

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР  
Институт металлургии и обогащения

На правах рукописи

О. А. МИХАЙЛЯНЦ

АВТОРЕФЕРАТ

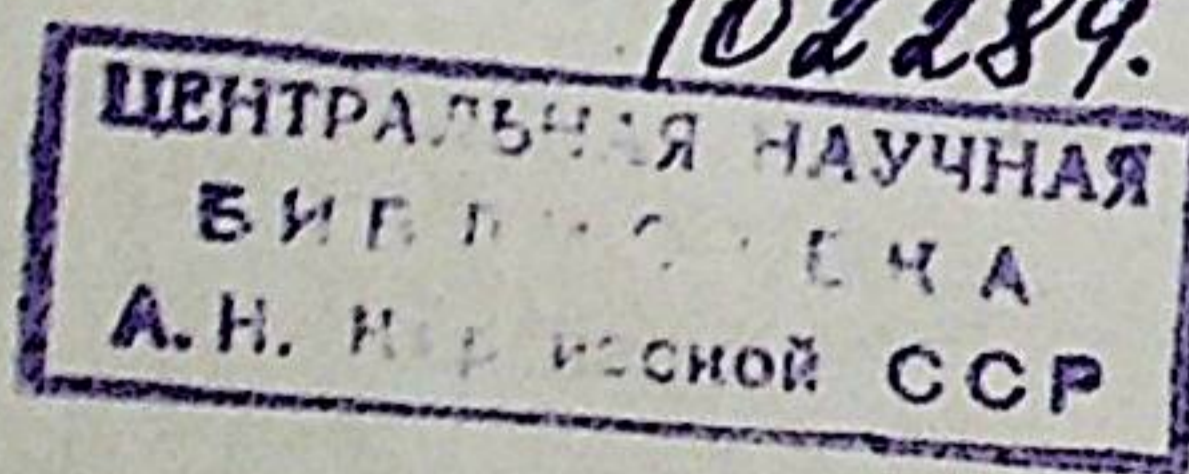
диссертационной работы на тему:

„Особенности сушки изделий строительной  
керамики из засоленных глин Казахстана“,

представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

АЛМА-АТА—1953

Работа выполнена в Институте архитектуры, строительства и стройматериалов Академии наук Казахской ССР под руководством кандидата технических наук А. И. Нагорного.



## Введение.

Директивами 19 съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР перед промышленностью строительных материалов поставлены большие задачи.

Кроме расширения производства и увеличения количества выпускаемых строительных материалов, в пятилетии необходимо обеспечить дальнейшее серьезное повышение качества продукции, установить высокие темпы роста производства строительных материалов в крупных промышленных районах, где ведется большое строительство.

Для выполнения намеченной программы капитального строительства потребуется большое количество стеновых материалов, которые, как правило, должны быть изготовлены на базе местного сырья. Однако, отдельные разновидности сырья в процессе производства проявляют своеобразные свойства, обусловленные их химическим, минералогическим и зерновым составом, нередко отрицательно влияющие на качество изделий.

На обширных равнинах Казахстана и Средней Азии значительную часть территории занимают такырно-солончаковые и другие типы засоленных почв. По геологическим данным почвы Казахстана весьма разнообразны как по происхождению, минералогическому характеру основной породы, физико-механическим и другим свойствам, так и по количеству и качеству водорастворимых солей. Почвы с сульфатно-хлоридным и сульфатным соленакоплением занимают  $\approx 62\%$  общей площади засоленных грунтов Казахстана и Средней Азии.

Практика работы на производствах с применением засоленных глин, например, на ряде кирпичных заводов Центрального Казахстана, показала, что наличие в сырье водорастворимых солей затрудняет проведение технологического процесса, главным образом, процесса сушки и очень часто приводит к повышенному количеству брака изделий, достигающего иногда только при сушке 25 — 30%.

Вопрос о процессах, протекающих при сушке керамических изделий, сформованных из засоленных масс, в имеющейся литературе освещен весьма слабо. Авторы в основном ограничиваются кон-

стацией факта появления солевого налета на поверхности изделий, не вдаваясь в существо вопроса.

В качестве одной из мер против налетообразования рекомендуется без достаточных оснований повышенная скорость сушки. Однако, известно, что, в ряде случаев, ускоренная сушка приводит к появлению на изделиях нежелательных дефектов в виде трещин и порочек. В опубликованных работах по сушке засоленных глин не отмечается взаимосвязи между допустимыми скоростями сушки, свойствами сырья и миграцией растворимых солей к поверхности изделий.

Между тем наличие водорастворимых солей в глинах обуславливает ряд особенностей процесса сушки керамических изделий (увеличение сроков сушки, возникновение в изделии внутренних напряжений, вызывающих снижение механической прочности, и др.).

С учетом перечисленного возникла необходимость в постановке ~~исследований~~ работы, целью которой являлось выяснение влияния водорастворимых солей, содержащихся в природных глинах, на процесс сушки керамических изделий, изучение механизма и кинетики перемещения влаги и растворимых солей в изделиях, механизма удаления влаги из керамических изделий и установление оптимальных условий сушки изделий из засоленных глин.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

### Выбор исходного сырья и методики исследований.

Для исследований были выбраны глинистые материалы, резко отличающиеся между собою по химико-минералогическому и зерновому составу: высокопластичная глина Кенгирского месторождения Жезказганского района и малопластичный лёссовидный суглинок (Алма-Атинский), практически не содержащий растворимые соли.

Изучаемая нами глина относится к разряду сильно засоленных (классификация Н. М. Позняка). Такие глины встречаются в ряде районов Центрального Казахстана (Жезказган, Балхаш). Следует отметить, что лёссовидные суглинки в некоторых районах Казахстана содержат растворимые соли в значительном количестве (до 3 — 5%).

В настоящее время на базе засоленных кенгирских глин работает механизированный кирпичный завод, однако, ввиду природных свойств сырья брак от сушки и обжига изделий на этом заводе значительно превышает плановые нормы.

Сульфат натрия в форме мирабилита является наиболее распространенной водорастворимой солью засоленных глин Центрального Казахстана.

В глинах Кенгирского месторождения содержание мирабилита достигает до 50%, к общему количеству водорастворимых солей. Учитывая это обстоятельство и характерные особенности сульфата натрия, к числу которых относятся: значительные изменения в объе-

ме при переходе из водной формы в безводную (удельный вес первой — 1,46; второй — 2,70 ~~г/мл~~), повышенная растворимость его по сравнению с другими солями, например, превышающая растворимость сульфата кальция более чем в 100 раз, для искусственного засоления глин нами был использован мирабилит. Все другие соли, встречающиеся в глинах Казахстана, обладают в значительно меньшей степени выше отмеченными свойствами, и, естественно, их влияние на процесс сушки является менее существенным. Поэтому они не применялись для экспериментирования.

Не имея возможности получить глины, засоленные в различной степени, нами производилось искусственное засоление глин и суглинков. В кенгирскую глиняную массу, имеющую 3% водорастворимых солей, вводилось дополнительно 100, 200 и 300% мирабилита по отношению к количеству солей, содержащихся в природной глине. Таким образом, в искусственно засоленной глине количество мирабилита составляло 6,9, 12% от веса сухого вещества. В таких же количествах добавлялся мирабилит к лёссовидному суглинку. Применялась также отмытая от солей кенгирская глина.

Экспериментальная часть работ выполнялась на различных лабораторных образцах: шарах диаметром в 65 мм, цилиндриках длиной 125 мм, диаметром 25 мм, плитках размером 100 X 50 X 30 мм, а также кирпичах стандартных размеров.

Для изучения характера миграции влаги и солей в формовочных массах при их сушке, изготовлялось определенное количество цилиндров, которые парафинировались таким образом, чтобы открытой оставалась лишь одна торцовая поверхность. Этим создавалось вынужденное движение влаги в одном направлении, что облегчало наблюдение за ходом миграции солей в процессе сушки образцов.

Сушка лабораторных изделий производилась как в естественных, так и в искусственных условиях. Естественная сушка производилась в помещении лаборатории при температуре воздуха 18 — 23°C и относительной влажности 40 — 65%.

Для проведения исследований по искусственной сушке была сконструирована лабораторная сушилка туннельного типа, позволяющая регулировать скорость движения воздуха, его температуру и влажность.

Для искусственной сушки приняты три режима: двадцатичетырех-, тридцатишести- и сорокавосемью часовой с изменением скорости подъема температуры воздуха в сушилке от 2 до 10°C в час. Относительная влажность воздуха изменялась в пределах 85 — 30%, а скорость движения воздуха — в пределах от 0,5 до 2 м/сек. По ходу процесса сушки через заданные промежутки времени отбирались образцы, которые разрезались на 5 — 8 частей (параллельно наименьшему измерению). В каждой из них определялось содержание солей и влажность в %.

Образцы готовились из масс с влажностью 18 — 25% для пластической формовки и 8 — 10% для полусухого прессования. Также производилась формовка из масс, подогретых до 35 — 40°C.

Колебание начальной влажности в отдельных слоях опытных образцов не превышало  $\pm 0,25\%$ , вследствие чего образцы можно было считать практически однородными по влажности.

При формовке кирпичей стандартных размеров в кенгирскую глину вводился отощатель — песок в количестве 20%. Для определения характеристики сырья производились химический, седиментационный, термографический и минералогический (оптический) анализы, а также рациональный химический анализ водной вытяжки кенгирской глины.

Определение общекерамических свойств: — пластичности, усадки, кажущейся пористости, предела прочности при сжатии и разрыве производилось по общепринятой методике.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

### 1. Характеристика сырья и масс, применявшихся для исследований.

Основные данные по химико-минералогическому и зерновому составу исходного сырья приведены в таблицах 1, 2, 3, 4.

Химический состав в % (по весу)

№ п. п.	Наименование проб	Химический состав в % (по весу)										Вода гигр	Сумма
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	п. п. п.		
1	Природная кенгирская глина	46,16	13,81	5,28	0,45	8,40	3,25	4,76	0,2*	4,20	11,39	2,09	100
2	Лёссовидный суглинок	55,38	12,36	5,00	0,60	9,35	2,41	не определялось	0,28	13,38	—	—	99,33
3	Речной песок	92,45	3,64	1,31	—	0,20	не определялось	—	—	0,8	—	—	97,40

Таблица 1

Минералогический состав в % (по весу)

№ п. п.	Наименование проб	Минералогический состав в % (по весу)								Сумма
		Железистый монтмориллонит	Кальцит	Полевой шпат	Слюда	Кварц	Аксессуары	Амфиболы		
1	Природная кенгирская глина	49,4	14,7*	14,0	4,0	14,0	следы	2,7	98,5	
2	Лёссовидный суглинок	—	20,0	30,0	2,0	20,0	8,0	10,0	100	
3	Речной песок (Алма-Атинский)	—	—	75,0	2—3	20—25	—	—	100	

\* Кальцит распределен в основной массе равномерно.

Зерновой состав в % (по весу)

Таблица 3

№ п. п.	Наименование проб	Размер частиц в мм						Примечание
		меньше 0,001	0,001—0,005	0,005—0,01	0,01—0,05	0,05—0,25	больше 0,25	
1	Кенгирская глина	14,24	28,02	18,01	22,44	15,29	2,00	Сильно коагулирует
2	Лёссовидный суглинок	1,73	4,59	44,69	40,1	8,89	следы	

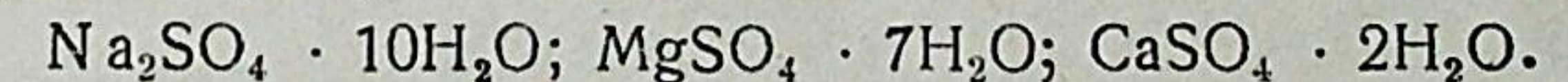
Таблица 4

Химический состав (в % по весу) водной вытяжки кенгирской глины

№ п. п.	От веса взятой пробы (в абсолютно сухом состоянии)			
	в ионной форме		в солевом выражении, в пересчете на 100%	
1	Na <sup>+</sup>	0,40	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O	48,4
2	Ca <sup>++</sup>	0,39	NaCl · <del>10H<sub>2</sub>O</del>	2,8
3	Mg <sup>++</sup>	0,11	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	27,4
4	SO <sub>3</sub>	1,77	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,8
5	Cl <sup>-</sup>	0,19	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	20,6
6	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,18		
7	Сумма	3,04	Сумма	100

По химико-минералогическому составу глина Кенгирского месторождения представляет сильно засоленную полиминеральную породу, состоящую, главным образом, из железистого монтмориллонита (до 50%), кальцита — 15%, полевого шпата — 14%, кварца — 15%. Значительное количество монтмориллонита в кенгирской глине предопределяет ее основные керамические свойства, связанные со строением решетки этого минерала.

Водорастворимыми солями в кенгирской глине являются, главным образом, сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов:



Следует отметить, что наличие водорастворимых солей в глине не позволяет получить точных данных о зерновом составе ее ввиду коагуляции глинистой суспензии в процессе выполнения седиментационного анализа. Но даже при этом условии результаты анализа показывают на значительное содержание в кенгирской глине частиц размером меньше 0,005 мм, достигающее 42,5%. Такая дисперсность глины обуславливает в свою очередь ее высокую пластичность, хорошую связность и повышенную чувствительность в сушке.

Лёссовидный суглинок в основном состоит из полевого шпата — 30%, кальцита — 20% и кварца — 20%. Отсутствие в нем минералов группы монтмориллонита и незначительное содержание частиц размером меньше 0,005 мм (около 6,5%) характеризует массы из лёссовидных суглинков как малопластичные и малочувствительные к сушке.

Речной песок по своему составу является вполне пригодным для отощения пластичных глинистых масс.

Наличие в глинах сульфата натрия оказывает влияние на керамические свойства и повышает чувствительность их к сушке.

Сырец, высушенный в естественных условиях, обладает достаточной механической прочностью (таблица 5). Однако, следует отметить, что наряду с этим наблюдались неправильные разрывы некоторых восьмерок при определении предела прочности на разрыв. При выяснении причин этого обстоятельства установлено наличие в массе изделия отдельных центров (очагов) кристаллизации мирабилита, вызывающих ослабление прочности изделий в этих местах.

Таблица 5  
Физико-механические и керамические свойства

№ п. п.	Наименование проб	Содержание водорастворимых солей в %	Водозатворение в %	Воздушная усадка в %	Предел прочности сырца в кг/см <sup>2</sup> (сушка естественная)		Степень пластичности	Коэффициент чувствительности к сушке
					при сжатии	при растяжении		
1	Кенгирская глина, отмытая от растворимых солей	0	26,4	9,1	87,5	16,2	Средняя пластичность	1,52
2	Природная кенгирская глина	3	25,8	8,4	103,35	22,6	"	1,57
3	Искусственно засоленная кенгирская глина	6	25,2	9,2	108,6	25,6	Пластичная	1,63
4	То же	9	25,2	8,9	107,4	26,6	"	1,77
5	То же	12	25,3	8,6	106,5	26,8	"	1,80
6	Лёссовидный суглинок	0	21,00	5,02	44,0	9,64	Тошная	0,63
7	Искусственно засоленный лёссовидный суглинок	6	20,40	5,00	42,0	11,30	"	0,98
8	То же	12	19,50	4,80	41,0	15,6	Мало пластичная	1,23

## 2. Кинетика перемещения влаги в керамических изделиях, сформованных из засоленных масс.

Проведенными исследованиями установлено, что водорастворимые соли, находящиеся в керамических массах, оказывают существенное влияние в процессе сушки на кинетику перемещения и удаления влаги из изделий. Наличие водорастворимых солей увеличивает сроки сушки, что объясняется замедленной влагоотдачей засоленных масс. Так, для массы, содержащей 3% водорастворимых солей (при 36-ти часовом режиме сушки в течение первых 6 часов), влагоотдача составила 5,2%, для массы с содержанием 12% водорастворимых солей влагоотдача при тех же условиях составила всего 3,3%. Замедленная влагоотдача у засоленных керамических изделий в значительной степени зависит от уменьшенной подвижности молекул раствора в сравнении с молекулами чистого растворителя, а также от увеличения вязкости солевых растворов в системе «вода — глина».

По нашим определениям вязкость 8%-ного раствора мирабилита (концентрация, соответствующая концентрации соли в водном растворе массы нормальной формовочной влажности) при 20°C равна 1,388 сантипуаз, а вязкость воды при этой же температуре, как известно, равна 1,005 сантипуаз. Повышенная вязкость раствора уменьшает его подвижность, в результате чего замедляется передвижение раствора в массе изделия к поверхности испарения.

В процессе сушки керамических изделий, сформованных из засоленных масс, наиболее интенсивная влагоотдача наблюдается в первоначальный период сушки, причем у лёссовидных суглинков влагоотдача происходит иначе, чем у масс из пластичных глин. Кривая «влагоотдача — время» для пластичных глин имеет резкий подъем в начальный период, в то время как для лёссовидных суглинков эта кривая имеет плавный ход на протяжении всего процесса сушки. Отмеченные особенности влагоотдачи объясняются характером и величиной пористости, зависящих от природы исходного сырья, гранулометрического состава масс, а также изменением размера пор при кристаллизации солей в процессе сушки изделий.

Увеличение концентрации солей снижает «разрывной» градиент влажности\* (таблица 6). Например, при 35°C разрывной градиент влажности у массы, изготовленной из кенгирской природной глины (с 3% солей), составляет 3,2%/см, в то время как у массы, содержащей 12% сульфата натрия, он снижается до 2,6%/см.

\* Под «разрывным» градиентом влажности понимается (по Лыкову) такой градиент влажности массы, превышение которого создает напряжения, вызывающие трещины в изделии.

Таблица 6  
„Разрывной“ градиент влажности для различных масс

№ п. п.	Наименование массы	Содержание солей в %	„Разрывной“ градиент влажности в ‰ на 1 см	
			температура в °С	
			30	40
1	Кенгирская глина, отмытая от водорастворимых солей	0	3,80	2,70
2	Природная кенгирская глина	3	3,65	2,40
3	Искусственно засоленная кенгирская глина	6	3,40	2,20
4	То же	12	3,20	2,00
5	Природный лёссовидный суглинок	0	3,50	2,80
6	Искусственно засоленный лёссовидный суглинок	6	3,30	2,50
7	То же	12	3,10	2,50

Понижение «разрывного» градиента у засоленных масс в сравнении с незасоленными находит свое объяснение в уплотнении их структуры за счет отложения кристаллизующихся солей в капиллярах изделия.

Приведенными исследованиями установлено, что кристаллизация сульфата натрия снижает пористость сырца. Так, пористость сырца, сформованного из массы с 12% мирабиллита, на 30% ниже пористости сырца с содержанием в массе 2,5% соли. Отсюда следует, что снижение величины пористости при росте концентрации солей соответственно отражается на сроках сушки изделий в сторону их увеличения.

### 3. Миграция солей.

В процессе естественной сушки изделий, изготовленных из засоленных глин, наблюдается миграция солей к поверхности изделия, которая предопределяет основные особенности процесса сушки такого материала и его различия в сравнении с сушкой изделий из обыкновенных глин (таблица 7). Исследования показали, что при естественных условиях сушки на поверхности изделий появляется обильный моховидный налет бледно-желтого цвета. Микроскопическими исследованиями порошка налета установлено, что основную массу налета составляет кристаллический порошок мирабилита, имеющий показатель преломления  $n_D$  равный 1,395. Оттенок налета обусловлен присутствием в нем тонкодисперсных частиц глинистого вещества, увлекаемых кристаллами солей, выходящих на поверхность изделия.

При естественной сушке испарение воды, перемещающейся вместе с растворенными в ней солями, происходит преимущественно

но на поверхности изделия. Из образующихся в поверхностных слоях насыщенных растворов выкристаллизовываются соли. При этом во внешних слоях изделия происходит накопление растворимых солей, а во внутренних — снижение их концентрации. Такое перераспределение солей оказывает существенное влияние как на протекание самого процесса сушки, так и на физико-механические свойства изделий. Образующийся плотный слой кристаллов солей препятствует интенсивному омыванию воздухом поверхности изделия, чем замедляется процесс сушки. Кроме того, указанное накопление солей вызывает отслаивание поверхностного слоя изделия. В результате отслаивания нарушается форма и изменяются размеры изделий.

Наблюдения над искусственной сушкой засоленных изделий показали, что переход воды в парообразное состояние происходит не только на поверхности изделия, но и внутри их. При этом установлено, что при достижении насыщенным раствором температуры 32°C, водный сульфат натрия начинает перекристаллизовываться в менее растворимую безводную форму. Кристаллизующиеся водорастворимые соли при искусственной сушке более равномерно распределяются в массе изделия, чем при естественной (таблица 7).

Таблица 7  
Распределение солей в ‰ по отдельным зонам высушенных кирпичей

№ п. п.	Состав масс	Содержание солей в ‰	Условия сушки									
			Естественные					Искусственные—48 ч.				
			Зоны кирпича*									
№			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Кенгирская природная глина + 20% песка	2,5	3,2	2,7	2,3	3,4	2,2	2,2	2,4	2,5	2,7	2,4
2	Искусственно засоленная кенгирская глина + 20% песка	5,0	6,2	5,2	4,7	6,4	4,6	5,4	4,8	4,8	5,5	4,9
3	Искусственно засоленный лёссовидный суглинок	3,0	5,7	5,1	4,9	5,9	4,7	5,4	5,1	4,7	5,3	4,6

Неравномерное распределение солей в массе изделия вызывает дополнительные внутренние напряжения, а повышенная концентрация их оказывает влияние и на механическую прочность изделий, существенно снижая ее в первый период процесса сушки. Так, например, для незасоленной массы при достижении температуры сушки 55°C предел прочности изделий на разрыв составлял 8,2 кг/см<sup>2</sup>, а для массы с содержанием 12% сульфата он снижается до 6,2 кг/см<sup>2</sup> (таблица 8).

\* Для определения количества солей в отдельных зонах кирпичей пробы брались из мест, указанных на рисунке 1. (заштрихованная область).

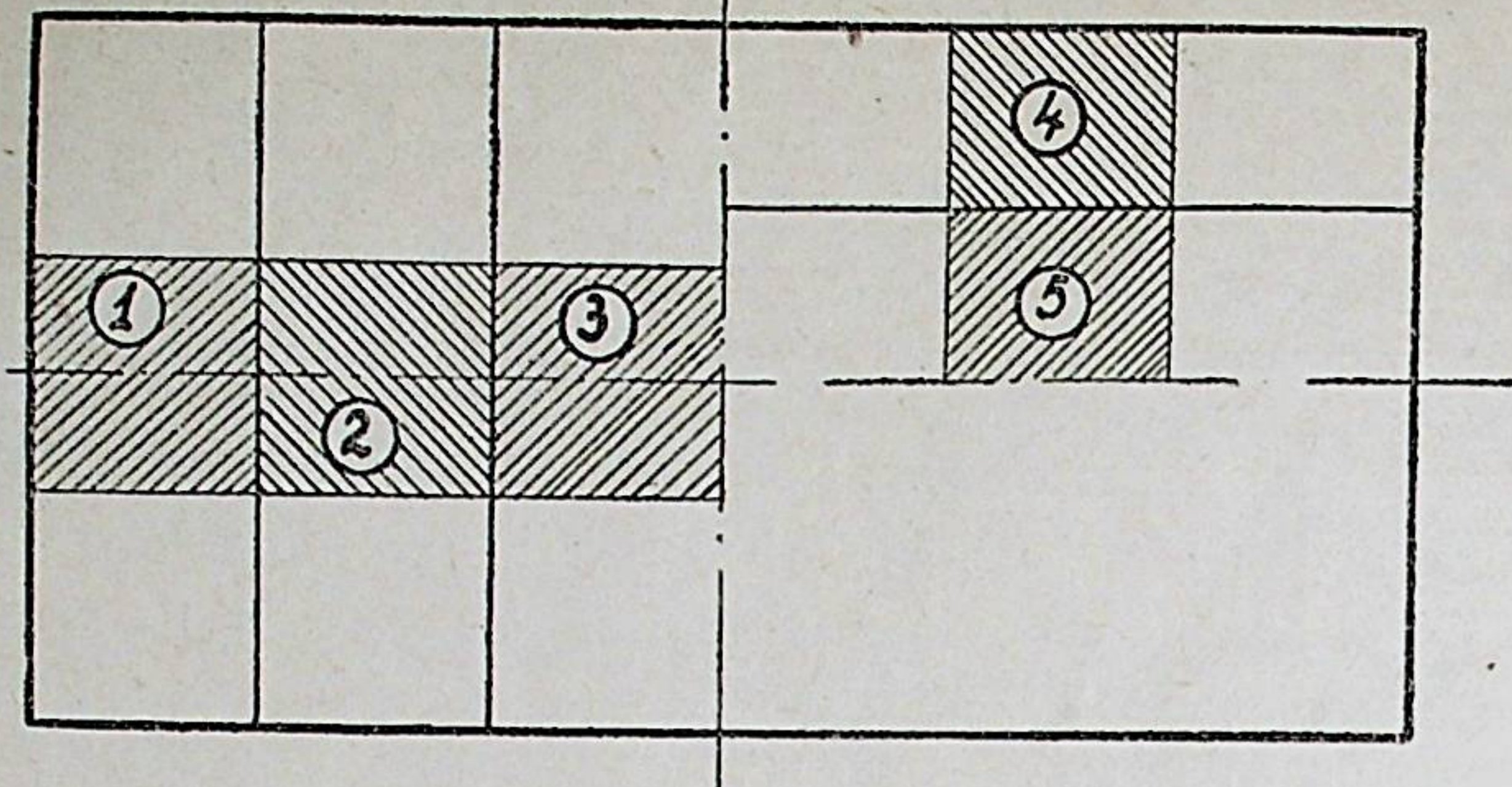


Рис. 1  
Схема отбора проб для определения соледержания в кирпиче-сырце.

Рисунок 1.

Таблица 8

Изменение предела прочности на разрыв в кг/см<sup>2</sup> у различных масс\*)

№ п. п.	Наименование масс	Содержание солей в %	Механическая прочность образцов после начала сушки через:				
			10	15	20	30	36
ч а с о в							
1	Кенгирская глина, отмытая от водорастворимых солей	0	6,4	8,2	10,4	15,8	16,3
2	Природная кенгирская глина	3	5,6	7,3	9,1	15,7	18,3
3	Искусственно-засоленная кенгирская глина	6	5,4	6,8	8,8	15,7	18,9
4	" "	12	5,4	6,2	8,6	15,8	19,7
5	Природный лёссовидный суглинок	0	5,4	5,8	6,7	8,2	9,4
6	Искусственно-засоленный лёссовидный суглинок	6	5,2	5,5	6,3	8,6	9,7
7	Искусственно-засоленный лёссовидный суглинок	12	5,0	5,5	6,8	9,1	10,2

\* Механическая прочность образцов определялась сразу же после выгрузки их из сушилки, т. е. в горячем состоянии.

Пониженная механическая прочность изделий из засоленных глин (в начале процесса сушки) обуславливается переходом сульфата натрия из водной формы в безводную через жидкую фазу. «Плавление» десятиводного сульфата натрия в собственной кристаллизационной воде происходит при температуре 31,6°С. Появление жидкой фазы вызывает снижение прочности изделий, вследствие чего в этот период возможно и возникновение трещин. Опыты показали, что появление трещин на изделиях из засоленных масс наблюдались в более ранние сроки, чем на изделиях из незасоленных масс.

Указанное отрицательное влияние модификационного изменения сульфата натрия в процессе сушки на качество изделий, естественно, вызывало необходимость подогрева формовочных масс до температуры выше 32°С.

\* \*  
\*

Экспериментальной проверкой установлено, что формовка изделий из засоленных масс, подогретых до температуры выше 32°С, благоприятно отражается на процессе их сушки. Ввиду того, что переход сульфата натрия из одной формы в другую происходит в массе до формовки изделий, этим путем устраняется указанный выше опасный момент, связанный с ослаблением механической прочности.

С другой стороны, повышенные температуры формовочных масс позволяют проводить сушку изделий в более короткие сроки.

Проведенные нами опыты показали, что сроки сушки засоленных изделий в этом случае могут быть сокращены до 30 часов и даже менее. Установлено также, что для сушки изделий из подогретых засоленных масс скорость движения теплоносителя может быть повышена с самого начала процесса сушки до 2 м/сек. При сушке же изделий, сформованных из неподогретых масс, скорость движения воздуха в первый период сушки нельзя поднимать выше 0,5 — 1 м/сек.

Предварительным подогревом формовочных масс достигается снижение вязкости солевого раствора. Например, для 8% раствора сульфата натрия в интервале температур 20 — 40°С вязкость снижается с 1,388 до 0,878 сантипуаз.

При подогреве формовочных засоленных масс испарение воды происходит не только на поверхности изделия, но и во всем его объеме с самого начала процесса. Это способствует значительно более равномерному распределению солей в массе изделий, что имеет важное значение для нормального протекания процесса сушки.

\* \*  
\*

Степень влажности формовочных масс оказывает значительное влияние на процесс миграции растворимых солей к поверхности изделий при их сушке. Нашими исследованиями установлено, что ме-

ханизм перемещения солей в массах изделий, полученных по полусухому и пластическому методам, различен.

В результате работ установлено, что при равных условиях сушки испарение воды из изделий, полученных по полусухому методу, происходит без капиллярного подъема влаги, являющегося характерным для сушки изделий пластической формовки. Благодаря этому миграция соли в изделиях, полученных по способу полусухого прессования, практически отсутствует.

### Выводы.

Обобщая материал по проведенным экспериментам, обработке и обсуждению полученных данных, можно сделать следующие основные выводы.

1. Присутствие в кенгирской глине водорастворимых солей осложняет производство керамических изделий, в особенности затрудняется их сушка. Для получения доброкачественного сырца необходимо устранение вредного действия водорастворимых солей в керамических массах. Установлено, что это можно достигнуть не только путем применения дорогостоящей операции — отмывки глины, но и с помощью проведения обычных технологических приемов. Выяснено, что главной причиной, снижающей качество изделий и вызывающей повышенное количество брака, является неравномерное распределение солей в массе изделия.

2. При естественной сушке керамических изделий, сформованных из засоленных масс, на поверхности их за счет миграции солей образуется плотная солевая корочка. Кроме того, внутри изделия происходит частичная закупорка капилляров кристаллами мирабилита. Неравномерное распределение солей в массе изделия способствует возникновению дополнительных внутренних напряжений, что влечет за собой деформацию сырца с образованием в ряде случаев небольших посечек и даже глубоких трещин.

Более интенсивная искусственная сушка позволяет получить керамический сырец с равномерным распределением солей в массе и избежать повышенного количества брака при проведении этой операции, ввиду незначительной миграции солей.

3. Влияние миграции водорастворимых солей на процесс сушки керамических изделий в значительной степени зависит от структуры сырца. Установлено, что миграция солей проявляется более заметно в изделиях из пластичных глин. Наличие в лёссовидных суглинках повышенного (по сравнению с пластичными глинами) количества грубодисперсных зерен кварца, полевого шпата вызывает увеличенную пористость сырца. Увеличенная пористость и размеры пор в массах из лёссовидных суглинков благоприятствуют процессу сушки, т. к. более крупные капилляры в ряде случаев не полностью закупориваются кристаллизующимися солями.

При сушке изделий из засоленных лёссовидных суглинков деформации могут возникнуть только в том случае, если количество мирабилита в них превышает 6%, изделия же из пластичных глин разрушаются даже от наличия в их массе 2,5% соли.

4. Из пластичной кенгирской глины могут быть получены доброкачественные керамические изделия при соблюдении следующего режима сушки: срок сушки — 48 часов; подъем температуры в сушилке до 40—45°C со скоростью 1,5—2°C в час при скорости движения воздуха 0,5—1 м/сек и относительной влажности воздуха 80—75%. Через 8—10 часов после начала сушки относительную влажность воздуха следует уменьшить до 30—35%, увеличивая скорость подъема температуры до 3—5°C в час и скорость движения воздуха до 2,5 м/сек. При соблюдении этого режима сушки процент брака изделий из засоленных глин сокращается в 3—4 раза.

5. Для равномерного распределения солей в толще изделия в процессе сушки целесообразно изготовлять их из предварительно подогретой глиняной массы. Чтобы избежать перекристаллизации мирабилита в процессе сушки, подогрев массы следует производить до температуры выше 32°C путем затворения ее горячей водой.

6. Целесообразно также применение метода полусухого прессования изделий из засоленных глин. В этом случае миграция солей к поверхности изделий практически отсутствует, а сроки сушки сокращаются до 6—8 часов.

### Заключение.

В данной работе выяснен механизм миграции солей в массе изделий в зависимости от температурных условий сушки. Установлены причины вредного действия кристаллизации водорастворимых солей, в особенности сульфата натрия, при сушке керамических изделий. Изучены характерные особенности сушки засоленных изделий в естественных и искусственных условиях с применением пластического и полусухого методов формовки. Предложены дешевые и практически приемлимые способы, устраняющие вредное влияние водорастворимых солей на процесс сушки и качество изделий.

