же соломы — 1 р. 88 к., а пробки при толщине в 30 мм — 3 р. 55 к.

Такое преимущество торфоплиты может обещать ей большую будущность, если только при дальнейшей организации производства торфоплиты, как это было выяснено при переработке вопроса у нас и в Германии, в основу будет положено следующее:

1) торфоизоляционные плиты должны вырабатываться из торфосырца,

2) торф должен быть мелкой и однородной структуры, что легче достигается при значительном его разжижении,

3) перед сушкой влага должна быть удалена механическим путем;

4) кроме сушки плита должна подвергнуться предварительной термической обработке.

Г. ТОРФОФАНЕРА².

§ 131. Свойства и применение. Торфофанера представляет собой соединение в одно целое двух фанерных покрышек, склеенных на горячих прессах, с прослойкою между ними из плиточного волокнистого торфа сфагноума. На покрышки применяется фанера толщиной от 3 до 5 мм.

Нисколько не уступая обыкновенным торфоплитам в отношении термоизоляционной способности, торфофанера имеет перед ними незначительные преимущества. Торфофанера может готовиться

¹ По Дюрбауму.

² Инж. В. Андреевский. Торфофанера. „Строит. промышленность“, № 9, 1929 г.

любых размеров в пределах размеров листа обыкновенной фанеры; по внешнему виду она образует правильной формы чистую и ровную теплую плиту, не требующую какой-либо отделки снаружи; она обладает достаточной прочностью. Торфофанера из клееной фанеры толщиной в 5 мм и общей толщины плиты в 50—60 мм, положенная узкими краями на опорные бруски, при пролете в 1 м и сосредоточенном грузе, расположенном по середине в 240 кг, не проявила никакого прогиба и деформаций.

Плита торфофанеры может быть различной толщины, начиная от 1 см; толщина же фанеры на покрышки на практике применяется от 3 до 5 мм.

Торфяное заполнение в торфофанере представляется в виде слоя волокнистого торфа-сфагнума, вынутого из естественного пласта и хорошо предварительно просушенного.

Прессование, которому подвергается торфофанера, сравнительно невелико и вызывается исключительно необходимостью получить плотную склейку и правильную поверхность. Сильно спрессованные торфоплиты при большой их плотности могут получить увеличенный объемный вес, а вместе с тем и большую теплопроводность, что им как материалу, предназначенному для теплоизоляции, уже будет служить во вред.

Объемный вес теплой фанеры средней толщины (около 4 см) при покрышках из клееной фанеры в 3 мм — от 208 до 240, при толщине же в 5 см — около 300 кг/м³. С увеличением толщины покрышек и с увеличением плотности прессовки объемный вес возрастает, а в обратных случаях уменьшается и может дойти до 176 кг/м³ и даже 160 кг/м³.

Вообще же теплая фанера с применением искусственной торфяной плиты получает несколько больший вес и разница при покрышках в 3 мм доходит до 30—33%. Размеры листов теплой фанеры могут быть в размер самой фанеры, т. е. 2,7 м²; обыкновенно же пределы их ограничены в 1,8 м².

Для придания фанере большей устойчивости по отношению к атмосферным влияниям она должна быть пропитана водоупорными составами.

Теплопроводность торфофанеры при покрышках толщиной в 3 мм и прослойке из естественного пиленого плитками волокнистого торфа выражается коэффициентом в 0,045.

Вообще же при толщине покрышек, составляющих не более 0,2 общей толщины щита, коэффициент теплопроводности не более 0,07.

По данным инж. В. Андреевского¹ торфофанера толщиной в 5 см при коэффициенте теплопроводности около 0,04, с толщиной покрышек в 5 мм и следовательно при общей толщине в 6 см, при наличии в ней воздухопроницаемости, является в термическом отношении вполне пригодной для наружной стены.

Торфофанера легко поддается механической обработке; ее легко резать и пилить.

В отношении огнестойкости торфофанера имеет известное преимущество перед деревом, так как торфяной слой не так скоро возгорается пламенем и огонь распространяется в ней не так быстро.

¹ „Строительная промышленность“, № 9, стр. 743, 1929 г.

Некоторое улучшение в конструкции торфофанеры, введенное уже в последнее время, заключается в окантовании слоя торфа жесткой деревянной сплошной рамкой, как это показано на рис. 17. Рамка эта в виде бруска вклеивается и впрессовывается между листами фанеры со всех сторон плиты в плоскости края фанеры.

При такой обделке плиты торфяной прослойки будет всегда защищен от сырости и ударов, целостность его не будет нарушаться, и сфагнум не будет высыпаться. Кроме того такая окантовка придает всей плите известную жесткость и прочность и упрощает скрепление листов между собой; для последней цели в рамках отбираются четверти или шпунты, которые в достаточной степени обеспечивают плотное соединение отдельных элементов между собой.

В применении к строительству торфофанеру можно рассматривать как стандартный элемент, вырабатываемый заводским способом и удобно применимый для целого ряда назначений. Как и торфоплиты, теплая фанера может применяться в качестве заполнения каркасных конструкций, в качестве щитов сборных конструкций,

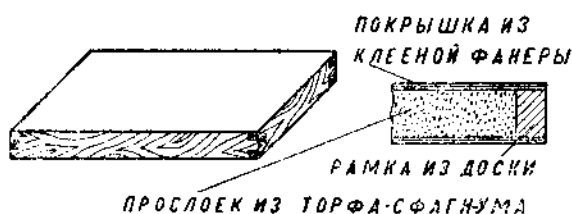


Рис. 17.

для междуэтажных теплых перекрытий, теплой подстропильной подшивки и пр. В особенности она удобна для применения при постройке переносных разборных домов и телефонных будок.

Д. ГЛИНО-СФАГНОВЫЕ БЛОКИ.

§ 132. Общие сведения. Кроме рассмотренных случаев применения торфа-сфагнума для изготовления термоизоляционных материалов, по предложению проф. Н. А. Ушкова были предприняты исследования материала из того же сфагнума и обыкновенной кирпичной глины.

Лабораторная проработка вопроса о пропорциях составных частей такого материала указала на возможность применения их в двух видах, как то: 1) сырьцовые глино-сфагновые блоки и 2) обожженные легкие глиняные блоки.

§ 133. Сырьцовые глино-сфагновые блоки представляют собой глиняную массу с введением в нее волокнистого торфа-сфагнума в количестве 0,85 кг на 1 кг глины, или 5 частей по объему.

Способ изготовления заключается в том, что готовится довольно жидкая глина (на 1 кг глины 1 л воды), хорошо смешивается с влажным торфом-сфагнумом до получения пластичной массы; из этой массы формируются при легком трамбовании блоки размером 40×40 см или 50×50 см, толщиной от 10 до 12 мм.

Сушка таких блоков по сравнению с плотной глиной происходит довольно быстро, без образования трещин, с уменьшением объема до 20%. Объемный вес получаемого таким образом материала в воздушно-сухом состоянии — от 0,70 до 0,80.

С целью получения более легкого материала в глину вводится молотый диатомит: на 0,75 кг сухой глины 0,25 кг молотого диатомита и 0,75 кг торфа-сфагноума. При сушке происходит такое же уменьшение объема до 20%, но объемный вес воздушно-сухого материала уменьшается до 0,65 — 0,70.

Такие блоки могут найти применение как дешевый изоляционный материал преимущественно для междуэтажных перекрытий, вместо обыкновенной смазки и засыпки, для изоляции бетонных перекрытий и для обшивных стен деревянных каркасных построек.

§ 134. Обожженные глино-сфагновые блоки. Вышеописанные глиняные блоки, будучи обожжены при 900 — 1000° как обыкновенный кирпич, дают уменьшение объема по отношению к сырцу на 25%. Объемный же вес таких материалов для чисто глиняного — около 0,60 и для глино-диатомовых — 0,55 — 0,60.

Глино-сфагновые обожженные блоки помимо большей прочности имеют преимущество и перед сырцовыми блоками в том отношении, что материал их негигроскопичен и хотя влагоемкий, но не размокающий.

Благодаря своей прочности они удобны для транспорта и могут применяться для междуэтажных перекрытий, изоляции тонких кирпичных стен (в 1 кирпич) или бетонных. Необходимая толщина их в последнем случае не должна быть менее 12 см.

Глино-сфагновые обожженные блоки при их значительных размерах и дешевизне производства, по данным Института сооружений, могут конкурировать с пористым трепельным кирпичом, даже несмотря на значительно больший их объемный вес. Такое мнение основывается на том, что материалом для них может служить любая кирпичная жирная или средне-жирная глина, лишь бы она не была песчаной или супеском.

§ 135. Вопросы для самопроверки.

1. Какие материалы органического происхождения применяются для термоизоляторов и на каких свойствах их основано это применение?
2. Почему на строительство идет только торф-сфагнум?
3. В каких изделиях он применяется? Требуется составить таблицу этих изделий с указанием применения каждого из них.
4. В каких видах применяется отопительная засыпка?
5. Какая разница в изготовлении торфоплиты и сфагнита?
6. Что выгоднее применять в качестве термоизоляции — фибролит или плиты из торфа?
7. Какие недостатки имеют плиты из торфа?
8. Как применяются в строительстве торфоплиты?
9. В чем заключаются преимущества торфофанеры?
10. Чем скрепляются между собой фанера и сфагнум и в чем заключается улучшение конструкции?
11. Что такое глино-сфагновые блоки и в каком виде они могут готовиться?
12. Какие они имеют преимущества перед другими блоками?

СОЛОМА, КАМЫШ И ПРОЧИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.**А. СОЛОМИТ¹.**

§ 136. Определение и изготовление. Солома как сырье для изготовления изоляционных строительных материалов впервые нашла себе применение при производстве так называемого соломита.

Соломит представляет собой соломенные щиты или маты, в которых солома запрессована между двух рядов проволоки № 16 или № 17 стянутых друг с другом проволочными крючками. Прессование производится на особых прессовальных станках под известным давлением, которое меняется в зависимости от назначения материала. В том случае, когда соломит назначается только для изоляции, прессование дается слабое; при более ответственном его назначении как строительного материала дается сильное прессование, вплоть до разрушения отдельных трубочек соломы. Прессование производится без каких-либо примесей; и солома искусственной сушке обычно не подвергается. Наиболее употребительные размеры щитов: по длине 2200 и по ширине 1070 мм, при весьма различной толщине, начиная от 30 до 100 мм — смотря по назначению.

§ 137. Свойства. Соломит подвергался всестороннему лабораторному исследованию, которое установило в нем целый ряд ценных качеств. Соломит при дешевизне его изготовления обладает прочностью, огнестойкостью, малою теплопроводностью и звукопроводностью и незначительным объемным весом.

Прочность. Соломит благодаря прессовке и системе расположения проволок в особенности хорошо сопротивляется изгибу: плита шириною в 300 мм и толщиной в 55 мм при пролете в 1 м выдерживает нагрузку в 500 кг без всякого разрушения отдельных стеблей соломы. При такой прочности соломит в особенности пригоден для перекрытий пролетов между балками в потолках и для изоляции от холода крыш мастерских. Кроме прочности соломиту присуща также и его формонеизменяемость, что предупреждает появление в частях зданий опасных деформаций.

Огнестойкость. Наиболее важным свойством соломита является его значительная огнестойкость, что подтвердилось многочисленными испытаниями. Соломит, ничем не пропитанный, при непосредственном соприкосновении с огнем не горит, а только тлеет, обугливаясь лишь с поверхности. Защищенный же штукатуркой он даже от сильного огня не страдает совершенно. Соломитовые постройки, оштукатуренные с обеих сторон, страхуются от огня Госстрахом как смешанные, и страховая премия с них назначена в меньшем размере, чем с деревянных.

Малая теплопроводность. Изолирующая способность соломы объясняется, как известно, тем, что воздух, заключающийся в пустотах стеблей соломы между узлами, находится в неподвижном состоянии. После прессования соломы такая способность соломы еще более увеличивается.

¹ Инж. Н. И. Осколков. Соломит. „Строит. промышленность“, № 6 — 7, 1924.

По произведенным испытаниям коэффициент теплопроводности соломы в зависимости от степени прессования колеблется от 0,039 до 0,05 и в среднем может быть принят в 0,045.

В отношении теплопроводности соломы ближе всего подходит к пробке, коэффициент теплопроводности которой 0,04—0,05, несколько больше шевелина (0,03—0,04) и меньше морозина (0,05—0,06).

Солома хорошо также сопротивляется давлению ветра: пластина толщиной в 50 мм при давлении в 50 кг/см² является совершенно непроницаемой, что показали опыты, произведенные Аэродинамической лабораторией Эйфеля в Париже в 1922 г. В этом отношении он мог бы быть в особенности пригодным для наружных стен жилых зданий.

Малая звукопроводность. Само строение соломы и его массивность обеспечивают ему малую звукопроводность, благодаря чему он в особенности применим для устройства внутренних перегородок и междуэтажных перекрытий в жилых зданиях.

Малый вес. Объемный вес соломы несколько больше веса пробки и составляет 330 кг/м³, а 1 м² плиты толщиной в 5 мм весит около 10 кг.

Простота работы. При устройстве перегородок или перекрытий пролетов между балками резка пластин производится плотниками ножовкой или топором. Прикрепление пластин к основным частям производится обыкновенными гвоздями, под шляпку которых надеваются шайбочки из кровельного железа. При штукатурке по соломе раствор наносится непосредственно на его поверхность и прочно на ней держится без всякой дроби.

Дешевизна. Солома дешевле других изоляционных материалов, как то: пробки, шевелина, морозина и пр. При толщине плиты в 50—65 мм 1 м² соломы в центральных районах стоит 1 р. 75 к.—2 руб.

Долговечность соломы зависит всецело от степени сохранности его элементов — проволоки и соломы. Проволока должна быть защищена от ржавчины, для чего лучше всего употреблять оцинкованную проволоку. Хорошей защитой проволоки может также служить штукатурка цементным раствором с наружной стороны стены и алебастро-известковая для внутренних стен и перегородок.

Для сохранности соломы прежде всего необходимо защитить ее от влияния атмосферных осадков, что достигается штукатуркой, осмолкой или же обшивкою досками. Труднее сохранить солому от мышей. Наиболее радикальным средством в этом случае нужно считать пропитку соломы раствором железного купороса.

Изготавливается солома помощью весьма несложного ручного пресса системы техника Гогина.

§ 138. Применение. Главным назначением соломы в строительстве является применение его как изоляционного материала, в особенности в фабрично-заводском и частью железнодорожном строительстве. Попытки же применения соломы для жилищного строительства в виду малого опыта и не всегда удачных результатов не дают еще полного решения вопроса о применении его как основного материала в строительстве вообще и жилищного в особенности.

Б. СОЛОМЕННЫЕ ПЛИТЫ¹.

§ 139. Общие сведения. Солома, обработанная машинною обмолоткою, получается мятою, перебитою, с короткими стеблями, почему для производства соломи́та является непригодною. В виду этого, а также и недостатков его стали изыскивать другие способы использования соломы для применения в строительстве.

Государственному институту сооружений удалось найти способ изготовления строительных материалов из соломы без добавления вяжущих веществ или каких-либо химических препаратов и смол.

Способ этот основан на предварительной обработке соломы известковою щелочью с дальнейшим ее измельчением и приготовлением из нее требуемых материалов, которые и подвергаются специальной сушке. Таким способом могут изготовляться: строительные плиты, соломенный войлок, термоизоляционный материал, звукоизоляционный материал и кровельный материал. Для производства их может применяться ржаная, пшеничная, ячменная солома, стебли кукурузы и т. п.

§ 140. Способ изготовления. Изготовление этих плит заключается в следующем: пропущенная через соломорезку сечка в течение 1—2 суток замачивается в особых чанах известковым молоком. Излишек известкового раствора удаляется промыванием водою. После этого солома на особых бегунах измельчается и перетирается в однородную массу и для дальнейшего расчесывания и превращения в волокнистое состояние она поступает на машины-голендеры. Здесь она перетирается между ножами, а вместе с тем происходит и окончательное удаление из соломы известковой щелочи. Затем масса эта в особых бассейнах сильно разбавляется водою, отчего волокна всплывают на поверхность и, сплетаясь между собой, образуют однородную систему. После этого на формовочной машине (типа картоноделательной) масса разравнивается ровным слоем шириною от 1,8 до 5 м, при желаемой толщине.

Дальше из массы особыми отсосами удаляется вода, и для получения требуемой плотности масса пропускается в вальцовые прессы, после чего на автоматической машине режется на отдельные плиты. Нарезанные плиты идут в сушку, а высушенные слегка увлажняются и выравниваются под прессом. Высушенные таким образом плиты приобретают свойство не размокать от воды, чем и отличаются от обыкновенного картона.

Изготовленные таким образом плиты, размером до 4—5 м², обрезаются по кромкам и пакуются по несколько штук вместе.

При кустарном производстве плит все операции производятся более примитивными средствами. Солома после разрезки замачивается с известью в простых ямах, где она же после вылеживания промывается водою из леек. Измельчение производится в простых ступах или бегунах, приводимых в действие конной тягой. Размешивание массы с водою делается вручную, простыми веселками. Заготовленная таким образом масса разливается по формам, в виде деревянных бездонных ящиков с сетками вместо дна. Прессование производится в тех же ящиках вручную, после чего происходит

¹ П. Лапшин. Новые строительные материалы из соломы. „Строительные материалы“, № 7—8, 1930 г.

окончательное уплотнение на винтовых плиточных прессах при помощи конной силы. Сушка плит производится на воздухе под навесом. Покоробленные после сушки плиты увлажняются опрыскиванием водой, выправляются под прессом и затем уже поступают в термическую обработку, для чего закладываются в железные ящики и помещаются в печь.

§ 141. Свойства. Плиты, изготавливаемые из соломы, по внешнему виду не похожи на исходный материал. Они легко подвергаются механической обработке: пилке, резке и пробиванию гвоздями.

Объемный вес плит меняется в пределах от 250 до 500 кг/м³, в зависимости от степени прессования.

Штукатурка прочно держится на таких плитах без дранки, и так как поверхность их гладкая, то толщина штукатурки делается всего в 5 мм. Гигроскопичность плит при полной степени насыщения водою достигает около 6% от веса. Насыщаемость водою при полном погружении образцов в воду, при объемном весе материала в 529 кг/м³, составила 57% от первоначального веса.

Один из серьезных недостатков плит тот, что подобно дереву материал этот сгорает, и вся задача по дальнейшему улучшению его заключается в придании ему свойства огнестойкости.

Из соломенной массы могут быть получены также рифленные плиты, которые могут применяться для кровли.

Наконец черепица, покрытая смолистыми веществами, как например железолом, может служить покрытием для крыш.

В. СТРОИТЕЛЬНЫЙ ВОЙЛОК ИЗ СОЛОМЫ.

§ 142. Изготовление и применения. Получение войлока из соломы основано на том же принципе, как и плит. Войлок отличается от плит меньшим объемным весом, большею гибкостью и меньшею теплопроводностью. При изготовлении войлока крупно нарезанная солома после замочки в извести перетирается бегунами, благодаря чему волокно получается более длинное и тонкое.

Изготовление войлока производится на картоноделательной машине-самочерпке, приспособленной вместе с тем и для сушки. Получаемая войлочная лента, шириною 0,6—0,9 м, наматывается в виде рулона или разрезается на отдельные листы.

Свойства. Объемный вес войлока 125—150 кг/м³. Коэффициент теплопроводности 1 кал/м² составляет 0,034—0,035—в зависимости от объемного веса.

Войлоку может быть придано свойство негорючести добавлением к соломенной массе глиняного молока или химических солей.

Соломенный войлок при насыщении водою заметно намокает, но не разрушается. Войлок хорошо противостоит также влиянию горячей воды и низкой температуре.

Применение соломенного войлока в строительстве очень разнообразно. Войлоком могут обшивать перегородки, стены и потолки под штукатурку; в сборном жилищном строительстве он может служить как легкий заполнитель между щитами, а также как изоляционный материал для утепления водопроводных труб и труб водяного отопления, а также для изоляции наружных дверей и пр.

Войлок, предназначенный для кровельного материала, делается более плотным и пропитывается смолистыми веществами.

Себестоимость 1 м² строительных плит толщиной в 10—12 мм, при объемном весе в 400—500 кг/м³, намечается в 50 к., кровельной черепицы — 75 к., соломенного войлока — 8 к.

Г. ТЕРМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

§ 143. Термоизоляционные материалы могут готовиться из соломы объемным весом 200—250 кг/м³. Материал этот вследствие слабой прессовки достигает веса пробки. Наиболее дешевые изоляционные материалы могут получаться из смеси соломенной сечки и измельченной соломенной массы состава 1:1 или 2:1 по объему.

Фибролит из соломы. Солома для изготовления фибролита в своем естественном виде непригодна, так как к глянцевой поверхности ее не пристаёт вяжущее вещество. Для лучшего сцепления солома предварительно подвергается мятью, после чего она становится шероховатой и волокнистой.

Кроме механического способа обработки может быть применен также и химический способ, при котором глянec стеблей исчезает и поверхность их принимает матовый вид. При этом способе солома замачивается в известковом молоке и промывается водою или, еще лучше, слабым раствором серной кислоты (2° Боме) и в дальнейшем высушивается. При применении так обработанной соломы для изготовления фибролита раствор сернокислого магния (MgSO₄) берется 16—18° Боме.

Для плиты размером 1,5 × 0,5 × 0,05 расходуется: соломы ржаной—12 кг, магнезита—6 л, раствора MgSO₄ (18° Боме)—8 л и раствора H₂SO₄ (2° Боме)—2 л.

Полученный таким образом фибролит отличается большей прочностью, чем приготовленный из механически обработанной соломы с объемным весом 500 кг/м³.

§ 144. Звукоизоляционный материал фонотекс. Материал этот готовится из мелко измельченной соломы и льняной костры, причем последняя служит здесь наполняющим, а солома связующим веществом. Для производства фонотекса может служить то же оборудование, как и для соломенного войлока.

Объемный вес этого материала—от 275 до 300 кг/м³. Обыкновенный размер плит 3 × 1 м, при толщине в 10 мм и более.

Звукоизоляционный материал в виду малого своего веса может применяться также и для целей термоизоляции.

Д. КАМЫШИТ. ¹

§ 145. Исходные материалы. Основным материалом для камышита является камыш из камышево-чekanых зарослей в б. Астрахани и Ставропольской губ., а также в б. Кубанской области и других районах юго-востока СССР.

Площадь камышевых зарослей в этих местностях достигает громадных размеров и не поддается учету.

¹ Инж. Б. И. Качурина. „Строительная промышленность“, № 10, 1926.

Использование камыша для строительных целей в Кубанской области относится еще к периоду европейской войны, с какою целью в Краснодаре в виду большой дороговизны леса было организовано производство камышита.

Камышит представляет собой пластины или плиты, размерами $3 \times 0,5 \times 0,08$ м, приготовляемые из камыша, прессуемого на особых станках, и густо связываемые рядами железной проволоки.

§ 146. Свойства. Камышит отличается значительною прочностью, в особенности при действии изгибающих усилий, что должно быть приписано особой упругости и гибкости стеблей камыша. Произведенные испытания камышита на изгиб и сжатие дали результаты, помещенные в табл. 25.

Таблица 25.

Род испытания	Размеры (в см)			Пролет (в см)	Нагрузка (в кг)	Примечания
	Длина	Ширина	Толщина			
На изгиб						
1-й образец . .	—	26	5,0	100	475	При означенной нагрузке стрела постепенно возрастала, но в стеблях камыша разрушения обнаружено не было.
2-й " . .	—	26	7,5	100	600	
На сжатие						
1-й образец . .	23	18	5,0	—	750	При означенной нагрузке камыш начал сплющиваться, принимая овальную форму, причем никаких разрушений обнаружено не было.
2-й " . .	28	18	7,0	—	1.250	

Теплопроводность. Благодаря тому, что пустотелые стебли камыша наполнены воздухом, находящимся в неподвижном состоянии, коэффициент теплопроводности камышита очень незначителен и равняется 0,039, т. е. менее теплопроводности пробки (0,04—0,05). В этом отношении камышит с хорошей стороны заявил о себе и на практике. При применении камышита в Кавказской хладобойне в качестве изоляционного материала он оказался не хуже пробки.¹

Камышит так же как и пробка, является хорошим звукоизоляционным материалом.

Объемный вес камышита близко подходит к весу соломы и в среднем 1 м³ его весит около 300 кг.

Огнестойкость соломы на основании многочисленных испытаний весьма значительна и почти одинакова с соломитом.

Пластины при искусственно произведенном пожаре оказались негорючими и лишь снаружи подвергались незначительному тлению.

¹ Б. И. Качурин. „Строительная промышленность“, № 10, 1926.

§ 147. Применения камышита в строительстве одинаковы с соломитом и при отсутствии камня и леса с успехом заменяют последний при каркасной системе стен.

Камышитовые плиты в особенности пригодны для сооружения всякого рода сараев, барачков, дач и т. п. построек. Кроме того они могут применяться для устройства перегородок, потолочных перекрытий между балками. Камышит может быть использован также и для устройства кровли, где он кроме легкости и красивой внешности представляет собой покрытие, не поддающееся влиянию вредных газов. Как хороший термоизоляционный материал камышит может найти себе, также как и соломит, широкое применение при оборудовании холодильников, отоплении наружных утоненных стен и перекрытий, для изоляции торцов балок и т. п.

Поверхность камышита может непосредственно штукатуриться без прибивки драги, так как раствор держится на нем достаточно прочно.

При применении камышита в большом объеме при его производстве приходится пользоваться особыми станками. Один из таких станков техника Гогина,¹ примененный в 1929 г. на строительстве зерносовхоза, оказался однако же для этой цели слишком примитивным и мало производительным.

Наиболее рациональным и выгодным показал себя станок Барыбинского Сельскохозяйственного кредитного товарищества.² Стоимость изготовления 1 м² камышита на станке Гогина составляет 56 к., а на прессе Барыбинского с.-х. т-ва — 34 к.

Стоимость 1 м² камышита по подсчетам техника Гогина составляет не более 1 р. 60 к. — 1 р. 70 к., считая в том числе все накладные расходы с амортизацией.

Стоимость же 1 м² стены по опытным данным Струкова³ подсчитана в 43--48 р. и составляет 46--54% от стоимости кирпичной стены толщиной в 2½ кирпича.

Строительство из камышита и соломита приняло за последнее время широкое распространение, в особенности в Нижегородском округе, где кроме жилых домов из него построено несколько общественных зданий.

При всех преимуществах камышита иногда в нем обнаруживаются и дефекты. Так за последнее время в некоторых случаях применения камышита как термоизолятора обнаружены были случаи и загнивания и разрушения его грибами.

§ 148. Применение камыша за границей. Своеобразное применение камыш получил в Германии,⁴ где из него готовятся камышевые сетки или маты. Маты эти готовятся на особых заводах механическим способом, и производство их заключается в следующем.

Хорошо просушенный камыш сейчас же по доставке его на завод поступает на машину для обрезки головок, где вместе с тем

¹ Ф. Гогин. Новости о производстве соломита и камышита. „Строительные материалы“, IV, 97, 1929 г.

² Ю. Ф. Кульбацкий. Сельское строительство. Журн. „Строитель“, № 10, 36, 1930 г.

³ Журн. „Строительство Москвы“, № 5, 30, 1930 г.

⁴ Г. Масленников. Камышевые маты в Германии. Журн. „Строитель“, № 11, 1930 г.

и сортируется по длине кратной 20 см. Таким образом стандартная длина матов получается от 1,20—1,40 и т. д. и может достигать до 2,40 м.

Машина для изготовления мата очень удобна в работе и отличается простотой устройства. Действие ее заключается в том, что камыш, укладываемый по одной штуке на направляющие железные пальцы, скатывается и попадает между двумя натянутыми на железных катушках проволоками. Верхняя катушка при этом оборачивается два раза вокруг нижней проволоки и закрепляет камыш. В зависимости от длины мата на машине меняется и число катушек. Обыкновенно проволока размещается на расстоянии — 22 см, и на таком же расстоянии идет перевязка. Проволока применяется толщиной 0,4—0,8 мм, мягкая и оцинкованная.

В Германии маты готовятся двух видов: одинарные, при расположении проволоки друг от друга в 2,5 см, и двойные, при сплошном расположении тростника.

На одной и той же машине могут готовиться маты различной стандартной ширины.

Камышевые щиты в Германии главным образом применяются для подбивки их при штукатурных работах: для этого к деревянным балкам на расстоянии 20 см друг от друга прибиваются 4—5 см гвоздями рейки, к которым уже костыльковыми провололочными 35 мм гвоздями прибивается и самый щит.

Делая окончательное заключение о соломите и камышите в смысле их долговечности, нужно иметь в виду, что даже при наличии незначительной влажности железная проволока может разрушаться от ржавчины, а солома, намокая, может проявить процесс прорастания или заражения грибами.

Что касается защиты от грызунов, то она весьма затруднительна, и до настоящего времени не найдено каких-либо радикальных средств для ее осуществления: наилучшим средством в настоящее время считаются соли бария.

Все это указывает на то, что пригодность как соломита, так и камышита можно признать лишь для построек, от которых особой долговечности не требуется.

Е. ПРОЧИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

§ 149. Морозин. Исходные материалы и изготовление. Морозин как строительный материал вырабатывался у нас еще с 1913 г. В 1916 г. производство его достигло 50 000 м².

Основным сырьем для производства морозина служат отбросы кустарной и заводской первичной обработки льна. Костра, как известно, сравнительно в незначительном только количестве используется на топливо и котонизацию, а большая ее часть оставалась без практического применения.

При применении костры для изготовления морозина она предварительно механически очищается и химически обрабатывается едкой щелочью, чаще всего известью. Подготовленная таким образом костра подвергается сильному прессованию и затем просушивается. После такой обработки получают плиты размерами 0,5 × 0,5 м или 0,5 × 1 м, при разной толщине — от 10 до 40 мм.

Свойства. Морозин обладает хорошими термоизоляционными свойствами: коэффициент теплопроводности его в зависимости от плотности прессовки колеблется в пределах от 0,043 до 0,058. Для изоляции кривых и цилиндрических поверхностей он может готовиться также в виде изогнутых частей.

Объемный вес морозина не превышает 340 кг/м^3 и обыкновенно заключается в пределах от 315 до 320 кг/м^3 .

Плиты должны быть хорошо высушены и степень влажности их не должна превышать 10%.

Хорошо изготовленные плиты должны иметь однородную структуру и равномерную толщину.

По морозиновой поверхности штукатурка может наноситься только по драни.

К недостаткам морозина относится возгораемость и водопоглощаемость. Путем обработки его специальными составами эти дефекты могут быть до известной степени устранены.

Морозин выпускается в продажу в кипах размером $\frac{1}{4} \text{ м}^2$, весом около 80 кг.

Морозиновые плиты могут применяться для термической изоляции каменных и бетонных стен, потолков, полов и пр., а также для устройства перегородок. Как специальное назначение они применяются в железнодорожном строительстве при постройке вагонов.

§ 150. Шевелин. Исходные материалы и свойства. Шевелин, так же как и морозин, изготавливается из отбросов же льняного производства. Сырьем для него служат преимущественно угары льночесальных и льнопрядильных фабрик, как то: пакля, омелье, низкие сорта кудели и вообще все непрядомые короткие льняные волокна.

Льняные очесы предварительно пропускаются через грубую кардочесальную машину для очистки от костры, которой должно быть не более 10%.

Для придания материалу негорючести полезно предварительно сырье подвергнуть химической обработке.

Так или иначе обработанное волокно раскладывается в три слоя равномерной толщины с прокладкой между слоями тонкой бумаги. Затем все три слоя обертываются водонепроницаемой бумагой типа Джинт или Геркулес и простегиваются крепкой пряжей с расстоянием между рядами прошивок 150—200 мм.

Приготовленная таким образом лента шириною в 1 м и толщиной в среднем 12 мм имеет вид тюфячка длиною в 25 м и более.

Во избежание раструски тюфячки эти обертываются по краям такой же бумагой и так же прошиваются пряжей.

В окончательно изготовленном виде шевелин сворачивается в рулоны весом около 45—50 кг; вес 1 м^2 составляет $1,25 \text{ кг}$.

Что касается до объемного веса, то он составляет 140—145 кг/м^3 . Коэффициент теплопроводности очень незначителен и равняется 0,037—0,050.

При штукатурке по шевелину требуется, как и при морозине, прибавка драни.

Применяется шевелин, так же как и морозин, в качестве термоизолятора наружных стен, потолков, крыш и проч. Он может также применяться для устройства внутренних ненагруженных перегородок.

§ 151. Ситовина. Происхождение и свойства. Наряду с такими материалами, как шевелин и морозин, заслуживает также внимания часто встречающийся в большом количестве материал, известный под названием ситовины. Материал этот в хвойных лесах является отбросом, между тем как по своим свойствам мог бы быть утилизирован для промышленных целей.

Под названием ситовины понимается такая древесина, поперечный разрез которой представляется пронизанным многочисленными отверстиями, напоминающим сито. Отверстия эти получаются вследствие поражения древесины хвойных пород особыми паразитическими грибами, отчего она становится пористой и принимает вид ячеистого скелета. Такая древесина по внешности приобретает вид губчатого строения с очень тонкой поздреватостью, вытянутой вдоль волокон.

По данным Закавказского института сооружений, в котором ведутся исследования этого материала, запасы этой древесины по Закавказью определяются в 1 млн. м³.

В зависимости от стадии поражения, объемный вес ситовой древесины получается ниже пробки (0,2).

Несмотря на резкое поражение древесины грибами, механические ее свойства не нарушаются. Она так же легко подвергается механической обработке, как и древесина здорового дерева. Она легко сверлится, пилится на доски, брусья и т. п., ее можно строгать, склеивать и скреплять гвоздями.

Ситовина легко принимает масляные краски, легко кроется асфальтом, парафином и пр.

Ситовая древесина, приближаясь по свойствам к пробке, имеет перед ней еще и то преимущество, что изделия из нее могут быть получены в любых размерах и что она может быть получена в неограниченном количестве везде, где имеются перестойные хвойные и особенно еловые леса.

§ 152. Вопросы для самопроверки.

1. Что такое соломит и чем он отличается от торфяных плит?
2. Какие его особые свойства?
3. Почему соломит, приготовленный из легко воспламеняемой солом, не горюч?
4. Чем отличаются соломенные плиты от соломита?
5. Какие преимущества имеет строительный войлок из солом перед плитой?
6. Какие материалы относятся к термозоляционным и звукоизоляционным материалам и каким способом изготовления получены их особые свойства?
7. Каковы недостатки камышита и может ли он применяться в ответственных сооружениях?
8. Чем отличается морозин от шевелина?
9. Какое применение они получают в строительстве?
10. Какие их преимущества и недостатки?
11. Что такое ситовина и как она образуется?
12. Какое применение может иметь ситовина в строительстве?

§ 153. Контрольные работы.

1. Какое преимущество дают легковесные кирпичи при применении их в строительстве?
2. На чем основано применение шлаков и золы в изготовлении легковесных кирпичей без термической обработки?
3. Почему теплотонные камни и блоки выгоднее для кладки стен, чем кирпич?

4. В чем отличие теплобетонных камней от силикат-органических и какие их преимущества?
5. На чем основано твердение фибролита?
6. Какие недостатки изоляционных плит, изготавливаемых на гипсовой основе?
7. Почему торф получил широкое распространение в строительстве?
8. В чем заключается отличие торфоплиты от сфагнита?
9. Сделайте сравнение в качественном отношении соломы с соломенными плитами и войлоком из соломы и камышитом.
10. В чем отличие морозина от шевелина?

ЛИТЕРАТУРА.

1. Сообщение 18-е Государственного научно-экспериментального, института гражданских, промышленных и инженерных сооружений, июль 1930 М.
2. Правила и нормы застройки населенных мест, проектирования и возведения зданий и сооружений, Строительная комиссия РСФСР, издание официальное, М. 1930, стр. 59—68.
3. В. П. Некрасов. Новые материалы и конструкции, М. 1929.
4. В. Д. Мачинский. Новые строительные материалы, 1930.

ТЕМА ПЯТАЯ.

РАЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ. Пятая и последняя тема состоит из двух заданий—12-го и 13-го; в ней помещены все новые материалы, не вошедшие в предыдущие темы, объединенные общим названием „разные материалы“.

Главным объектом этой темы являются краски и лаки, составляющие 12-е задание, которые делятся на 4 группы: олифы, безолифные краски, огнестойкие краски и антисептики. Потребность в красках, способных заменить масляные, в особенности остро чувствуется в виду крайней дефицитности олифы.

Задача эта решена двумя способами: 1) олифой „новоль“ и ИМСа, которые готовятся на основе олифы же, но расход последней при этом уменьшен до 50%, и краски, изготовленные на них, мало чем отличаются от масляных красок; 2) безолифные краски совсем не включают в своем составе олифы: это суррогаты масляных красок, почему и по свойствам как в отношении прочности, так и внешнего вида они резко отличаются от масляных; к ним относятся: нитрокраски, силикатные краски, кузбасский лак, железноль и казенновые краски.

Из огнестойких красок отмечены две: силикатные и асбокраски. Наибольшее внимания заслуживают вторые, отличающиеся большею огнестойкостью против первых.

Особое место в настоящей теме занимает антисептик „карболизол“, который как средство против развития паразитных грибов может с успехом заменить существующие дорогие препараты.

Все краски входят в задание 12-е.

Изделия из асбоцемента и прочие материалы составляют содержание 13-го задания.

В группе материалов из асбоцемента на первом плане должен быть поставлен этернит или асбошифер; материал этот, отличающийся огнестойкостью и прочностью, с успехом может заменить кровельное железо; затем—асбофанера и асбоцементные трубы, которые за границей в последнее время получили значительное распространение в виду дешевизны их сравнительно с металлическими трубами.

Из прочих материалов баритовый бетон как не пропускающий рентгеновых лучей, имеет специальное назначение при устройстве кабинетов для рентгенизации.

Наконец фанера из хвойных пород взамен обычно изготавливаемой из древесины березы и других пород заслуживает внимания, так как дает возможность расширить потребление этого фабриката из дерева.

ЗАДАНИЕ 12-е.

КРАСКИ И ЛАКИ.

А. ОЛИФА.

§ 154. Новоль по своей природе относится к маслам, содержащим олифу, поэтому причислять его к суррогатам олифы нет оснований.

Производство новоля основано на полимеризации льняного масла в присутствии двухлористой серы (S_2Cl_2).¹ В результате превращения получается уплотненная олифа в виде полупрозрачной бесцветной массы, похожей на янтарь, но легко измельчающейся. Переход в жидкое состояние достигается растворением уплотненной олифы в продукте нефтяного происхождения, известном под названием „лаковый керосин“ или „уайт-спирт“.

Полученный таким образом новоль имеет следующий состав (в процентах):

льняное масло	63
двухлористая сера	11
лаковый керосин	25
кобальтовый сикатив	4

Из этого состава видно, что новоль дает экономии на льняном масле до 37%; благодаря же особым его свойствам возможно получить также и некоторое сокращение потребления олифы и при производстве работ.

Окрашенные новолем поверхности отличаются красивым и более ровным блеском, чем окрашенные обыкновенной олифой. Пленка получается также прочнее и эластичнее; при изгибе на 180° в ней не обнаруживается никаких дефектов в виде отслоения и трещин.

Применение новоля для окраски дерева и оштукатуренных поверхностей не вызывает никаких сомнений. Что же касается до употребления его для покраски железа, то в этом отношении имеются некоторые сомнения. По мнению инж. А. Брюшкова² введение в краску для покрытия железа хлористой серы, хотя и в незначительном количестве, ставит эту олифу в смысле коррозионности под сомнение (с течением, правда, продолжительного времени). С другой стороны, по указаниям Л. Сутоцкого двухлетняя служба окрашенной поверхности (в одном случае вагонов, а в другом—железной крыши) дала вполне удовлетворительные результаты.

К недостаткам новоля нужно также отнести свойство его скоро сгущаться и уплотняться. Затертая краска не может долгое время оставаться без употребления. Некоторые цветные краски, как свинцовая и зеленая, под влиянием света с течением времени теряют свой первоначальный цвет.

Указывается на возможность при работах новолем вредного

¹ По Генрику на 100 частей масла необходимо взять 30 частей S_2Cl_2 .

² Журн. „Строительная промышленность“, Олифа ИМСа, № 7, 566, 1929 г.

влияния усиленно испаряющегося лакового керосина на организм рабочего, а также на огнеопасность этого продукта. Насколько все это действительно, может быть выяснено лишь после всестороннего изучения этого нового материала.

Во всяком случае при употреблении новоля рекомендуется быть с ним осторожнее, и лучше предварительно производить опытные покраски.

При производстве же внутренних работ хорошо вентилировать помещение и принимать также все меры предосторожности на случай пожара.

Что касается стоимости новоля, то он почти одинаков по цене с обыкновенной олифой.

§ 155. Олифа ИМСАа. ¹ Под олифой ИМСа нужно понимать особый сорт новой олифы, способ приготовления которой был предложен Институтом минерального сырья.

Способ этот основан на том же принципе полимеризации льняного масла, как это имело уже место в новоле. В отличие от последнего олифа ИМСа получается уплотнением масла без введения при этом каких-либо химических агентов. Уплотнение льняного масла происходит исключительно одним перегревом его при высокой температуре с добавлением масляно-марганцевого сиккатива.

Олифа ИМСа при обыкновенной температуре представляется в виде темного цвета, густой консистенции, похожей на патоку массы. Добавлением к этой массе растворителя, в виде смеси скипидара с нефтяным продуктом, известной под названием уайт-спирта, получается требуемой консистенции олифа. По опытным данным оказалось, что для этого к 45% густой массе необходимо добавить 55% уайт-спирта.

При таком способе изготовления олифы, дающем экономии масла не меньше 50%, получается материал несуррогатный, безвредный для железа и не уступающий по своим качествам нормальной олифе.

Произведенные испытания показали, что новая олифа при высыхании не изменяет своего объема, что ее механическая прочность по сопротивлению на разрыв в 8 раз больше нормальной олифы.

Стоимость олифы ИМСа примерно в полтора раза меньше новоля и обыкновенной олифы. Ориентировочно цену за 1 кг можно определить в 60 коп.

Б. БЕЗОЛИФНЫЕ КРАСКИ (СУРРОГАТЫ).

§ 156. Нитрокраски ² по своему составу относятся к категории безолифных красок.

В состав нитрокрасок входят: 1) жидкая часть в виде нитролакового раствора и 2) пигмент или красящее вещество, причем первая заменяет в них олифу масляных красок.

Нитролаковый раствор есть ни что иное как раствор нитро-

¹ Ииж. А. Брюшков. Олифа ИМСа, „Строит. промышленн.“, № 7, 1922 г.

² Термин нитрокраски происходит от слова нитрит, технического названия азотистонаитриевой соли NaNO_2 . Нитрит имеет широкое применение в технике красочного дела.

целлюлозы в растворителях, к которому добавляется известное количество наполнителей и пластификаторов.

Растворителями нитроцеллюлозы могут служить: 1) ацетон, ацетонистый спирт и этилацетат, как низкокипящие, или 2) кетонное масло и амилацетат, как высококипящие. Эти растворители входят в состав нитролакового раствора от 35 до 45%. Наполнителями в растворе являются бензин, бензол и этиловый спирт, в количестве от 40 до 50%. Наконец касторовое масло в количестве от 10—12% используется как пластификатор.

Нитрокраски обыкновенно готовятся в составе на 100 частей нитролакового раствора от 80 до 100 частей красящего вещества. Последние применяются чаще всего в виде минеральных красок естественного происхождения, как то: мумия, охра, сурик, умбра, цинковые белила, сажа, ультрамарин и др. Все краски должны быть хорошо размолоты.

Приготовление самой краски заключается в следующем. Сухая краска, тонко измолотая и просеянная, смешанная с касторовым маслом и с частью наполнителя, самым тщательным образом перетирается на краскотерке. Перетертая краска смешивается с нитролаковым составом взятым в должной дозе. Приготовленная таким образом краска очищается процеживанием через сито и поступает в укупорку.

Нитрокраски применяются для окраски как деревянных, так и оштукатуренных частей. Для окраски полов имеются особые сорта. Производство работ одинаково с масляною окраскою.

Цвет нитрокраски может быть получен по выбору. Для нитрокрасок готовится также особая нитрошпаклевка.

По сравнению с масляными красками нитрокраски имеют за собой известное преимущество: 1) нитрокраски очень быстро сохнут, 2) окрашенная поверхность получает ровный матовый вид.

Большого опыта нитрокраски еще не имеют, но после годовой службы они зарекомендовали себя хорошо.

Нитрокраски¹ имеют за собой и серьезный недостаток — это их вредное влияние на организм человека и в особенности на нервную систему. Поэтому помещения, где производится работа, необходимо вентилировать, а рабочие должны пользоваться защитными масками. За исключением этого недостатка нитрокраски должны быть причислены к наилучшим из всех имеющихся суррогатов масляной краски.

§ 157. Силикатные краски. Основным веществом силикатных красок является растворимое или жидкое стекло, которое обычно получается расплавлением мелкого кварцевого песка с содой или поташом при температуре яркокрасного каления. Полученный сплав застывает в твердую массу, которая под влиянием обработки паром при известном давлении обращается в жидкое и прозрачное клейкое вещество наподобие густого сиропа.

В зависимости от того, какая щелочь применялась при изготовлении, стекло различают трех родов: калиевое, натриевое и двойное; первое готовится на поташе, второе на соде, третье на обоих вместе. Разбавленная большим количеством воды или от добавления

¹ С. Волковсский. Нитрокраски, „Строит. промышленн.“, № 4, 1930 г.

кислоты эта клейкая масса мутнеет, и из нее выпадает часть кремнекислоты.

На воздухе, в особенности при наличии влаги, растворимое натриевое стекло в сухом состоянии течением времени распадается на свои составные части, т. е. кремнекислоту и соду, причем при выделении последней образуются кристаллические налеты в виде пушистых выцветов. Калийное стекло на воздухе более устойчиво и таких кристаллов не дает.

Жидкое стекло не одинаково устойчиво на воздухе, что зависит от содержания в нем кремнекислоты: с возрастанием количества кремнекислоты оно делается более устойчивым, но до известной крепости раствора. Это свойство одинаково как для калийного, так и для натриевого стекла.

Описанные свойства растворимого стекла имеют очень важное практическое значение и указывают на следующие предупредительные меры, которые необходимо соблюдать при пользовании растворимым стеклом в качестве красочного материала:

1) для получения более устойчивых красок жидкое стекло должно содержать в себе такое количество кремнекислоты, которое соответствует наименьшей его растворимости в воде;

2) при применении силикатных красок для окраски в особенности частей, оштукатуренных известковым раствором, краски должны быть изготовлены на калийном стекле; при пользовании натриевым стеклом на штукатурке могут образоваться пятна или выцветы.

Но этого еще недостаточно. Чтобы получить безусловно прочную краску необходимо, чтобы заключающееся в ней растворимое стекло было фиксировано, находилось в устойчивом состоянии. Фиксирование может быть достигнуто введением в состав краски или особых добавок (в виде мела, кальцита, доломита и др.), или же сами краски, в большинстве случаев землистые (как ультрамарин, окись хрома, бокситовая мумия), должны быть активными в отношении стекла. Как добавки, так и примешиваемые к стеклу краски должны быть очень тонко измолоты.

Силикатные краски не могут дать такого разнообразия цветов, как масляные. Выбор их очень ограничен, и наибольшей прочности и устойчивости можно достигнуть только в светлых колерах.

Силикатные краски могут применяться для окраски оштукатуренных поверхностей и для окраски по дереву; они хорошо держатся также на масляной покраске, на камнях, стекле и т. п. На дереве краска отлично держится, если оно не остругано, и слабее — когда оно гладко обделано. На твердом и также смолистом дереве силикатная краска не так прочна. Во всяком случае для окраски по дереву необходимо предварительно грунтовать его составом из жидкого стекла и гипса.

Для окраски фасадов силикатными красками в особенности рекомендуются белый, серый и палевый цвета в различных оттенках. Силикатные краски дают матовую поверхность, но вследствие своей пористости легко загрязняются.

Нужно заметить, что силикатные краски совершенно неприменимы для окраски железа и железных кровель: в виду сильной щелочности их они содействуют ржавлению железа.

Силикатные краски сравнительно дешевы, по ориентировочным подсчетам продажная стоимость 1 т готовой краски определяется в 240 руб.

Готовая силикатная краска отпускается в герметической упаковке и заготовленной в том состоянии, в котором она и должна употребляться. Добавление к ней воды не допускается.

Работа по окраске производится обыкновенными малярными кистями, и если краска на них не застыла, то они легко отмываются водою.

В морозное и в очень жаркое время употреблять краску не рекомендуется.

§ 158. Кузбасский лак. Кузбасский лак представляет собой препарат, вырабатываемый трестом Сибуголь из продуктов сухой перегонки каменного угля Кузнецкого бассейна, откуда и произошло его название.

Кузбасский лак готовится на лаковой основе. В состав его входят каменноугольная смола и растворитель, такого же или нефтяного происхождения, носящий название „сольвентнафт“. Преимущества этого препарата заключаются в том, что он не заключает в своем составе растительного масла, как новоль и олифа ИМСа и развитие его производства не может отражаться на потреблении натуральной олифы.

При опытным применении в окраске подводных частей морских судов (в течение трех лет) получились вполне хорошие результаты.

Кузбасский лак может применяться для окраски всевозможных железных и деревянных частей, как то: крыш, стропил, деревянных стульев, деревянного скелета в каркасных зданиях и т. п.

Кузбасский лак, как содержащий в себе уплотненные креозолы, имеет также значение в строительстве как хороший антисептик.

К недостаткам этого лака нужно отнести то, что он, будучи глубокого черного цвета, подобно асфальтовому лаку, неприемлем для цветных окрасок. Кроме того, обладая сильным неприятным запахом, он может оказывать вредное влияние на здоровье рабочих. Необходимо также обратить внимание на небезопасность его в пожарном отношении, так как заключающийся в нем растворитель (сольвентнафт) при испарении может дать вспышку.

В отношении стоимости Кузбасский лак соответствует дешевым масляным краскам, что объясняется тем, что при покрасках его расходуется несколько больше, чем олифы. Стоимость 1 т лака около 200 руб.

§ 159. Железнополь. Железнополь был предложен в 1928 г. инж. К. И. Беляевым. Железнополь представляется в виде твердой массы, напоминающей застывшую смолу, благодаря чему может перевозиться без тары. При употреблении она должна быть разогрета, после чего становится жидкой, консистенции масляной краски. Так как она глубокого черного цвета, то для цветных окрасок совершенно непригодна.

Стоимость его несколько дешевле олифы: цена за 1 кг—около 35 к., а 1 м² окраски железной крыши обходится 11—12 к.

В качестве основных компонентов в состав железнопольа при масловом его изготовлении входят нефтяной битум от 40 до 70% и гашеная известь. Удельный вес—1,3. Водонепроницаемость желез-

ноля определялась на приборе Амслера с максимальным давлением до 5 атм., причем выяснилось, что пластинка железноля толщиной в 2 см при различных давлениях до 3 атм. в течение часового промежутка времени не пропускает воды. Такой же образец железноля, опущенный в ванночку с нагревающейся водой при температуре около 50°, сильно размягчился, таким образом повышенная температура оказывает на железноль отрицательное влияние.

Железноль хорошо сопротивляется влиянию мороза, что выяснилось при искусственном замораживании его в ящике проф. Белелюбского; после 25-кратного замораживания на образцах не было обнаружено никаких дефектов. Морозоупорность железноля подтверждается также и практическими испытаниями его на постройках.

Сцепление железноля с различными материалами подтвердилось при испытании на растяжение: временное сопротивление с деревом определилось в 18,2 кг/см², с железом от 6 до 8 кг/см². Хорошее сцепление получилось также железноля с мешковиной.

Необходимо отметить, что от обмазки железнолем железа, последнее не показывает никаких следов коррозии металла.

Огнестойкостью железноль не обладает, так как при повышенной температуре слой, нанесенный на дерево, легко стекает и последнее загорается.

Антисептическими свойствами железноль не обладает: дерево, густо обмазанное железнолем, так же легко заражается грибами как и непокрытое им. Произведенные опыты покрытия концов телеграфных столбов железнолем для предохранения от загнивания пользы не приносят.

Железноль не выдерживает влияния крепких кислот и едких щелочей; как тех так и другие разрушительно действуют на материал. Не действуют однако на железноль кислоты и щелочи слабых концентраций.

Применение железноля для покрытия толстых крыш способствует их долговечности.

По мнению изобретателя железноля инж. Беляева материал этот должен получить широкое распространение при устройстве крыш из щепы или финской стружки. Такие крыши могут устраиваться без гвоздей на железноле, причем вместо 3—4 слоев щепы или стружки можно класть только 2 слоя.

Железноль может служить хорошим материалом для покрытия старых проржавевших крыш со свищами, с предварительной тщательной очисткой покрываемых поверхностей от ржавчины. Не рекомендуется однако же при таких кровлях крыть их толстым слоем (5—6 см), в особенности при крутых скатах, так как при этом могут получаться в железноле складки.

Инж. И. В. Извеков¹ обращает внимание, что определенно решить вопрос о сроке службы железноля не представляется еще возможным.

Цена одной тонны железноля в 200 руб. при стоимости битумов, применяемых для этой цели, от 120 до 200 руб. несколько высока.

¹ Журнал „Строительные материалы“, № 9, 1931 г. Физико-химические свойства железноля.

В заключение приводится сравнительная таблица стоимости покрытия железнолом.

Толевая кровля 1 кв. м	1 р. 78 к.
Старая, толевая кровля с железнолом	— 35 "
Кровля, покрытая стружками или рогожей с железнолом	1 р. 25 "
Новая железная кровля	1 " 93 "
Старая проржавленная кровля, покрытая железнолом	— " 27 "

Применение железноля такое же, как и Кузбасского лака, т. е. окраска крыш, железных, толевых, тесовых и т. п., стен, бетонных частей и др.

Железноль может служить и как изоляционный материал при кладке стен и фундаментов, а также наравне со смолой для предохранения дерева от гниения.

Перед употреблением в дело для превращения железноля в жидкое состояние он разогревается на огне, тщательно перемешивается и в горячем состоянии обыкновенною кистью наносится на окрашиваемый предмет.

§ 160. Казеиновые краски. Основой для изготовления казеиновых красок является казеин—главная составная часть молока. Казеин в сыром виде получается из снятого молока и представляет собой обезжиренный творог. Дальнейшую обработкою, после высушивания, он обращается в чечевицеобразные зерна белого или желтого цвета. В чистой воде казеин нерастворим, но в слабощелочном растворе он превращается в клейкую массу, которая при высыхании дает прочную пленку.

При изготовлении из твердого казеина краски он в тонко измолотом и просеянном через сито состоянии смешивается с сухими красками и гашеной известью с добавлением небольшого количества буры. Смешивание это производится на особых мешательных аппаратах. Заготовленная таким образом сухая краска перед употреблением разводится водой до требуемой консистенции.

Покрытая казеиновою краскою поверхность имеет ровный матовый вид. Краска быстро сохнет, не стирается и не залепляет пор в окрашиваемом материале. Кроме того она не страдает от сырости, окрашенную поверхность можно осторожно мыть.

Поверхность под окраску готовится обыкновенным способом, но употребление медного купороса при этом не допускается. Казеиновые краски преимущественно употребляются вместо масляных красок для внутренних работ, но могут применяться также и для окраски фасадов.

Казеиновые краски пакуются в железные барабаны по 5 кг в каждом. Цены на краску по прейскуранту Химсиндиката в зависимости от цвета колеблются от 490 до 540 руб. за 1 т.

В. ОГНЕСТОЙКИЕ КРАСКИ. ¹

§ 161. Силикатные краски при покрытии ими дерева имеют целью не только сохранить его от атмосферных влияний, но и от возгорания.

¹ Инж. А. Брюшков. Силикатные краски в строительстве, „Строит. промышленность“, № 9, 1928 г.

Как известно, дерево, будучи нагрето до температуры выше $120-130^{\circ}$, начинает разлагаться, что ведет к образованию горючих газов; последние, загораясь, увеличивают температуру и способствуют дальнейшему разрушению древесины.

Задача придания дереву свойства огнестойкости заключается в том, чтобы защитить его от непосредственного горения. Огнезащитность красок и сводится к тому, чтобы из красочного слоя образовать плотную углистую пленку, которая, облекая дерево оболочкой, препятствовала бы проникновению к дереву воздуха, необходимого для горения.

Масляные краски при высокой температуре легко воспламеняются и сгорают с выделением едких газов, которыми вызывается слезотечение. Поэтому масляные краски и неогнестойки.

Силикатная огнезащитная краска, приготовляемая на месте работ, по данным Государственного института сооружений образуется из двух составных частей, которые смешиваются между собой перед употреблением в дело.

Первая часть — наполнитель — состоит из тонко измолотого кварцевого песка или богатой кристаллическим кремнеземом породы. Молотый материал должен состоять из самых мелких частиц, прошедших через сито в $10\,000$ отв./ 1 см^2 и крупных — до $0,2\text{ мм}$.

Вторая часть — это растворимое стекло, натриевое и калиевое, — в таком количестве, чтобы содержание обоих вместе было не более $3-4\%$ от веса наполнителя.

Составленная таким образом краска схватывается через $6-8$ час. и отвердевает через сутки. Для придания ей большей водоустойчивости для твердения требуется более продолжительное время.

Добавкой в наполнитель глинозема, каолина, полевого шпата, окиси железа и свинцового сурика до 5% от веса наполнителя прочность и водоустойчивость увеличиваются.

Краска наносится как одним слоем, так и несколькими — до толщины в $2-5\text{ мм}$. Эти краски по сведениям Государственного института сооружений устойчивы по отношению к воде и атмосферным агентам, представляя вместе с тем хорошую огнезащиту.

По сведениям же Института материалов НКПС, где производились испытания силикатных красок изготовления Института прикладной минералогии, получились результаты, которые привели к выводу, что для наружных окрасок их употреблять нельзя, для внутренних же они допустимы.

§ 162. Асбокраски. Силикатные краски, о которых говорилось выше, считаются огнестойкими до известной степени. Хотя они и защищают дерево от возгорания, но защита эта несовершенна. Это происходит оттого, что 1) они отличаются значительной теплопроводностью и 2) пористы и потому не препятствуют доступу воздуха, необходимого для горения.

Чтобы сделать краску более огнестойкой, необходимо было ее усовершенствовать.

В Америке изготовляются огнезащитные силикатно-масляные краски для окраски гонтовых кровель, с введением в их состав мелкого волокнистого асбеста.

Государственным институтом сооружений намечено изготовление силикатных красок с добавлением асбеста в виде тонкой пыли.

Улучшение качества такой краски достигается тем, что асбест как малотеплопроводный материал увеличивает в большей степени ее огнезащитность. Такие асбесто-силикатные краски примерно на 20—25% дороже обыкновенных силикатных.

Г. КАРБОЛИЗОЛ (АНТИСЕПТИК).

§ 163. Свойства. Карболизол представляет собой запатентованный красочный состав, изготавливаемый на синтетической смоле и предназначенный как антисептическое средство против развития домового грибка в дереве.

Краска эта была испытана в Отделе по пропитке и испытанию дерева при Ленинградском институте путей сообщения. Небольшие деревянные пластинки, зараженные домовым грибком, были окрашены за 2—3 раза испытуемой краскою. После высыхания пластинки помещались в питательную среду, где и оставались в течение двух месяцев. В результате испытаний оказалось, что грибница на окрашенных пластинках была убита, в то время как неокрашенные дали возможность получить ей и дальнейшее развитие и передать с них в питательную среду.

§ 164. Вопросы для самопроверки.

1. На чем основано приготовление олифы новоль и олифы ИМСа?
2. В чем различие в их изготовлении?
3. Какие недостатки олифы новоль?
4. На какой основе готовятся нитрокраски?
5. Имеют ли какие-нибудь преимущества или недостатки нитрокраски перед масляными?
6. На какой основе готовятся силикатные краски?
7. Какие недостатки силикатных красок?
8. Можно ли применять силикатные краски для окраски железа?
9. Что такое кузбасский лак и железноль?
10. Отчего произошло название „казеиновые краски“, и чем последние отличаются от масляных?
11. Какие краски относятся к огнестойким и которые из них наиболее совершенны?
12. Что такое карболизол и каково его назначение?

ЗАДАНИЕ 13-е.

ПРОЧИЕ МАТЕРИАЛЫ.

А. АСБОЦЕМЕНТ.

§ 165. Состав и производство. Асбоцементом называется уплотненная смесь портланд-цемента с асбестовым волокном.¹ В состав смеси входит обыкновенно от 10—15% асбеста и от 85 до 90% цемента.

Несгораемые и вязкие волокна асбеста в асбоцементе играют роль арматуры подобно железу в железобетоне, повышая прочность и вязкость изготавливаемых из него изделий.

Применение асбоцемента получило наибольшее распространение со времени изобретения австрийцем Гатчеком способа готовить листы посредством папп-машины, давно применяемой в производстве картона.

¹ Мурзина. Асбоцемент. Журн. „Строительная промышленность“, № 5, 1926 г.

По этому основному способу готовятся в настоящее время у нас все изделия из асбоцемента; за границей же имеются и другие — более совершенные способы. Способ этот заключается в следующем.

Подготовленное механической обработкой сухое волокно асбеста с добавлением значительного количества воды сильно перемешивается в голландре до получения однообразного вида жидкой каши.

Добавка цемента в полученную массу производится через вибрирующее сито, и масса вновь перемешивается. В случае необходимости получить окрашенную массу здесь же добавляется и соответствующего цвета краска.

После этого масса, обильно разведенная водою, спускается в особые больших размеров чаны, где вторично происходит перемешивание асбеста с цементом посредством лопастей, укрепленных на горизонтальном валу. Отсюда окончательно подготовленная масса поступает в металлический резервуар, в котором на горизонтальной оси вращается сетчатый барабан. Через сито барабана вода проходит внутрь его и отводится в канал, расположенный под машиною. Наружною же поверхностью барабан забирает асбоцементную массу, которая оседает на ней в виде тонкой пленки. В верхней части барабана слой этот снимается поверхностью контактирующего с барабаном движущегося бесконечного сукна.

При передвижении по ленте масса, подсушенная посредством особых аппаратов, всасывающих воздух, достигает так называемого форматного барабана, расположенного на другом конце лапп-машины. Постоянно вращаясь, барабан наматывает на свою поверхность асбоцементную пленку до тех пор, пока на нем образуется цилиндр в несколько слоев пленки с толщиной стенок в 4—6 мм.

Непосредственно к форматному барабану примыкает прессовый вал, который сильно прижимает к нему массу и уплотняет ее.

Таким образом стенки этого цилиндра состоят из многих тонких слоев, плотно связанных между собой. Полученный цилиндр или труба режется ножом вдоль его оси двумя или тремя разрезами и таким образом получаются два или три листа, которые и снимаются с барабана.

Снятые листы остаются некоторое время на воздухе, пока они не окрепнут, после чего подвергаются дополнительному прессованию на гидравлическом прессе под давлением от 100 до 800 кг/см². При этом прессовании листы располагаются по несколько штук один над другим, с прокладкою между ними железных листов. После этого листы помещаются в сушилку, где (при температуре около 20°) и остаются в течение одного дня. Готовые листы помещаются в склад, откуда после 4—6-недельного хранения могут употребляться в дело.

§ 166. Свойства. На основании множества произведенных в разных местах испытаний можно считать установленным, что изготовленные вышеописанным способом асбоцементные листы обладают многими достоинствами, подтвержденными также и широкой практикой.

Огнестойкость. Испытания, произведенные за границей, показали, что асбоцементные листы, не теряя прочности, могут выдерживать накаливание при 1200°. К материалу, изготавливаемому у нас

на Ростовском и Брянском заводах, предъявляются в отношении огнестойкости следующие требования: при нагревании до 800° в течение получаса и последующем погружении в холодную воду, образцы не должны давать трещин. Однако после такого прокаливания механическая прочность понижается приблизительно на 25%.

В литературе¹ указывалось на случай распространения пожара от этернита, когда раскаленные плитки трескались так бурно, что маленькие кусочки разлетались в стороны, вызывая по соседству новые пожары. Недостаток этот можно объяснить слабым прессованием этернита и сохранением воды в порах между слоями. При высоких температурах эта вода превращается в пар, плитка не выдерживает его давления и взрывается.

Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности асбоцемента небольшой и колеблется в пределах от 0,19 до 0,22, благодаря чему листы его являются прекрасным изоляционным материалом. Чугунные и железные трубы имеют коэффициент в 200 раз выше против асботруб.

Водонасыщаемость асбоцемента очень незначительна и колеблется при полной степени насыщения в пределах от 5—9%.

Водонепроницаемость. Асбоцемент почти водонепроницаем: при давлении столба воды в 50 см, в течение 2 суток уровень понижается всего на 1 см, причем промокания плитки не наблюдается.

Стойкость против атмосферных влияний. В литературе указывается на случаи 16- и даже 30-летней службы асбоцемента в качестве кровельных плиток. С другой стороны отмечается и плохое свойство этернита искривляться и коробиться под действием солнечных лучей после дождя и влажных ночей. Явление это происходит от неравномерного расширения и сокращения плиток при изменении температуры. Для предупреждения этого рекомендуется отверстия для гвоздей в плитках делать продолговатыми, чтобы дать возможность расширяться при повышении температуры, в противном случае они могут лопаться и коробиться.

Легкая обрабатываемость различными инструментами. При содержании в асбоцементе 10% асбеста материал становится похожим на дерево и может легко обрабатываться столярными и плотничными инструментами. Это свойство еще возрастает при увеличении количества асбеста.

Механическая прочность. Асбоцемент обладает исключительно прочностью, значительно превышающую даже прочность самого цемента. Прочность асбоцемента зависит от количества добавленного к цементу асбеста. Так для рядового асбоцемента с 10 и 20% добавки асбеста временное сопротивление через 28 дней в кг/см² показаны в табл. 26.

Таким образом при временном сопротивлении цемента через 28 дней на растяжение в 40 кг/см² прочность асбоцемента повышается на 200—300%.

Морозоупорность. Асбоцемент обладает полной морозостойкостью. Он выдерживает как в прессованном, так и непрессо-

¹ А. Н. Каяделаки. Две заметки о сланцах. Журн. „Строительная промышленность“, № 8/9, стр. 609, 1930 г.

Таблица 26.

Род напряжения	Прессованный		Непрессованный	
	10%	20%	10%	20%
Растяжение	120—150	250	95—100	200
Изгиб	450—500	600—750	250—300	500—550
Сжатие	1 200—1 400	—	—	—

ванном виде 25-кратное замораживание при 20° без всяких повреждений. Свойство это в особенности очень важно для этернита как кровельного материала.

§ 167. Этернит или асбошифер. Первое применение асбоцемент получил в качестве огнестойкого кровельного материала, известного под названием этернита или асбошифера. Материал этот получил в особенности широкое развитие с изобретением в 1900 г. австрийцем Гатчеком способа готовить его на папп-машинах.

Этернит обыкновенно готовится в виде плиток различной формы: квадратной, прямоугольной, шаблонной, круглой и пр., размером 40×40 см или 30×30 см, при толщине в 3,5—4 мм. На 1 м² обыкновенного покрытия мелкими плитками расходуется около 9 плиток размерами 40×40 см.

Основанием для плиток служит обрешетка или сплошная палуба, к которой они и прибиваются. Рейки и сплошная палуба должны быть тщательно выверены, представлять сплошную плоскость и не иметь горбов и впадин.

При проектировании крыш для этернитовой кровли следует стремиться к наиболее простым ее формам.

В виду сложности покрытия крыши мелкими плитками этернит стали вырабатывать в виде плит большего размера.

В последнее время, для получения большей непроницаемости покрытия, стали применять особый тип кровельного покрытия — это волнистая асбофанера. Она готовится по типу волнистого железа листами 100×200 см, при толщине в 6 см. Сопротивление при изгибе асбоцементных волнистых листов составляет — 330 кг/см².

Такие плитки большинство германских заводов выпускает непрессованными, так как они отличаются большою пластичностью и из них легче формировать волны.

§ 168. Асбофанера. Кроме асбошифера из асбоцемента приготавливаются также асбофанера, в виде больших листов, идущих на обшивку стен и потолков.

Наиболее распространенными размерами асбофанеры в настоящее время признается 120×60 см, 120×120 см и 120×240 см, при толщине от 4,5 до 6 мм.

Асбофанера для обшивки может готовиться без прессования; она отличается эластичностью, огнестойкостью и невлагоемка. Объемный вес слабо прессованной фанеры 1,4, в то время как прессованная дает 16.

Асбофанера употребляется также для обшивки перекрытий, в особенности при огнеопасных зданиях.

Волнистая асбофанера применяется за границей для междуэтажных перекрытий, в виде наката между балками.

Деревянные щиты или рамы, обшитые с обеих сторон асбофанерой, известны в Германии под названием „ксилотект“.

§ 168. Асботрубы. Самое последнее применение асбоцемента — это асбоцементные трубы, или асботрубы. Производство их начато в Италии. Асботрубы с успехом могут заменить чугунные трубы и вполне пригодны для проводки воды, газа, нефти и пр. Они готовятся как шифер на папи-машинах, но с более длинными и форматными и сетчатыми барабанами, доходящими до 4 м. При изготовлении труб особенное внимание обращается на уплотнение асбо-массы, что достигается особыми гидравлическими приспособлениями.

Трубы вырабатываются совершенно ровные без раструбов, внутреннего диаметра от 40 до 400 мм, но по заказам завод может готовить их диаметром до 1000 мм. Длина труб при диаметре до 100 мм принята в 3 м, а для больших — 4 м. Толщина стенок меняется от 10 до 40 мм. Асбоцементные трубы обычно вырабатываются на рабочее давление от 2,5 до 20 атм.

Б. БАРИТОВЫЙ БЕТОН.

§ 170. Свойства и применения. Баритовый бетон представляет собой особую разновидность бетона, имеющего специальное назначение. При устройстве рентгеновских кабинетов, обслуживающих как медицинские, так и научно-технические цели, одной из мер защиты от вредного действия рентгеновых лучей на организм человека служит свинец. В настоящее время этот материал является дефицитным, и цена его возросла до чрезмерных размеров, в виду чего явилась необходимость замены его другим материалом.

В Западной Европе и в Северо-американских штатах вместо свинца для этой цели применяется баритовый кирпич.

Проф. Селяковым было предложено пользоваться для этой цели баритовым бетоном.

Баритовый бетон представляет собой такой бетон, в котором гравий и песок заменены баритом. С целью удешевления стоимости этого бетона барит выгоднее употреблять из отходов при его добывании. Баритовый бетон рекомендуется готовить преимущественно при составе 1:4, т. е. на 1 часть портланд-цемента 4 части барита по весу, что соответствует 20% содержания в нем портланд-цемента. Плотность такого бетона составляет 3,14.

Исследование баритовых бетонов на поглощаемость рентгеновых лучей показало, что 1 мм свинца эквивалентен 14 мм баритового бетона вышеуказанного состава.

В отношении механических свойств баритовый бетон был исследован в лаборатории испытания материалов Ленинградского политехнического института проф. С. И. Дружининым. Результаты помещены в табл. 27.

Произведенными исследованиями было установлено следующее: 1) Цвет барита не оказывает никакого влияния на крепость бетона. 2) Твердение баритовых бетонов сроком до 1 года происходит одинаково с бетоном из песка и щебня. 3) Прочное сопротивление баритового бетона сжатию в пределах пропорции от 1:4 до 1:7 по весу, при коэффициенте безопасности — 4, может быть допу-

Таблица 27.

Состав баритового бетона	Количество воды (в %)	Временное сопротивление разрыву (в кг/см ²)					Временное сопротивление сжатию (в кг/см ²)				
		7 дн.	28 дн.	3 мес.	6 мес.	1 год	7 дн.	28 дн.	3 мес.	6 мес.	1 год
1 ч. портл.-ц. и 4 ч. бар. б.	6,5	19,4	19,7					323			
1 " " " 5 " " "	7,0	20,8	25,3					314			
1 " " " 5 " " ж.	7,75	—	—	18,0	18,4	31,2	235		318	292	301
1 " " " 6 " " "	7,50	18,8	19,4	—	—	—	215	280			
1 " " " 7 " " "	7,25	20,8	20,6	18,0	20,2	28,3	188	234	288	—	—

щено от 60 до 80 кг/см². 4) Расчеты железобетонных конструкций из баритового бетона могут производиться по нормам для расчета обыкновенных железобетонных конструкций.

При устройстве перегородок из баритового бетона рекомендуется штукатурить их с обеих сторон барито-цементной штукатуркой при составе раствора от 1:4 до 1:6. Барит для штукатурки необходимо применять в измолотом виде, одинаковом по тонкости с портланд-цементом. При изготовлении раствора сперва готовится сухая смесь портланд-цемента с измолотым баритом и затем уже добавляется вода до получения консистенции сметаны. По нанесении такого раствора на поверхность перегородки он затирается железной лопаткой.

Практика применения барита в качестве изоляции для защиты от рентгеновых лучей показала возможность пользования им или в форме бетона или в виде штукатурки. Для бетона барит был применен для перегородок в рентгеновом кабинете в Володарском профилактории (Ленинград) и в Институте прикладной ботаники (Детское Село). Толщина стенок в обоих случаях делалась до 70 мм. Как штукатурка, при толщине слоя до 3 см, она была применена в Государственном физико-техническом институте.

В. ФАНЕРА ИЗ ХВОЙНЫХ ПОРОД.

§ 171. Изготовление фанеры до самого последнего времени производилось исключительно из лиственных пород и преимущественно из березы и дуба, хвойные же породы для фанерного дела не употреблялись. Сравнительно недавно в Швеции и Америке стали применять для изготовления фанеры хвойное сырье, а в настоящее время для этой цели там построены мощные фанерные заводы.

Вопрос об изготовлении фанеры из хвойных пород у нас впервые был поставлен на разрешение на Урале. При сравнении технических свойств древесины хвойных пород Швеции с уральскими оказалось, что они близко подходят друг к другу, что и дало повод предполагать, что приемы и способы, разработанные уже

в Швеции для получения хвойной фанеры, могут быть применены для этих пород Урала.

Опытное изготовление фанеры из хвойных пород было произведено на одном из фанерных заводов сначала в г. Тюмени, а затем и на фанерном заводе № 3 (ст. Зеленый Дол, Московско-Казанской ж. д.). При производстве этих опытов было установлено, что для получения хвойной фанеры, удовлетворительной по качеству, необходимо обратить особое внимание на три стадии производства: лущение, склейку и сушку. Выяснилось, что хвойная древесина, как более мягкая и хрупкая и вместе с тем менее однородная, требует для лущения других условий работ: как лущильного ножа, так и нажимной линейки, чем при изготовлении березовой фанеры.

Оказалось также необходимым заменить горячий способ склейки холодным как единственно возможным. Благодаря наличию в хвойной древесине смолистых веществ, с одной стороны происходит набухание фанеры, а с другой — затруднение при твердении клея, отчего понижаются механические свойства фанеры.

Приходится также изменять несколько и условия сушки фанеры в смысле уменьшения ее интенсивности.

Опыты показали также, что, при соответствующих изменениях условий изготовления фанеры, могут быть получены благоприятные результаты, вследствие чего и распространение производства фанеры в территориальном отношении может быть значительно расширено.

§ 172. Вопросы для самопроверки.

1. Что такое асбоцемент?
2. На чем основано его изготовление?
3. Какие свойства его являются наиболее ценными?
4. Что и почему предпочтительно употреблять для кровли: шифер естественный или этернит?
5. Чем отличается асбофанера от асбошифера и для чего она употребляется?
6. Как готовятся асботрубы?
7. Для чего применяется баритовый бетон?
8. Почему обыкновенная фанера готовится из березы?
9. Какое различие в изготовлении обыкновенной фанеры и фанеры из хвойных пород?

§ 173. Контрольные работы.

1. Чем отличается олифа новоль от олифы ИМСа и какая из них имеет преимущества?
2. Какие из безолифных красок предпочтительно употреблять вместо масляных?
3. Какие недостатки безолифных красок?
4. На чем основано изготовление огнестойких красок?
5. Какие преимущества и недостатки асбошифера перед кровельным железом?
6. Требуется сравнить асбоцементные трубы с деревянными.
7. В чем заключаются преимущества баритового бетона перед обыкновенным?
8. Почему фанера из хвойных пород причислена к новым материалам и какие ее особенности?

ЛИТЕРАТУРА.

1. Н. С. Михеев, Пути развития асбестовой промышленности, 1924 г.
2. И. В. Рыкачев, Асбоцементные трубы (этернитовые); их характерные особенности и успехи применения в зарубежной технике 1927 г.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница:	Строка сверху:	Напечатано:	Должно быть:
13	23	стачками	станками
17	7	добавка арктического туфа в количестве 100/0	добавка арктического туфа к портланд цементу в ко- личестве 100/0
22	20	от 0 000 005 до 000 001	от 0,000 005 до 0,000 001
35	таблица 8	замораживание	замораживаний
40	17	70 кг/см	70 кг/см ²
41	39, 41 и 46	1200 кг/см ³	1200 кг/м ³
41	43	11 кг/м ²	11 кг/см ²
42	1	800 кг/м	800 кг/м ³
42	49	Е. Костерко и П. Пше- ницын, Карамзин	Е. Костырко и П. Пше- ницын, Керамзит
47	25	300 куб/см ³	300 кг/м ³
58	29	Гигроскопическая вода	Гидрактн. вода
60	7	$2 \text{ Al}_2 \text{ O}_3 \text{ CaO} + 9 \text{ H}_2 \text{ O} =$ $= \text{Al}_2 \text{ O}_3 \cdot 2 \text{ CaO} \cdot 7 \text{ H}_2 \text{ O} +$ $+ 2 \text{ Al} (\text{OH})_3$	$2 \text{ Al}_2 \text{ O}_3 \text{ CaO} + 9 \text{ H}_2 \text{ O} =$ $= \text{Al}_2 \text{ O}_3 \cdot 2 \text{ CaO} \cdot 7 \text{ H}_2 \text{ O} +$ $+ 2 \text{ Al} (\text{OH})_3$
74	11	Г. ВСИ—Штоф	Г. СИ—Штоф
81	9	$3 \text{ CaO} (\text{OH})_2 + 2 \text{ Al} =$ $= \text{Ca}_3 \text{ O}_6 \text{ Al}_2 + 3 \text{ H}_2$	$3 \text{ Ca} (\text{OH})_2 + 2 \text{ Al} = \text{Ca}_3$ $\text{O}_6 \text{ Al}_2 + 3 \text{ H}_2$
86	29	8 ат в течение 10 час.	8 атм. в течение 10 часов
90	16	30 кг/см ³	30 кг/см ²
91	27	строительный шлак,	строительный песок,
98	3	II клиническая зона	II климатическая зона
111	35	отводы	отходы
122	49	незначительные	значительные
130	42	в Астрахани	в б. Астраханской
130	47	Инж. Б. И. Качурина	Инж. Б. И. Качурин
149	40	16	1,6



КНИГОТОРГОВОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИЗДАТЕЛЬСТВ

ЛАПШИН, П. В.

МАГНОЛИТОВЫЕ ПОЛЫ.

(с 66 рис.)

Тир. 5.000

Стр. 99

Ц. 1р. 30 к.

В основу книги положены лекции, прочитанные автором на курсах по повышению квалификации мастеров магнолитчиков в 1930 г. — В общей части дано популярное изложение приемов и методов устройства магнолитовых полов, описаны применяемые при этом материалы, указано назначение магнолитовой облицовки, приведены нормативные данные и т. д. В специальной части, предназначенной для техников и производителей работ, освещены научные и опытные данные о свойствах каустического магнезита, магнезимального цемента и магнолитовых растворов. — Приложен список литературы (89 назван.)

МЕЗЕРИНА, А. И.

МЕТОДЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДОРОЖНЫХ БИТУМНЫХ и БИТУМОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(с 37 рис.)

Стр. 72

ц. 1 р.

Практическое руководство при лабораторных работах. — Описаны методы испытаний дорожных асфальтовых битумов, дегтевых материалов, эмульсии и дорожных масел, применяемых для промасливания грунтовых и гравийных дорог и для подготовки нижнего слоя. Приведены технические условия на материалы.

ФИЛОСОВОВ, П. С.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(С 163 рис.)

Стр. 347

Ц. 3 р. 30 к., пер. 40 к.

для СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗ'ов

Содержание: Свойства, назначение, испытание и стандартизация строительных материалов. Каменные материалы (естественные и искусственные). Вяжущие вещества. Лесной материал. Металлический материал.

ПРИБОРЕТАЙТЕ КНИГИ ВО ВСЕХ ОТДЕЛЕНИЯХ, МАГАЗИНАХ
И КИОСКАХ КНИГООБЪЕДИНЕНИЯ

1932

RLST



0000000049043

**ЪЕДИНЕНИЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВ**

НОВЫЙ МЕТОД НАХОЖДЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ

Стр. 97

(с 81 черт.)

Ц. 1 р. 50 к.

ПОСОБИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ-КОНСТРУКТОРОВ

Содержание: Изложен новый метод нахождения деформации балок и статически — неопределимых систем, основанный на дифференциальной зависимости между ординатом упругой линии, углом наклона, моментом, поперечной силой и интенсивностью сплошной нагрузки. Уравнение упругой линии представлено в виде разложения в ряд Маклорена. В сравнении с методом интегрирования излагаемый метод имеет то преимущество, что при определении деформации отсутствуют произвольные константы интегрирования.

ЭВАЛЬД, В. В. и ВАГАНОВ, И. П.

АСБО-ЦЕМЕНТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ИСКУССТВЕННЫЙ ШИФЕР

Стр. 128 + 1 л. черт.

Ц. 1 р. 80 к.

Асбо-цементное производство в СССР. Сырьевые материалы. Производственные процессы при различных способах производства. Основное и вспомогательное оборудование и аппаратура (описание и схемы без расчетов). Применение асбо-цементных изделий в строительстве (механические свойства, конструкции покрытий и соединений, стоимость) Обзор русских патентов. Стандарт (ОСТ) 688 на кровельные плитки.

ОМИНИН, Л. В.

ГЛИНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙ- СТВЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Стр. 144

(с 112 рис.)

Ц. 1 р. 10 к.

Руководство к использованию сырой и обожженной глины для нужд с.-х. строительства в условиях колхозов и совхозов. — Описаны способы изготовления жирной (обыкновенных, пустотелых, трепальных и др.), гончарной черепицы и глино-соломенных крыш. Даны указания об огнестойкости строительных материалов из глины, о значении их в деле предупреждения пожаров и т. п.

ПРИОБРЕТАЙТЕ КНИГИ ВО ВСЕХ ОТДЕЛЕНИЯХ, МАГАЗИНАХ
И КИОСКАХ КНИГООБЪЕДИНЕНИЯ