

## СООБЩЕНИЯ

14

Института строительной техники

ВЫПУСК

Лаборатория отделочных работ

МОСКВА—1943

СОДЕРЖАНИЕ: Е. П. Будников, А. А. Пеганов, В. В. Чернов. *Применение белковых стабилизаторов в строительстве из грунтов.*

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕЛКОВЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИЗ ГРУНТОВ

В сельском и местном строительстве, как основной строительный материал, широко применяется грунт. Независимо от общего технического прогресса интерес человека к этой разновидности материалов в различные периоды времени возникает в той или иной степени. Проблема строительства из грунтов, как материалов местных, подручных, становится особенно актуальной в связи с военным и послевоенным восстановительным строительством. Отсюда совершенно понятен и тот интерес, который за последнее время проявлен к грунтовым материалам строительными и научными организациями.

Требования, предъявляемые к грунтовым материалам, четко определившиеся только за последнее время, сводятся в основном к получению легко формирующихся грунто масс, обладающих после высыхания в сформованном монолите необходимой механической прочностью, относительной атмосферостойкостью и, главным образом, способностью не размываться под действием воды.

Борьба за водостойкость грунтовых материалов, предопределяющая собой широкое использование их для строительства в самых различных районах страны, независимо от климатических условий, является в настоящее время основной в разрезе поставленной задачи. По этому вопросу и современной практике наместились следующие мероприятия:

- 1) добавление к глине извести,
- 2) обработка глины серной кислотой,
- 3) импрегнирование дегтем, смолами и
- 4) импрегнирование глины белковыми и бегок содержащими веществами

## КАЛЬЦИНИРОВАННЫЕ ГЛИНЫ

В настоящее время кальцинированные глины, т. е. глины механически смешанные с известью, частично уже применяют в строительстве, причем главным образом в виде глиноизвестковых штучных материалов (блоков, поризованных по ОСТ. Блоки из глиноизвестковых материалов значительно быстрее высыхают, чем чисто глиняные, и в сухом состоянии по сравнению с последними обладают более высокой водостойкостью паряду с некоторой потерей механической прочности.

## ГЛИНЫ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ

Еще в 1921 г. Государственным институтом силикатов установлено, что некоторые сорта глины, идущие на производство кирпича, при обработке их (смешиванием) 2—3% серной кислотой становятся в десятки раз более

водостойкими по сравнению с исходным необработанным сырьем. Наряду с повышением водостойкости глины после кислотной обработки приобретают также и большую прочность, лучше поддаются формовке, становятся более вязкими и т. д. В общем происходит как бы образование какого-то нового пластического материала, обладающего до некоторой степени свойствами вяжущего вещества — цемента. Новому материалу дано название «керамолит». Несмотря на практический интерес к вопросу, работа эта не вышла из стадии лабораторного исследования в связи с трудностями, которые очень часто возникали при кислотной обработке глин. Были известны факты, когда «керамолит», получившийся раз, при повторных опытах на том же сырье не получался совсем.

Таким образом, исследователями по кислотной обработке глин не были еще подмечены те необходимые условия реакции, которые могли бы быть преподаны строителям в форме точных инструктивных указаний. Однако эти наблюдения и на данном этапе представляют теоретический интерес.

Как понимается механизм образования водостойкого комплекса в данном случае? Химическое действие серной кислоты заключается в образовании из алюмо- и ферросиликатов глины сернокислых солей алюминия и железа. Глины, в свою очередь, являясь исключительными сорбентами этих солей, сравнительно быстро расщепляют их с образованием гидратов железа и алюминия, которые в основном и являются цементирующим началом глиняной массы.

#### ИМПРЕГНИРОВАНИЕ ГРУНТОВ СМОЛАМИ

Смолы — дегти различной природы (нефтяные, древесные, каменноугольные, газовые, сланцевые и т. д.) — в строительной практике давно применяются в качестве вяжущих и импрегирующих материалов.

Смолы в грунтовом строительстве используют в целях придания повышения водостойкости грунтовым материалам. Задача повышения водостойкости при импрегировании грунтов смолами сводится к получению грунтовых масс с отдельными элементарными (первичными) или агрегированными частицами, покрытыми тонкими гидрофобными (несмачиваемыми) пленками смолы, причем задача эта усложняется требованиями минимального расхода смоляных веществ по отношению к грунту-сырцу. Современная техника и экономика вопроса предел дозировки смолы по отношению к грунту обычно ограничивают 2—3 весовыми процентами. Равномерное распределение такого незначительного количества вещества в большой массе грунта является одной из трудных технических задач при освоении технологического процесса. В современной практике строительства в качестве наиболее доступного решения наметилось введение в грунт смоляного вещества в виде так наз. эмульгосуспеснзий, представляющих собой равномерно распределенные коллоидные частицы смолы и глины в водной среде. Только при применении водных эмульгосуспеснзий можно значительно облегчить смешение и обеспечить равномерное распределение смоляного начала в грунтовой массе.

Практикой установлено, что при правильном подборе смолы и введении ее в грунтовыми можно приготовить вполне водостойкие материалы, которые могут быть пригодны не только в качестве стенового материала, но и для фундаментов и цоколей зданий.

#### ИМПРЕГНИРОВАНИЕ ГЛИН БЕЛОК СОДЕРЖАЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Изучение народных методов получения водостойких грунтовых материалов дает целый ряд применяемых в строительстве решений. К народно-бытовым методам, которые существуют целые столетия, относятся добавки

в грунты соломы, листвы, навоза, снятого молока, пахты и др. Мы поставили своей задачей проверить эти эмпирические приемы, дающие качественные эффекты, и установить научный смысл их применения в производственном процессе.

При изучении этих добавок оказалось, что в их состав входит определенное количество, в том или ином виде, различных белок содержащих веществ, на основании чего мы и поставили перед собой задачу — проверить влияние этих веществ на повышение водостойкости грунтового материала с тем, чтобы значительно расширить перечень материалов, которые могут быть использованы как стабилизаторы при строительстве из грунтов.

### ИСТОЧНИКИ БЕЛКОВОГО СЫРЬЯ

Одновременно с постановкой лабораторно-исследовательских изысканий было проведено изучение источников белкового сырья; причем оказалось, что источники белкового сырья в любом поясе страны, в любое время года могут обеспечить полностью строительство зданий из грунтов.

Возможные источники белкового сырья приведены в табл. I; но в таблице не упоминается такое белок содержащее сырье, как травяные культуры, навоз, сточные канализационные воды и др., источники которого не ограничены.

Кроме того, приводимые данные, собранные в условиях военного времени, приходится считать далеко не полными. Однако и эти источники говорят о больших возможностях их использования для восстановительного послевоенного строительства.

В плане работ лаборатории поставлены вопросы санитарно-гигиенической оценки применения в качестве стабилизаторов белковых веществ для строительства жилищ.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Имся в виду в первую очередь теоретическое исследование количественного влияния добавок на водостойкость грунтов, был поставлен ряд опытов с концентрированными и наиболее эффективными белковыми веществами — казеином<sup>1</sup>, альбумином<sup>2</sup> и клейротом<sup>3</sup>.

Величина добавок для каждого отдельного грунта изменялась в пределах от 0,5% до 5,0% с интервалом в 0,5–1,0% по весу сухого вещества добавки к воздушно-сыхому грунту.

Белки вводились в грунтомассу в виде щелочных белковых растворов следующего состава:

#### МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВЫХ РАСТВОРОВ

1. Раствор казеина. Казеин заливают двумя частями воды и выдерживают до полного набухания в течение суток.

Едкий натр вводится в виде 5% раствора при непрерывном размешивании до полного растворения набухшего казеина.

Гашеная известь в виде известкового молока вводится до получения однородной клейкой массы.

2. Раствор альбумина готовят аналогично казеиновому, за исключением того, что порошок альбумина постепенно всыпают в сосуд

<sup>1</sup> Казеин — концентрированный белок животного происхождения, получающийся из отходов молочной промышленности.

<sup>2</sup> Альбумин — продукт переработки крови животных.

<sup>3</sup> Клейрот — клеобразный растительный отход, получающийся размолом непищевых жмыхов.

Таблица 1

## Примерные источники белкового сырья

№№ п/п	Наименование источника сырья	Содержание белковых веществ про- тентов в %	Средняя годовая добыча (в тоннах) в 1941 г.	Примечания
1	2	3	4	5
	1. Жмыхи и шрот маслосемян			
1	Жмых и шрот хлопковый . .	45,0—55,0	570 520	ОСТ 4512
2	„ „ клецевинный . .	39,0—71,0	27 280	ОСТ 3142
3	„ „ рыжика ярового	27,0—26,5	посевная пл. 190 000 га	удобрение и топливно жмых
4	„ „ горчицы . . . .		посевная пл. 310 000 га	частично липцевой
5	Жмых льняной . . . . .	35,0	101 260	ОСТ 381
6	„ подсолнечника . . . .	59,0	461 850	ОСТ 379
7	„ конопляный . . . . .	35,5	—	ОСТ 2899
8	„ соевый . . . . .	50,5	17 730	ОСТ 383
9	„ рапсовый . . . . .	33,0	22 620	ОСТ 276
10	„ сафлоровый . . . . .	30,0	—	частично липцевой ОСТ 144
	2. Отходы скотобоен			
11	Каньга рубцовая . . . . .	12,0	—	—
12	„ литошка . . . . .	14,3	—	—
13	„ овечья . . . . .	15,6	—	—
14	Кровь животных . . . . .	80,0—85,0	21 200	система «Союз- заготкожа»
15	Альбумин кровяной техни- ческий . . . . .	—	6 000	располагает 7 000 убойных пунктов
16	Казени молочный . . . . .	—	18 500	
	3. Отходы промыш- ленности			
17	Кожевенная промышленность (кожевенная пыль, стружка, мездра после выварки клея, грязь из канав клевого производства) . . . . .	белки по азоту 7,0%	22 000	непригодны для удобрения
18	Утилизационные заводы боен (шлямы кишечной промыш- ленности, мясокостная и кровяная мука) . . . . .	белки по азоту 6—11%	80 000	
19	Рыбные и зверобойные про- мыслы (рыбная и дельфи- новая мука) . . . . .	белки по азоту 8,8—10,0% (протеин 50%)	30 000	
20	Шелковая промышленность (шелковая куколка и подмет шелковых фабрик) . . . .	белок по азоту 10,5—11,6%	1 500	
21	Шерстяная промышленность (грязь шерсти, вытрепка, шерстяная пыль, очесы) . .	белок по азоту 8,0—12,0%	—	
22	Табачная промышленность (пыль табачно-махорочная)	белок по азоту 2,6%	12 000	

Таблица 2

Состав растворов белковых веществ

№№ п/п	Наименование белкового вещества	Едкий натр (в %)	Гашеная известь (в %)	Вода в см <sup>3</sup> на 100 г сухого белкового вещества
1	Казеин . . . . .	5,0	20	500
2	Альбумин . . . . .	2,5	10	500
3	Клейрот . . . . .	2,5	8	500

Примечания: 1. Едкий натр принят как наиболее активный растворитель белка. 2. Добавкой извести преследовали цель ускорения перевода белкового вещества в нерастворимое состояние.

с трехкратным (по весу альбумина) количеством воды, при постоянном перемешивании.

Известь, также в виде известкового молока, вводилась в раствор после полного растворения альбумина.

3. Раствор клейрота. В стеклянный сосуд с двукратным (по весу клейрота) количеством воды засыпают клейрот, распределяя его по всей поверхности жидкости.

При тщательном размешивании вводят едкий натр в виде 5% раствора до получения подвижного клеювого раствора; известь (в виде известкового молока) вводится под конец приготовления раствора.

#### ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА НЕРАЗМЫВАЕМОСТЬ

В качестве формовочной массы служили средние пробы различных грунтов воздушно-сухого состояния, измельченные и просеянные через сито с отверстиями 1,0 мм. Увлажнение грунта белковыми растворами производится из расчета на 100 весовых частей сухого грунта 0,5–5% сухого белок содержащего вещества.

Учитывая, что присадка белка по отношению к основной массе грунта крайне мала, а самый грунт обладает чрезвычайно сильно развитой поверхностью, в процессе опытов допускалось дополнительное разжижение белковых растворов водой до получения грунто-масс формовочной консистенции. Замокание грунтов, после тщательного перемешивания ручным способом, производилось на доске скалкой.

Обработанные таким образом грунто-массы имеют однородную структуру и после суточного выдерживания во влажной среде допускали формовку образцов в виде пирамидок размерами в 6 см высотой, по типу конусов Зегера.

Методика определения на неразмываемость грунтов производилась по способу проф. Соколова. Способ заключается в полном погружении сформованного образца в воду и наблюдении за его разрушением. Время полного разрушения является достаточно постоянным показателем, характерным для каждого отдельного грунта.

Сравнительные примеры по испытанию различных грунтов методом проф. Соколова приведены в табл. 3.

Как видно из приведенных данных, время полного разрушения для каждого образца является достаточно характерным показателем. Указанный метод принят как наиболее жесткий для определения водостойчивости импрегнированных грунтов.

Таблица 3

№№ п/п	Наименование грунта	Размываемость по времени			Примечания
		опыт I	опыт II	среднее значение	
1	Гонимая глина Полтавской обл.	37 мин.	36 мин.	36,5 мин.	данные проф. А. М. Соколова
2	Гонимая глина из Опощи . .	1 ч. 20 м.	1 ч. 11 м.	1 ч. 15 м.	то же
3	Опощинский побел . . . . .	10 м. 40 с.	11 мин.	10 м. 50 с.	то же
4	Красная кирпичная глина (Черемухи) . . . . .	7 мин.	8 мин.	7,5 мин.	данные проф.
5	Красная кирпичная глина (Иваново-вознесенская) . . . . .	22 мин.	22 мин.	22 мин.	Б. С. Швецова то же
6	Желто-бурая кирпичная глина (Н. Котлы) . . . . .	7 м. 30 с.	6 м. 30 с.	7 мин.	данные ЛОР Академии архит. тектуры С. Р.
7	Красная глина, моренная (Н. Котлы)	12 мин.	8 мин.	10 мин.	то же
8	Земляной покровный грунт (садовая земля) . . . . .	3 ч. 15 м.	3 ч. 0,5 м.	3 ч. 10 м.	то же

Сушка конусов до постоянного веса производилась на воздухе при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ . Все образцы высыхали без трещин, с небольшим отклонением вершины пирамидок от прямой линии.

Испытание на размываемость производилось в эксикаторах с установкой образцов на сетке, при полном погружении в воду. Началом опыта был принят момент соприкосновения воды с основанием пирамидок, концом — полное их размывание, с прохождением распавшейся массы через сетку. Наблюдение велось в течение первых 10 часов непрерывно, а в дальнейшем периодически, в течение трех суток (72 часов).

После окончания наблюдений образцы оставались в воде в том же положении еще трое суток, затем вода из эксикатора отливалась сифонной трубкой, и оставшиеся на сетке пирамидки подвергались сушке для окончательного установления степени их разрушения. Результаты испытаний показаны в табл. 4 и 5.

Таблица 4

*Водоустойчивость грунтов с добавкой альбумина*

Добавка альбумина (в %)	Глина желто-бурая (проба I)		Глина красная (проба II)		Земляной грунт (проба III)	
	время полного размывания	характер разрушения	время полного размывания	характер разрушения	время полного размывания	характер разрушения
0	7 мин.	полное разрушение	10 мин.	полное разрушение	3 ч. 5 м.	полное разрушение
0,5	22 мин.	распад вершины пирамидок и частично основания	40 мин.	распад вершины пирамидок	72 час.	без разрушения с незначительным выносом от обильных взвешиваемых зерен

Добавки альбумина (в %)	Глина желто-бурая (проба I)		Глина красная (проба II)		Земляной грунт (проба III)	
	время полного размывания	характер разрушения	время полного размывания	характер разрушения	время полного размывания	характер разрушения
1,0	2 ч. 20 м.	распад верхней части пирамидок	72 час.	незначительное отщепление мелких чешуек	72 час.	без видимых разрушений
2,0	23 час.	незначительное отделение чешуек и образование трещин по граням пирамидок	72 час.	то же самое	72 час.	без видимых разрушений
3,0	72 час.	незначительное отщепление мелких чешуек	72 час.	без видимых разрушений	72 час.	без видимых разрушений
4,0	72 час.	без видимых разрушений	72 час.	без видимых разрушений	72 час.	без видимых разрушений
5,0	72 час.	без видимых разрушений	72 час.	без видимых разрушений	72 час.	без видимых разрушений

Таблица 5

Водостойчивость грунтов с добавкой клейрота

Добавки клейрота (в %)	Глина желто-бурая (проба I)		Глина красная (проба II)		Земляной грунт (проба III)	
	время полного размывания	характер разрушения	время полного размывания	характер разрушения	время полного размывания	характер разрушения
0	7 мин.	полное разрушение	10 мин.	полное разрушение	3 ч. 5 м.	полное разрушение
0,5	31 мин.	полное разрушение	30 мин.	полное разрушение	72 час.	распад вершины пирамиды
1,0	35 мин.	разрушение 3/4 пирамидок	35 мин.	разрушение 3/4 пирамидок	72 час.	без видимых разрушений

Добавки клет- рота (в %)	Глина желто-бурая (проба I)		Глина красная (проба II)		Земляной грунт (проба III)	
	время полного размы- вания	характер разрушения	время полного размы- вания	характер разрушения	время полного размы- вания	характер разрушения
2,0	65 мин.	разрушение $\frac{3}{4}$ пирамидок	40 мин.	разрушение $\frac{3}{4}$ пирамидок	72 час.	без видимых разрушений
3,0	72 час.	разрушение $\frac{1}{2}$ пирамидок	72 час.	поверхностное отщепление глинистых частиц	72 час.	без видимых разрушений
4,0	72 час.	распад вершины пирамидок	72 час.	поверхностное отщепление глинистых частиц	72 час.	без видимых разрушений
5,0	72 час.	частичное отщепление мелких чешуек	72 час.	незначительное отщепление отдельных зерен	72 час.	без видимых разрушений
8,0	72 час.	незначительное отщепление отдельных зерен	72 час.	без видимых разрушений	72 час.	без видимых разрушений

Как видно из таблиц, присадка белковых веществ во всех случаях резко повышает неразмываемость грунтов. Величина добавок находится в зависимости от физико-химических свойств грунтов: чем больше процент присадки белка, тем выше неразмываемость грунтов независимо от их структурных свойств и особенностей.

На основании выявленных показателей водоустойчивости, предлагаемая ниже диаграмма дает основание определить необходимую добавку белкового вещества в интервале от 0,5 до 3,0% (рис. 1).

Необходимо отметить, что если некоторые виды природных глин, обладающих известной пластичностью, размываются в воде в течение 7–10 мин., то покровный земляной грунт (в данном случае садовая земля), который при нормальном затворении водой образует при трамбовке зыбкую, плохо формирующуюся массу, в высушенном состоянии обнаружил повышенную неразмываемость по сравнению с глинами более чем в 25 раз. Явление это часто может быть объяснено влиянием гумусовых веществ, содержащихся в поверхностном слое почвы.

Гуминовые кислоты с известными и другими прочными соединениями, не растворяющиеся в воде и щелочах. В технике такая перегнойно-кислая известь носит название сладкого гумуса почвы; при всем этом необходимо отметить также, что гумусовые вещества придают глинам меньшую связность, цементируя в то же время легко сыпучие пески.



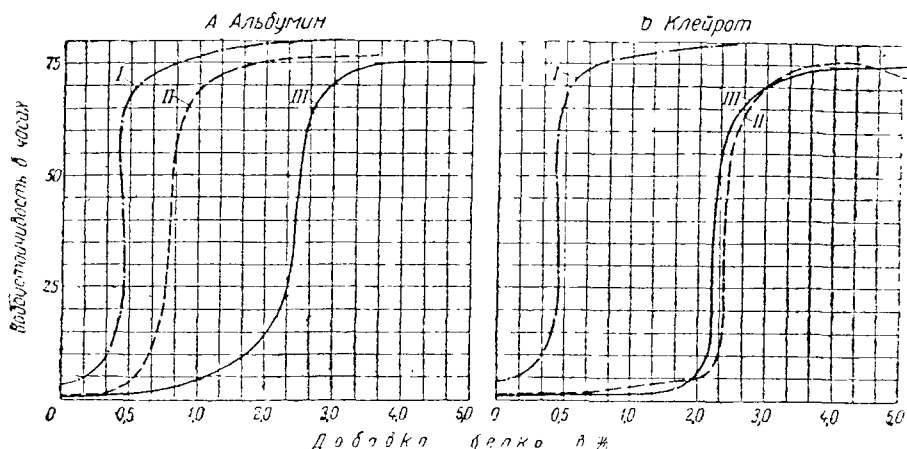


Рис. 1. Водостойчивость глин и грунтов различной структуры в зависимости от процентного содержания белка

I — земляной грунт, II — красная глина, III — желто-бурая глина средней пластичности

#### ИСПЫТАНИЕ НА НЕРАЗМЫВАЕМОСТЬ ПО МЕТОДУ НАБУХАНИЯ

Если в сухом состоянии глинистые грунты, обладая связностью, прочным сцеплением отдельных частиц, сохраняют более или менее устойчивые, искусственным путем приданные формы, то при насыщении водой такие грунты обычно разбухают — увеличиваются в объеме, иногда вдвое.

Следовательно, степень набухания материалов, используемых для грунтового строительства, является одним из существенных показателей, характеризующим пригодность данного вида сырья для строительства. В этих целях нами была определена степень набухаемости используемых в лабораторных работах грунтов как в природном состоянии, так и с присадкой к ним белковых веществ. Набухание грунтов определялось по методу проф. Филатова. Прибором для измерения служил стеклянный мерный цилиндр диаметром 10 мм с притертой пробкой.

Навеска грунта в количестве 5 г, высушенная до воздушно-сухого состояния, растиралась в фарфоровой ступке и просеивалась без остатка через сито с отверстиями в 1 мм.

Грунт помещался в цилиндр с учетом объема сухого материала. Когда засыпанный в цилиндр грунт принимал неизменяющийся объем, в него влияли 10 см<sup>3</sup> воды комнатной температуры. Цилиндр энергично взбалтывался до полного смачивания и разъединения частиц грунта. После взбалтывания грунт в цилиндре остается в покое в течение 24 час. для набухания.

Число набухания определялось по формуле:

$$\frac{100 (v - v_1)}{v_1} = K,$$

где  $v_1$  — объем воздушно-сухой навески грунта,  
 $v$  — объем набухшей в воде навески грунта,  
 $K$  — число ( $v_n$ ) набухания грунта.

Результаты определения набухаемости грунтов в водной среде представлены ниже графически (рис. 2, 3, 4, 5 и табл. 6).

Эти данные позволяют установить, что оптимальная дозировка белкового вещества не превышает 30% присадки его к грунту. Влияние присадки белковых веществ на набухаемость грунтов резко выражена в интервале от 0,5 до 3,0%.

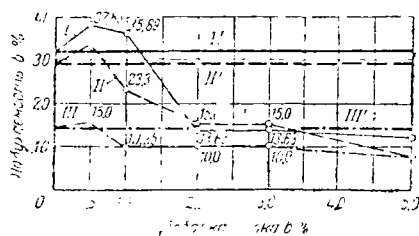


Рис. 2. Набухаемость грунтов в зависимости от процентного содержания альбумина  
I — глина желто-бурая, I' — глина желто-бурая в природном виде, II — глина красная, II' — глина красная в природном виде, III — садовая земля, III' — садовая земля в природном виде

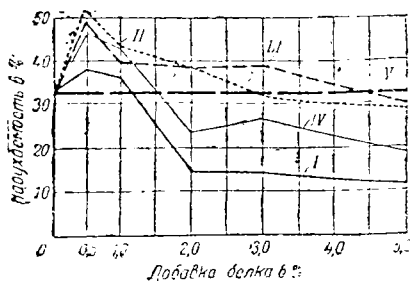


Рис. 3. Набухаемость глины желто-бурой I с присадкой

I — альбумин, II — клейрот с содой, III — казеин с аммиаком, IV — клей столярный, V — глина желто-бурая I в природном виде с присадкой извести 0,5%.

Кроме того, диаграмма дает возможность определить, какой из растворителей белка оказывает коагулирующее влияние на грунтомассу. Так, установлено, что казеин, растворенный в  $\text{NH}_4\text{OH}$ , дает наименьшую набухаемость грунта. В то же время набухаемость глины с присадкой растительного

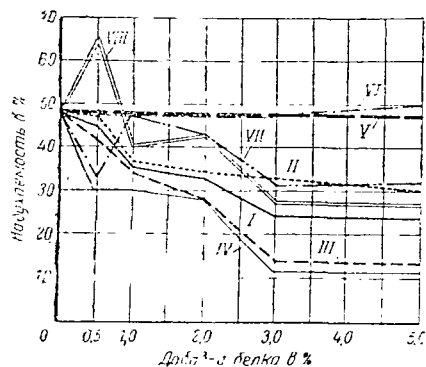


Рис. 4. Набухаемость красной глины II с присадкой белков, обработанных щелочами (щелочи, бург, аммиак, сода, едкий натр)

I — альбумин, II — клейрот, III — казеин с аммиаком, IV — клей столярный, V — глина II красная в природном виде

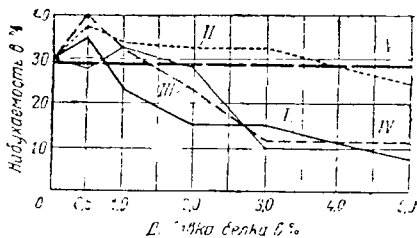


Рис. 5. Набухаемость красной глины II с присадкой щелочных белков и невести  
I — альбумин, II — клейрот с содой, III — казеин с аммиаком, IV — клей столярный, V — глина красная в природном виде с присадкой извести 0,5%.

тельного белка в виде клейрота оказался в более высоком (50% набухаемости), нежели глины в природном состоянии (42% набухаемости).

Набухаемость глины с присадкой белка в виде казеина с растворителем  $\text{NaOH}$  при добавке 1,0% резко повысилась (до 61%), а в дальнейшем она опять падает.

Таблица 6

Набухание грунто-сырцовых масс в зависимости от добавки белкового вещества

Белковое вещество	Г р у н т	Грунт без добавки	Добавки белковых веществ в % по весу к грунту				
			0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
			набухание (в %)				
Альбумин...	1. Глина (Нижние Котлы) средней пластичности, желто- бурая (I) . . . . .	32,5	37,83	35,89	13,63	13,63	11,36
Клейрот ...	—	—	51,21	42,85	39,53	31,84	23,51
Казеин.....	—	—	42,71	40,00	39,02	39,50	29,54
Альбумин...	2 Глина (Нижние Котлы), тонкая, сильно песчаная, красная (II) . . . . .	29	35,0	23,0	15,0	15,0	6,8
Клейрот ...	—	—	37,5	31,8	32,5	35,5	24,44
Казеин.....	—	—	39,47	32,5	22,5	11,53	11,59
Альбумин...	3. Земля садовая (черная), верхний полуровный слой (III)	13,9	15,0	10,0	10,0	15,0	6,7
Клейрот ...	—	—	12,50	15,0	22,5	27,5	26,19
Казеин.....	—	—	12,5	12,5	19,01	19,04	24,02

Последние два случая ни в коем случае не дают основания полагать об отрицательном, т. е. разрушающем, действии растительного белка, так как все последующие исследования давали положительные результаты; повышение набухаемости должно быть отнесено за счет разжижения глины. Последние исследования объясняют это разжижение свойством сольватизации и десольватизации коллоидных частиц.

Под сольватизацией понимают свойство молекул соединяться в определенные комплексы с молекулами растворителя, в данном случае — воды. В глинистой сольватизированной суспензии частицы глины окружены сольватной оболочкой. Под влиянием электролита (в данном случае NaOH) эти агрегаты перестраиваются и распадаются на отдельные гидратизованные частицы; происходит десольватизация. При этом суммарный объем всех оболочек становится значительно больше.

При дальнейшем избыточном добавлении электролитов происходит коагуляция, т. е. соединение малых частиц в более крупные агрегаты, благодаря чему общий объем водяных агрегатов уменьшается.

Поскольку растворимые соли, находящиеся в массе, имеют большое значение, действуя в ней в качестве коагулирующего или декоагулирующего фактора, поэтому чрезвычайно важно при приготовлении массы знать, какие именно соли и в каком количестве имеются в этой массе (рис. 4). Характер солей, как это видно из диаграммы, позволяет более точно определить, какие электролиты необходимо добавить в качестве растворителя бато. Кроме того, необходимо опытным путем установить, какие реагенты более всего пригодны, чтобы перевести имеющиеся гели в золь.

Приведенные результаты изучения действия белковых присадок к грунтам доказывают наличие положительных свойств этих присадок на повышение набухаемости грунтов в водной среде, а также устанавливают оптимальную присадку белковых веществ к грунту.

## РАСШИРЕННЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ОНЫТЫ ИМПРЕГНИРОВАНИЯ ГРУНТОВ БЕЛКОВЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

В целях лучшего распределения белкового вещества в грунтовой массе, грунты в полусухом состоянии пропускали сквозь сито с отверстиями в 4 мм, растилали на щитах тонким слоем и равномерно заливали белковыми растворами.

После заливки грунтовой массы тщательно перемешивали и в полупластичном состоянии снова пропускали сквозь сито в 4 мм. После этого весь разрыхленный грунт собирается в компактную массу.

Уплотненная таким образом грунтовой массой была однородна с однородной структурой теста в разрезе сформованного бруска.

Обогащенная белком грунтовой массой вылеживалась во влажной среде в течение суток для увеличения ее однородности. При замесе отмечалась значительная коагуляция массы грунта при соединении его с белковыми растворами.

Чем больше вводилось белкового раствора или чем выше была его концентрация, тем сильнее коагулировал грунт. Последнее обстоятельство вызвало потребность в усиленном увлажнении. Наибольшая коагуляция замечена при присадке раствора альбумина.

Обычно известь, являющаяся для глины коагулирующим электролитом и содержащаяся в растворе белкового вещества, несомненно должна повлиять на коагуляцию грунта, однако присадка чистого раствора альбумина, не содержащего извести, в нашем случае вызвала не менее сильную коагуляцию. Сильная коагуляция до некоторой степени понижает формовочную способность грунтов (табл. 7).

Таблица 7

Состав опытных формовочных масс для кубиков

№№ п/п	Наименование грунта	Состав белковых растворов					Примечания
		в % на сухую массу грунта			в % на сухую навеску белко- вого вещества		
		казеин	альбумин	клейрот	едкая щелочь	гашеная известь	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Глина I желто-бурая (Ниж- ние Котлы) . . . . .	—	—	—	—	—	а) едкая щелочь добавлялась в виде 5% раствора
2	та же . . . . .	2	—	—	5	20	
3	та же . . . . .	—	5	—	2,5	10	
4	та же . . . . .	—	5	—	2,5	20	
5	Глина II красная, моренная (Нижние Котлы) . . . . .	—	—	—	—	—	б) гашеная известь добавлялась в виде 5% раствора
6	та же . . . . .	—	1	—	2,5	10	
7	та же . . . . .	—	2	—	2,5	10	
8	та же . . . . .	—	5	—	2,5	10	
9	та же . . . . .	—	5	—	2,5	20	
10	та же . . . . .	—	—	5	2,5	8	
11	Грунт III земляной, покров- ный . . . . .	—	—	—	—	—	
12	тот же . . . . .	—	1	—	2,5	10	
13	тот же . . . . .	—	2	—	2,5	10	
14	тот же . . . . .	—	3	—	2,5	10	
15	тот же . . . . .	—	5	—	2,5	10	

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ

Из вылежавшейся массы формовали кубики размером  $50 \times 50 \times 50$  мм. Формовку производили в разборных металлических формах ручным способом. Формы перед закатлением смазывали машинным маслом. Массу, в целях наибольшего уплотнения, вводили в формы с избытком. Ударами деревянного молотка производили уплотнение массы.

Формовка кубиков не вызвала затруднений, хотя массы, составленные из земляного покровного грунта, были мало пластичны и имели значительную зыбкость. Сформованные кубики легко и без дефектов освобождались из формы. Не наблюдалось также деформации кубиков при укладке их на поддон и переноске на стеллажи.

Воздушную сушку образцов проводили на стеллажах при температуре  $20-35^\circ$ , иногда под непосредственным воздействием солнечных лучей и при открытых окнах. Последнее хотя и не обеспечивало равномерной сушки, но импрегнированные массы были устойчивы к резким температурным колебаниям и сильным воздушным потокам: все кубики, независимо от их состава, без дефектов и деформаций высыхали в течение трех суток.

На большинстве кубиков, сформованных из природных грунтов без присадки белкового вещества и высушенных в идентичных условиях, замечалось образование значительного количества сушительных трещин. Сушку производили до воздушно-сухого состояния, т. е. до конечной остаточной влажности в пределах  $4-5\%$ .

Сопоставляя результаты сушки природных и импрегнированных грунтов, можно установить, что присадка белковых веществ повышает сушительные свойства грунтов, облегчает и ускоряет процесс сушки, повышая качественные показатели (отсутствие трещиноватости).

Влияние присадки белка на величину усушки оказалось незначительным в сторону понижения и практического значения не имеет.

Высушенные образцы кубиков были подвергнуты физико-механическим испытаниям.

Вопросам механической прочности грунтоцементных материалов в литературе уделено незначительное место. В старых изданиях по саманному строительству этот вопрос совершенно не освещен. В современной литературе имеются отдельные данные. В справочном пособии под общей редакцией проф. Н. А. Попова относят временное сопротивление самана сжатию в пределах  $30-35$  кг/см<sup>2</sup>.

Инженер Н. В. Нагорский («Саманное строительство») не дает никаких указаний о механической прочности этого строительного материала, отмечая, что временное сопротивление самана раздавливанию колеблется от 9 до  $150$  кг на  $1$  см<sup>2</sup>. Обычно временное сопротивление встречается в пределах от 20 до  $40$  кг/см<sup>2</sup>. При таком сопротивлении саман допускает возведение зданий в 2-5 этажей. При возведении зданий высотой в 1-2 этажа испытания прочности самана на раздавливание не требуется.

К стерролиту глино-смоло-известковым блокам — предъявляется требование в прочности от 8 до  $30$  кг/см<sup>2</sup>. Блоки предназначаются для возведения малоэтажных зданий (проф. Н. А. Попов «Строительные материалы и изделия»).

Анализируя наши испытания опытных образцов, изготовленных из сыпучих импрегнированных белковыми растворами грунтов, можно установить следующие положения.

Временное сопротивление сжатию прежде всего зависит от физико-химических свойств грунта, способа обработки и метода формовки. В наших

опытах подтверждается, что чем пластичнее грунт, тем механическая прочность выше (см. табл. 8).

Импрегированные грунты белковыми растворами в значительной степени повышают временное сопротивление сжатию: для глины I это повышение достигло 72%; для глины II — до 42%; земляной же грунт, будучи в природном состоянии по механической прочности совершенно непригодным к производству стенового материала, с присадкой белка приобретает вполне пригодную прочность для строительства стенового материала.

Таблица 8

Физико-механические показатели кубиков из грунтовых масс с добавками белковых веществ

№№ и и	Состав формовочной грунтотомассы	Средняя площадь (см <sup>2</sup> )	Временное сопротивление сжатию			Объемный вес (г/см <sup>3</sup> )	Примечания
			минимум	максимум	среднее значение на образцах		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Глина I . . . . .	21	18,3	27,6	23,0	2,0	в составе масс
2	I + 5% а . . . . .	17	33,8	39	36,1	1,81	под литерой „а“
3	I + 5% а + 20% известн <sup>а</sup> . . . . .	21	38,0	41,5	39,5	2,2	следует читать
4	Глина I + 5% кр. . . . .	21	21,3	27,4	25,6	1,82	альбумин, под
5	Глина II — природная . . . . .	23	13,3	13,9	13,6	2,11	литерой „кр“
6	Глина II + 1% а . . . . .	23	14,0	23,2	18,6	1,80	клейрот кле-
7	Глина II + 2% а . . . . .	22	14,5	23,2	18,8	1,75	ивинны
8	Глина II + 5% а . . . . .	21	18,3	18,3	18,3	1,78	
9	Глина II + 5% а + 20% известн . . . . .	21	20,3	24,3	19,4	1,82	* 20% известн
10	Глина II + 5% кр. . . . .	22	14,5	17,4	15,9	1,79	по отношению
11	Земля III природная . . . . .	22	—	—	—	1,60	к присадке аль-
12	Земля III + 1% а . . . . .	23	13,9	14,0	14,0	1,5	бумина
13	Земля III + 2% а . . . . .	22	16,0	17,4	16,7	1,65	
14	Земля III + 3% а . . . . .	22	17,0	17,4	17,2	1,63	
15	Земля III + 4% а . . . . .	21	18,3	18,3	18,3	1,60	
16	Земля III + 5% а . . . . .	22	16,7	16,7	16,7	1,63	
17	Глина I + 2% казеина . . . . .	19	16,8	19,2	18,0	—	

Влияние присадки белков на объемный вес грунтов выразилось в сторону понижения его для глины I на 10%, для глины II на 15%. Объемный вес земляного покровного грунта III остается почти без изменений.

Приведенные показатели механической прочности даны с основанием считать указанные материалы пригодными для малоэтажного строительства. Полученные показатели в производственных условиях могут быть в значительной степени повышены путем механизированной обработки импрегированных грунтов и механической формовки стеновых достовых блоков.

#### ИСПЫТАНИЕ НА ВОДОПОРОГОВАЯ

Принятые указанные способом образцы кубиков из грунто-масс материалов с присадкой белок содержащих веществ, в целях наиболее точной и разнообразной оценки их на водонепроницаемость, подвергались испытанию согласно техническим требованиям, установленным НКСтроем 13 августа 1940 г. (результаты испытаний см. табл. 9). В этой инструкции рекомендуется делать кубики размером 10 × 10 × 10 см.

Таблица 9

Показатели водопоглощаемости кубиков, изготовленных с присадкой белок  
сод ржащих веществ

№№ п/п	Состав массы	Объемный вес (г/см <sup>3</sup> )	Продолжительность насыщения (час.)	Вес воздушно-сухого образца (г)	Вес в насыщенном подю состоянии (г)	Водопоглощаемость (%)	Примечания
1	Глина II + альбумин 10% . . .	1,80	30	114	125	9,6	в процессе на- сыщения водой видных разру- шений не обна- ружено
2	Глина II + альбумин 20% . . .	1,75	48	189	215	13,7	то же
3	Глина II + альбумин 50% . . .	1,78	48	181	217	18,0	то же
4	Глина II + альбумин 50% + + 20% известки . . .	1,82	48	195	215	10,5	то же
5	Земля III + альбумин 30% . . .	1,63	48	185	212	14,6	то же
6	Глина I + альбумин 50% + + 1 объем соломы . . .	1,66	48	151	200	32,4	в процессе на- сыщения водой образец не- сколько вспу- хился, но раз- рушений не об- наружено
7	Глина II + альбумин 20% + + 1 объем соломы . . .	1,55	48	170	215	26,5	в процессе на- сыщения водой разрушений не обнаружено
8	Глина + клейрот 50% . . .	1,79	48	193	225	16,6	то же

Кубики взвешивают в сухом состоянии, затем кубики пониженной водо-  
стойкости поливают водой из лейки в течение 2—3 мин., при расходе воды  
1 л в минуту, а кубики нормальной или повышенной водостойкости опускают  
в воду на 9—9,5 см и оставляют в ней на 48 час.

После поливки или извлечения из воды кубики не должны иметь разру-  
шения или деформации. После того как кубики в течение нескольких минут  
обсохнут, их взвешивают и определяют процент водопоглощения.

Кубики с объемным весом до 1000 кг/м<sup>3</sup> не должны иметь водопоглоще-  
ния более 21%; от 1100 до 1800 — не более 18%; свыше 1800 кг/м<sup>3</sup> — не  
более 12%.

Испытание кубиков, импрегнированных белковыми веществами, произ-  
водилось впервые, поэтому был применен наиболее жесткий метод апробования.

Кубики 5 × 5 × 5 см в воздушно-сухом состоянии, с содержанием в них  
остаточной влаги 4,5—5,5% взвешивали, устанавливали на сетке и постепенно  
затопляли до полного погружения. В таком состоянии образцы выдержи-  
вались в воде в течение 48 час. Извлеченные из воды кубики после  
пятиминутного обсыхания взвешивались.

После определения водопоглощения часть кубиков была разрезана, при-  
чем было установлено, что проникновение воды внутрь массы не превышало

5 мм и высушенные после извлечения из воды кубики имели более твердую поверхность по сравнению с кубиками, не подвергавшимися смачиванию.

На основании приведенных результатов по водопоглощаемости можно установить:

а) импрегнированные белковыми растворами грунты при полном погружении на 48 час. в воду не размываются, не набухают и не теряют своей первоначальной формы;

б) процент водопоглощаемости не превышает существующих норм, установленных ГОСТ 530—41 для глиняного (обожженного) кирпича;

в) кубики, высушенные после сprobования на водопоглощение, имеют более твердую поверхность, чем исходные сухие образцы.

Все указанные положения подтверждают пригодность импрегнирования белковыми растворами грунтов для изготовления стеновых материалов.

Исходя из того, что во время сильных и продолжительных дождей или сильного таяния снега потоки воды с крыши могут быть направлены на стену, т. е. сырьевой материал подвернется воздействию прогонной воды, наш материал был подвергнут непосредственному воздействию сильного потока воды.

Для испытания кубики устанавливали под струю воды давлением 1,5—2 атмосфер (высота напора 250 мм). Под струей воды кубики выдерживали в течение 24 час., причем разрушений образцов не было обнаружено, за исключением небольших повреждений непосредственно в местах падения струи. Испытанию подвергали кубики с добавкой белка — для глины от 3 до 5%, для земли — от 2 до 5%.

Полагая, что из грунтов, импрегнированных белковыми растворами, может представиться возможность изготовить и кровельный материал, мы изготовили плитки размерами 360×200 мм, толщиной в 25 мм следующего состава:

а) на 100 частей глины I (желто-бурой) альбумина 5%, соломы резаной I объем;

б) на 100 частей глины II (красной) альбумина 2%, соломы резаной I объем.

Плитки заформовывались ручным способом, путем набивки хорошо промешанной и вылежавшейся массы в деревянных, смазанных машинным маслом, пролетных формах.

Сушка глины II протекала нормально, но глина I, как более пластичная, при ускоренной естественной сушке растрескивалась. Высушенные образцы с остаточной влажностью 6—7% были испытаны на водопоглощаемость при полном погружении на 48 час. в воду. Результаты испытаний приведены в табл. 9 (пункты 6 и 7), процент водопоглощаемости кубиков уменьшен; кроме того, образец 6 из глины I несколько вспучился.

Солома понизила их объемный вес против исходных глины — на 17% в глине I и на 22% в глине II; наряду с этим увеличилась пористость материала, что и повлекло за собой повышение водопоглощаемости.

Кровельные плитки были в свою очередь испытаны на водонепроницаемость по ОСТ 8334.7 на тончайшую черепицу.

Для испытания на водонепроницаемость к внешней поверхности плиток приклеивали менделеевской замазкой стеклянную трубку ( $d$  25 мм и  $h$  150 мм), в которую наливали воду на всю высоту. Уровень воды поддерживался на всю высоту трубки в течение всего испытания постепенной добавкой. За просачиванием воды с нижней стороны плитки и весь наблюдение. Отмечалось время, прошедшее между моментом наполнения трубки водой и появлением капель снизу.

Появление воды снизу не должно быть ранее 6 мин., а понижение водяного столба в трубке, за 1 час испытания, не должно быть более 20 мм.



Подвергнутые испытанию указанным способом плитки в течение двух суток не обнаружили признаков водопроницаемости не только в виде капель воды, но и в виде мокрого пятна. Погибание водяного столба за все время испытания было 25–35 мм. На третьи сутки вода просочилась под замазку и вышла на поверхность плитки. После испытаний на плитках не было обнаружено каких-либо разрушений.

Указанные результаты по признаку водопроницаемости допускают возможность изготовления кровельных материалов из грунтов, импрегнированных белковыми растворами.

### ФОРМОВКА ИМПРЕГНИРОВАННЫХ ГРУНТОБЛОКОВ

Под импрегнированными грунтоблоками понимается искусственный камень, изготовленный из грунтовых материалов с добавлением стабилизаторов, в данном случае белок содержащих веществ; вес в 15–18 кг был принят условно в нашей работе. Означенный вес, мы полагаем, не должен создать неудобств в производстве кладки стен.

Существует несколько способов формовки грунтоблоков, причем все они преследуют цель максимального уплотнения масс и возможно большего увеличения производительности. В наших условиях мы имели возможность применить только ручной способ формовки в протертых деревянных формах с уплотнением массы трамбованием.

Форма представляет собой деревянный, на пинах собираемый ящик без дна, установленный на деревянный поддон. Перед заполнением массой форму смазывали смесью керосина и стеарина (9 частей керосина + 1 часть стеарина). По заполнении формы массу уплотняли легким трамбованием от центра к периферии и в особенности в углах. После уплотнения излишки массы срезали, а поверхности заглаживали деревянной скалкой, смоченной водой. После заглаживания форму разбирали, и блок освобождается от формы свободно, без прилипания к сыроватой массе.

Сформованные блоки имели правильную форму, гладкие, четкие, прочные углы и грани, были устойчивы и не деформировались под действием собственного веса, свободно выдерживали переноску и перестановку на поддонах.

### Состав масс для формовки грунтоблоков

1. Глина I желто-бурая — 100 частей + 2% казеина.
2. Глина II красная — 100 частей + 2% альбумина.
3. Земляной грунт III — 100 частей + 2% альбумина.

Заготовка и обработка масс производилась аналогично тому, как и при формовке кубиков. Формовочная способность масс была вполне удовлетворительной; несколько хуже уплотнялась земляная масса, обладающая некоторой жирностью, однако и она в сформованном монолите при освобождении из форм совершенно не деформировалась.

Сушку блоков проводили на столах при температуре +18–20° С. В процессе сушки выявилось, что через 4–5 суток на плоскости появляется в виде желтоватого налета плесень; на некоторых блоках плесень появляется отдельными островками с более длинными волокнами, на некоторых же плесень распространена равномерно и точно всем покрывает открытые плоскости. Чем больше высыхают грунтоблоки, тем слабее нарастание плесени. На высушенных блоках не обнаружилось дальнейшего возникновения и развития плесени. Плесень на образце, однажды протертом влажной обтиркой, вновь не возникала. Поверхности грунтоблоков под плесенью сильно уплотнены. Водяные капли не абсорбируются массой.

Все блоки высыхали без видимых невооруженным глазом трещин и без деформаций в течение 12–15 суток.

В дальнейшем блоки были испытаны на гвоздимость. В целях испытания в них вбивали молотком гвозди длиной в 75 мм и толщиной 4 мм. Гвозди входили в грунтоблоки, как в твердое дерево, не вызывая ни трещин, ни отколов. Забитые гвозди держались прочно и вытаскивались клещами со значительным усилием.

Для выявления возможностей формовки и сушки грунтоблоков больших размеров была произведена опытная формовка из импрегнированного белковыми растворами земляного грунта (на 100 частей земляного грунта III — 3% альбумина) блоков, размерами американского типа, рекомендуемого Иллинойским университетом для грунтового строительства одноэтажных зданий. Размер такого блока  $4 \frac{3}{8} \times 12 \frac{3}{4} \times 16 \frac{3}{8}$ ", в соответствии с чем нами была изготовлена форма выпуска блоков размером  $110 \times 32 \times 410$  мм, что составляет 14432 см<sup>3</sup> при фактическом объемном весе данной массы 1 см<sup>3</sup> = 1,63 г; общий вес сухого блока равен 23 кг.

Формовку производили, как описано выше. Масса, хорошо уплотненная, удерживается при переноске на деревянном поддоне без деформации, углы и грани четкие.

Сушка протекала в благоприятных условиях для блока такого размера, температура помещения была не выше +8° С, а потому процесс сушки был замедлен.

Переноска свежесформованного блока указанных размеров тяжела и должна производиться двумя рабочими, а потому формовку их нужно производить непосредственно на месте сушки.

Как уже указывалось выше, на плоскостях блоков на 5–6-й день сушки появляется белый налет плесени. Это явление должно быть отнесено за счет происходящего в среде грунта биологического процесса<sup>1</sup>.

Появление сплошного, равномерно распределенного налета плесени на плоскостях блока говорит о том, что распределение белковых присадок по всей системе шихты произведено равномерно; при появлении на плоскостях плесневых налетов в виде отдельных островков, иногда с удлиненными плесневыми волокнами, может служить в качестве контрольного показателя, свидетельствующего о том, что смешение шихты было произведено недостаточно полно, вследствие чего белковые вещества распределились в системе грунта в виде отдельных агрегатов. Между тем, чем равномернее распределение белкового вещества в грунте, тем теснее соединение между собой отдельных его частей.

Если в силу экономических соображений не представится возможным вырабатывать монолитные блоки из грунтомасс, импрегнированных белок содержащими растворами или другими стабилизаторами, а недостаток строительных материалов будет настоятельно вызывать потребность в грунтоблоком дешевом строительстве, то, в целях предохранения таких построек от разрушения, последние могут быть ошукатурены.

Как известно, от хорошей глиняной штукатурки требуется, чтобы она не поддавалась размыванию водой и не давала усадочных трещин. Чтобы штукатурка не размывалась, ее следует изготовлять из тех сортов глины, которые в сухом состоянии плохо размываются в воде, или же из глины, которые искусственным путем приведены в состояние водоустойчивости.

Учитывая эти обстоятельства, лабораторией были поставлены также опыты по изысканию и нанесению на заведомо неводостойкие грунты

<sup>1</sup> Биопроцессы в грунтоблоках с белковыми стабилизаторами находятся в стадии изучения.

защитного слоя в виде штукатурных и обмазочных масс, водостойких и неразрываемых водой.

Опыт 1. Из глины II красной была изготовлена саманная масса: на 1 объем глины 1 объем резаной соломы. Эта масса, затворенная водой, наносилась на фанерный щит с обрешеткой из драги, толщиной слоя в 15 мм. Одна половина щита, по нанесении на него саманного слоя, гладко затиралась; на другой половине, после затирки, для усиления сцепления материалов были сделаны в клетку насечки.

Для штукатурного слоя было взято на 100 частей глины II (красной) 2,5% клейрота клеццины, который вводился в глину в виде раствора. Масса перемешивалась до получения однородного теста (глина в сухом состоянии просеивалась сквозь сито с отверстиями в 4 мм). Замес массы производился ручным способом, влажность доводилась до нормального общепринятого состояния штукатурного раствора.

После того как нанесенный на фанерный щит саманный слой высох, на него наносилась импрегнированная белок содержащим раствором штукатурка. Толщина лицевого слоя была 10–12 мм.

На четвертые сутки нанесенная на саман штукатурка покрылась равномерным палетом плесени, одновременно на штукатурке образовались небольшие усадочные трещины.

Штукатурка вполне высохла на 6–7-е сутки, после чего усадочные трещины были затерты тем же раствором и больше не раскрывались.

Опыт 2. Из земляного садового грунта III приготавлился замес: на 100 частей сухой земли, просеянной сквозь сито с отверстиями 4 мм, добавлялось 2,5% альбумина в виде раствора. Заготовленный раствор наносился непосредственно на драговую обрешетку фанерного щита толщиной слоя в 15 мм.

На четвертые сутки штукатурный слой покрылся густым равномерно распределенным палетом плесени. На поверхности образовалось несколько усадочных трещин, которые после полного высыхания через 6 суток были затерты тем же раствором.

Опыт 3. Нанесение защитного водостойкого слоя на глинобитное водостойкое основание в виде тонкой обмазки.

Для данного опробования были изготовлены рамки с бортами высотой в 25 мм; в рамку вставлялось стекло, после чего внутри рамки делались поперечные перегородки, которые делили ее на ряд отдельных ячеек. Каждая ячейка заполнялась замешанной на воде глиной I (желто-бурой, неводостойкой). После того как глина в ячейках высыхала, в каждой ячейке благодаря усушке образовывались свободно лежащие глиняные вкладыши. Вокруг каждого вкладыша образовывался зазор в 2–3 мм.

Для защитной обмазки была приготовлена следующая водоупорная масса: в альбуминный раствор засыпалась земля (землиной садовый грунт III) в виде сухого порошка, просеянного сквозь сито с отверстиями в 0,5 мм. Сухой земляной порошок задавался в количестве, необходимом для образования густой массы, пригодной для нанесения на покрываемую поверхность маховой кистью и способной удерживаться на поверхности, образуя покровный слой толщиной в 1,5–2 мм.

Обмазка наносилась на освобожденные от пыли сухие поверхности глиняных вкладышей кистью. Слой раствора наносился за два раза общей толщиной в 2,5–3 мм. Этим же раствором были замазаны зазоры, образовавшиеся между вкладышами глиняного заполнения и стенками ячеек.

Нанесенная водозащитная обмазка высыхала в течение суток. По высыхании она имела хорошее сцепление с гладкими поверхностями глиняного заполнения и не давала усадочных трещин.

Все 3 щита были установлены на опытной крышной станции под углом  $45^\circ$  в направлении к югу. Установка произведена 5 августа 1942 г., щиты находятся там до сего времени.

За истекший период были чрезвычайно резкие изменения как температурные — от плюс  $35^\circ$  на солнце до минус  $25^\circ$ , так и по выпадению атмосферных осадков (которые в осенний период выпадали в изобилии). Длительность непрерывных ливней достигала иногда суток и более. Были дни сильных туманов, выпадение мокрого тающего снега и, наконец, сильные ветры с выпадением снега, таянием снега и повторные колебания температуры от  $0^\circ$  до  $18^\circ$ .

В процессе указанных испытаний велись периодические наблюдения за состоянием штукатурных и обмазочных покрытий.

Под воздействием солнечных лучей штукатурка и обмазка не имели ни трещин, ни осыпей; под действием сильных дождей следов размывания штукатурки или смыва земляной обмазки не обнаружено. После перехода от длительного проливного дождя (до 36 час.) к яркой солнечной погоде на земляной штукатурке появились усадочные трещины. Появление последних частично должно быть отнесено за счет коробления фанерного щитка, который с обратной стороны ничем не был защищен.

Штукатурка из глины II, нанесенная на саманную основу, до сего времени не имеет никаких признаков ни размывания, ни отщепления как с гладких, так и с рифленых поверхностей. Вспучиваний после температурных перепадов от минус  $25^\circ$  до  $0^\circ$  ни на одной штукатурке обнаружено не было.

Защитная земляная обмазка, находящаяся в идентичных условиях испытания со штукатурками, не обнаруживала каких-либо признаков разрушения.

Произведенные испытания на крышной станции установили исключительное значение обмазки, как водонепроницаемого защитного слоя. Как указывалось выше, обмазка была нанесена на глину заведомо неводостойкую.

При наблюдении через стекло, на котором находилось защищаемое от размывания глиняное заполнение, было установлено отсутствие каких-либо разрушений или размывания находящихся в ячейках глины.

Таким образом, можно считать установленным, что грунты, импрегнированные белковыми растворами, могут быть использованы для изготовления не только монолитных блоков, но и в качестве штукатурных и обмазочных составов для грунто-сырцового строительства.

## УКАЗАНИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ГРУНТБЛОКОВ С БЕЛКОВЫМ СТАБИЛИЗАТОРОМ ДЛЯ ОПЫТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Сырье: глина, суглинки, лёсс, покровный земляной грунт (садовый, огородный, полевой растительный слой) и пр., за исключением гравия и др.

Стабилизаторы: казеин, альбумин (кровяной технический), клейрот (клей дающий растительный отход), кровь животных, жмых маслосемян — льняной, хлопковый, конопляный и т. д.

Вспомогательные материалы: едкая щелочь (каустик); сода (углекислая), аммиак, известь гашеная.

Примечание. При размещении жмыхов маслосемян льняных, хлопковых или каких-либо других, их необходимо подвергнуть на жмыходробилках, жерновах, дезинтеграторах и ручных ступках тонкому размолу с просевом сквозь сито 0,5 мм.

*Состав растворов белковых веществ (стабилизаторов)*

№№ п/п	Наименование белкового вещества	Едкий натр (%)	Гашеная известь (%)	Вода в см. на 100 г белкового вещества
1	Казеин . . . . .	5,0	20	500
2	Альбумин . . . . .	2,5	10	500
3	Клейрот . . . . .	2,5	8	500

Стабилизаторы вводятся в грунт при замесе в виде растворов.

### Приготовление белковых растворов (стабилизаторов)

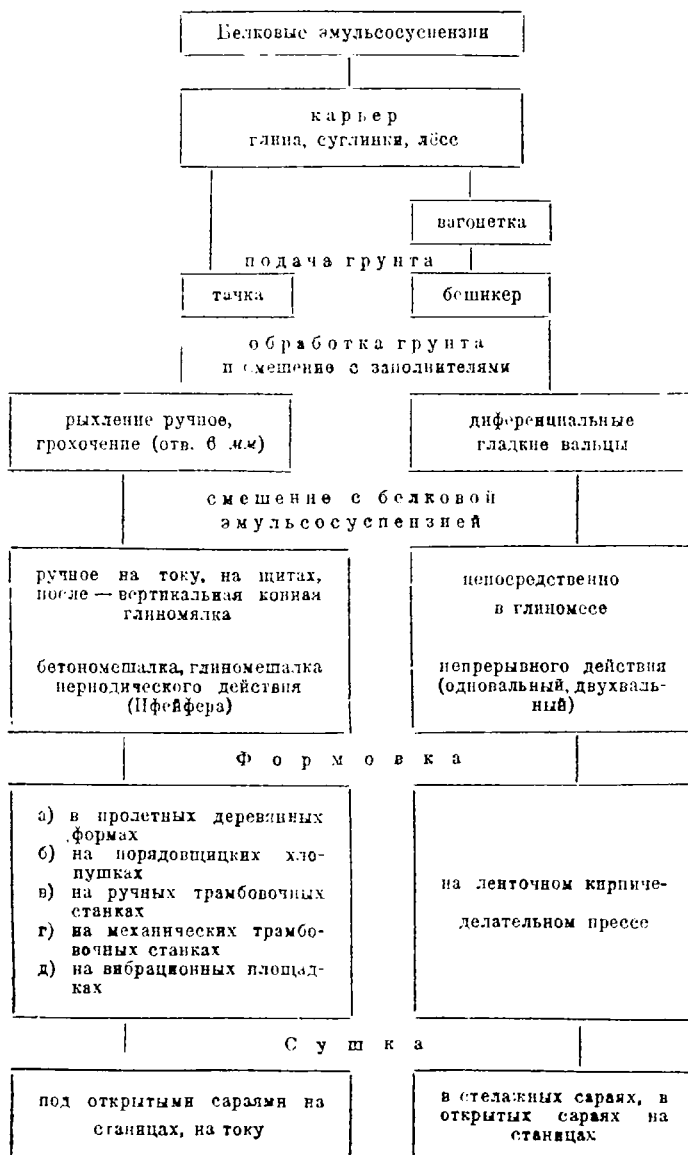
1. Раствор казеиновый. Казеин замачивают двойным количеством воды и выдерживают до набухания в течение 12—15 час. В набухший казеин добавляют раствор 5 или 10% щелочи (едкого натра, соды и т. д.). Размешивание производится до полного растворения казеина.

К щелочному раствору казеина прибавляют известковое молоко, при непрерывном размешивании, до получения однородной клейкой массы. Известковое молоко предварительно процеживают через сито с отверстиями 0,25 мм.

2. Раствор альбумина. Приготавливают тем же способом, как и раствор казеина, с тем различием, что порошок альбумина постепенно всыпают в сосуд с трехкратным (по весу альбумина) количеством воды, при непрерывном перемешивании, до полного растворения. Раствор оставляют в покое до исчезновения пены, которая образуется в процессе размешивания альбумина, и после растворения добавляют остальные компоненты состава.

3. Раствор клейрота. В двухкратном (по весу клейрота) количестве воды при помешивании по всей поверхности жидкости засыпают клей-

Схема производства грунтоблоков с белковым стабилизатором



рот. После размешивания в течение 15—20 мин., до получения однородной массы, заливают 5—10% раствор едкого натра, который при перемешивании реагирует с набухшим в воде клейротом в течение 15 мин. Известь (в виде известкового молока) вводят с остальным количеством воды.

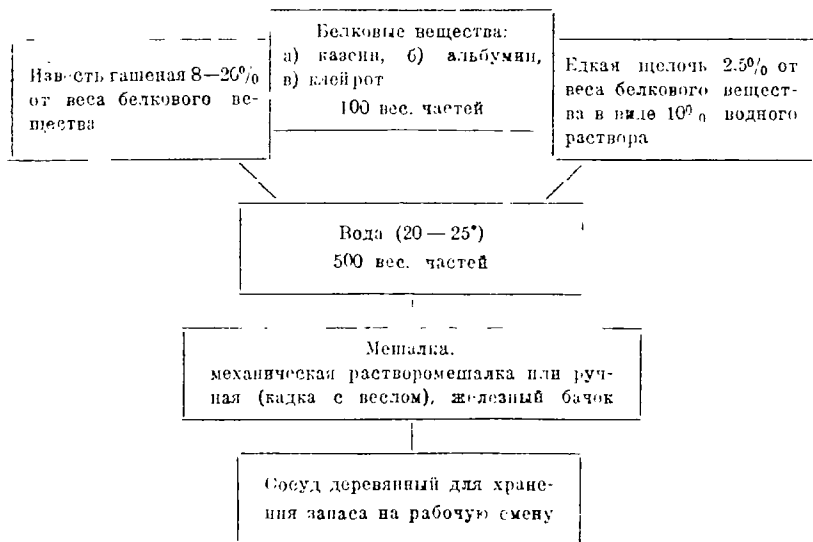
Примечание. Приготовление белковых стабилизаторов производят в лопатных механических растворомешалках (число оборотов 20—40 в минуту) и ручным способом, в деревянной кадке или железном бачке, при помощи деревянного весла круговыми непрерывными движениями.

### Подготовка грунтомамы

Грунт с карьерной влажностью перерабатывают механическим путем на дифференциальных тонких гладких вальцах с зазором 2—4 мм или при ручной обработке путем пропуска сквозь грохот с отверстиями в 4—6 мм.

После вальцевания грунт поступает в глиномес непрерывного действия, либо (после ручной обработки) в бетономешалку, либо в глиномес периодического действия типа Пфейфер-Вернер, в который одновременно добавляют белковые растворы.

Схема приготовления белковых эмульсо-суспензий



Так как белковые растворы, имея консистенцию очень густой сметаны или студня, обладают малой текучестью, то их необходимо разбавить водой до текучего состояния с учетом дополнительного количества воды, необходимого для затворения того или иного объема рабочего формовочного теста-грунта.

Белковые растворы вводят в количестве 10—15 весовых частей на 100 частей глины (что составляет 2—3% белкового вещества на грунтомассу).

Влажность рабочего формовочного теста зависит от химико-физических свойств перерабатываемого грунта и в каждом отдельном случае должна определяться практическим путем с тем, чтобы сформованный из грунтомамы

плотный материал — блок или кирпич — был плотным и не деформировался под действием собственного веса. Чем тщательнее перемешан грунт с безбелковыми растворами, тем равномернее распределение белкового вещества в грунто-массе, тем больше гарантий получить водоустойчивый материал.

### Формовка

Формовку грунто-сырцовых блоков или кирпичей производят на ленточных кирпичеделательных прессах, если грунто-масса для этого достаточно пластична.

Если грунто-масса приготовлена из очень тонких суглинков, лессы или покровного земляного слоя и не обладает формовочной способностью, из таких масс готовят предельно крутое тесто и формовку производят в пролетных деревянных формах с хорошим уплотнением, на механических трамбовочных станках или на вибрационных площадках.

### Сушка

Сушку проводят в сараях на стеллажах и на станинах непосредственно на земляном ровном токе.

В течение первых 4-5 суток сушку необходимо вести замедленно; в этот период в монолите грунто-массы происходит биологический процесс брожения, на поверхностях изделий появляется налет белой плесени, после образования которой сушка может быть форсирована. Сушку доводят до воздушно-сухого состояния.

Редактор Б. А. Катловкер

Подписано к печати 21 II 1944 г.

1 2 л. л.

М. ч. изд. 284

132116

Тираж 3000 экз.

Цена 3 руб.

Заказ 1136

б-я тип. графия треста «Полиграфкнига» ОГИЗ при СНК СССР,  
Москва, 1-й Самозвонный пер., 17.