

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВРЕМЕНИ ВЫЛЕЖИВАНИЯ МАСС ИЗ КРАСНЫХ ГЛИН НА СВОЙСТВА ТЕСТА И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО

П. Г. УСОВ

Исследованием способов подготовки пластических масс из красных кирпичных глин мы стремились выявить влияние температуры и времени вылеживания на образование структуры кирпича и его механическую прочность в обожженном состоянии.

В практике производства строительного кирпича пластическим способом формования параметры—температура и время вылеживания—колеблются в широких пределах. В зимнее время при работе на холодной воде и карьерной глине, температура формовочной массы при выходе из мундштука близка к 0°C, а с применением пароувлажнения она поднимается до 40°C. На механизированных кирпичных заводах обычно процесс добычи глины из карьера во времени совмещен с ее переработкой в кирпичи и не практикуется предварительной подготовки масс с вылеживанием в мокром состоянии, чего обычно не допускается на маленьких колхозных или артельных заводах, перерабатывающих массу в кирпичи вручную. Взаимодействие глины с водой мы изучали на изменениях свойств глиняного теста, составленного при разных условиях.

В качестве оценочного параметра приняли предельную структурную прочность, примененную ранее к глиняным массам П. П. Будниковым и Г. С. Блоком. Предельная структурная прочность теста определяется из выражения

$$\tau = k \frac{P}{h^2} \text{ кг/см}^2,$$

где

τ — предельная величина сдвиговых напряжений в кг/см²,

P — нагрузка в кг,

h — глубина погружения конуса в см,

k — коэффициент, зависящий от угла наклона трущихся поверхностей конуса (для нашего конуса с углом наклона 45° $k = 0,685$).

Пластометр был изготовлен так, что на нем можно зафиксировать любую глубину погружения конуса в тесто и соответствующую ей нагрузку. Скорость внедрения конуса всегда поддерживалась одинаковой с помощью точной регулировки подачи воды в небольшой гидравлический пресс, передающий давление на конус. Это делает возможным подсчитывать предельную величину сдвиговых напряжений для любой глубины погружения конуса. Для исследования во всех опытах глина бралась в воздушносухом состоянии, размолотая и просеянная через сито с отверстиями в 1 мм. Изготовление образцов для исследования каждой серии проводилось одновременно из одного замеса и по возможности в одинаковых условиях. Во всех случаях массы из глины готовились с формовочной влажностью и количество

воды вводилось весовой дозировкой. Тесто до формовочного состояния обрабатывалось вручную.

Для исследования структурно-механических свойств тесто с одинаковым уплотнением помещалось в металлические кольца с диаметром 60 мм и высотой 30 мм. Нижняя открытая поверхность кольца устанавливалась на стеклянную пластину—дно, а в верхнюю в центре внедрялся конус. Для вылеживания открытые поверхности глины в кольцах покрывались слоем парафина и после взвешивания выдерживались в эксикаторах при заданной температуре в термостатах. Перед испытанием каждый образец взвешивался вторично, для проверки постоянства веса, после чего с поверхности, в которую внедряется конус, срезался слой парафина и проводилось определение структурно-механической прочности теста.

Во всех случаях испытанию подвергались образцы, вес которых в процессе вылеживания не изменялся.

Исследование проведено с двумя красными кирпичными глинами, зерновые и химические составы которых приведены в табл. 1 и 2.

Зерновой состав

Таблица 1

№ глин	Количество фракций в % с величиной зерна в мм.					
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	мельче 0,001
1	6,30	24,86	23,10	16,20	17,00	12,60
2	2,05	8,40	21,03	42,02	9,76	16,02

Химический состав

Таблица 2

№ глин	п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Сумма
1	5,72	68,42	14,96	4,32	2,00	1,37	96,79
2	9,70	62,60	15,70	6,10	2,06	0,39	96,55

Минералогический состав фракций мельче одного микрона у обеих глин сложен монтмориллонитом с примесью гидрослюд. Обменная емкость и R_n глин имеют значения:

у первой глины — 21,5 миллиэквивалентов на 100 г сухого вещества,
у второй — 33,3 миллиэквивалентов на 100 г сухого вещества, R_n — у первой равно 7,1 и у второй — 7,2.

Изменение физического состояния глиняного теста при разных условиях его образования подробно было изучено А. И. Августиником [2]. Им впервые установлено самопроизвольное обратимое упрочнение глиняного теста при вылеживании, которое при повторной проминке исчезает до начальных значений. Это явление он назвал тиксотропным упрочнением.

При исследовании влияния температуры на тиксотропное упрочнение глиняного теста при вылеживании при нормальной и выше нормальной температурах нами получены аналогичные с А. И. Августиником данные, по которым при температуре 20°C максимум тиксотропного упрочнения структуры глиняного теста достигается через трое-четверо суток, а с повышением температуры вылеживания до 40°C скорость тиксотропного упрочнения теста возрастает. Изменение структурной прочности теста при разных температурах вылеживания приведено в таблицах.

Таблица 3

При температуре 20°C

№ образцов из глины	Вес в г		Время вылеживания в часах	Предельная структурная прочность теста в кг/см ²
	начальный	при испытании		
Глина № 1				
1	266,9	266,9	0	0,236
2	264,5	264,5	7	0,287
3	268,1	268,1	22	0,321
4	269,8	269,8	31	0,398
5	281,8	281,8	46	0,413
6	271,2	271,2	94	0,453
7	267,0	267,0	118	0,412
8	268,1	268,1	142	0,392
Глина № 2				
1	274,8	274,8	0	0,475
2	275,7	275,7	24	0,545
3	268,8	268,8	48	0,585
4	266,4	266,4	72	0,612
5	276,3	276,3	96	0,654
6	266,4	266,4	144	0,632

Таблица 4

При температуре 30°C

№ образцов из глины № 1	Вес в г		Время вылеживания в часах	Предельная структурная прочность теста в кг/см ²
	начальный	при испытании		
1	271,1	271,1	0	0,640
2	276,3	276,3	24	0,761
3	279,6	279,6	48	0,785
4	276,7	276,7	72	0,806
5	267,2	267,2	96	0,728
6	269,0	269,0	144	0,728
7	274,7	274,7	168	0,740

Таблица 5

При температуре 40°C

№ образцов из глины № 1	Вес в г		Время вылеживания в часах	Предельная структурная прочность теста в кг/см
	начальный	при испытании		
1	267,8	267,8	0	0,640
2	268,8	268,8	24	0,780
3	267,0	267,0	48	0,895
4	265,6	265,6	72	0,850

Для практических целей важно также знать взаимодействие глины с водой и поведение глиняного теста при вылеживании при низких температурах.

Выполненные нами исследования показывают, что при температурах, близких к нулю, вода усваивается глиной хуже. Тесто, составленное из одной и той же глины, с одинаковым весовым количеством формовочной воды, после одинаковой проработки имеет разную предельную структурную прочность, если оно составлялось при разных температурах.

С применением воды с температурой, близкой к 100°C , структурная прочность теста на 22% выше, чем того же состава тесто, приготовленное из охлажденных до 2°C воды и глины.

При низких температурах частички глины меньше коллоидно растворяются в воде и образуют меньшей толщины сольватные оболочки. По этой причине при низких температурах, несмотря на повышение вязкости воды, структурно-механическая прочность теста имеет меньшее значение.

В табл. 6 приведены результаты определения предельной структурной прочности глиняного теста, составленного из одной и той же глины при разных температурах. Первое—из охлажденных до 2°C воды и глины, второе—из глины с нормальной температурой и кипящей воды. В обоих случаях массы обрабатывались вручную до формовочного состояния и при испытании первая масса имела температуру 8°C и вторая— 30°C .

Таблица 6

Способ приготовления теста	Первые образцы	Вторые образцы	Третьи образцы	Средние значения
1. На холодной воде	0,385	0,313	0,336	0,361
2. На горячей воде	0,486	0,466	0,450	0,463

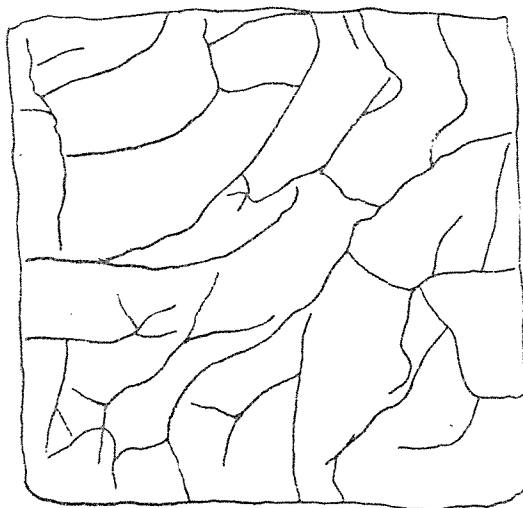
Опыты также показывают, что при низких температурах, наряду со связыванием меньшего количества воды глиной, не происходит и тиксотропного упрочнения глиняного теста при вылеживании.

В табл. 7 приведены данные по изменению структурной прочности глиняного теста, приготовленного из охлажденных до 2°C глины и воды, с вылеживанием при температурах от 2 до 5°C .

Таблица 7

№ образцов из глины	Вес образца в г		Время вылеживания в часах	Предельная структурная прочность теста в кг/см ²
	начальный	при испытании		
Глина № 1				
1	273,1	273,1	0	0,371
2	282,0	282,0	7	0,416
3	270,0	270,0	24	0,341
4	271,0	271,0	48	0,403
5	274,2	274,2	72	0,373
6	267,8	267,8	96	0,364
7	270,2	270,2	120	0,380
Глина № 2				
1	268,3	268,3	0	0,619
2	265,9	265,9	24	0,608
3	262,6	262,6	48	0,620
4	266,0	266,0	72	0,613
5	264,3	264,3	96	0,598
6	267,2	267,2	120	0,605

Очень резко уменьшается количество связанной воды глиной при замораживании теста. До замораживания глиняное тесто представляет собой однородную систему, в которой вода распределена достаточно равномерно по всей массе глины. При замораживании коллоидные оболочки частичек глины уплотняются, и под действием кристаллизации избыточная вода отжимается и кристаллизуется в трещинах в чистом виде (фиг. 1).



Фиг. 1

Для наших глин количество отжимаемой воды при замерзании составляет около 6% и при изготовлении изделий из данных глин с количеством воды на 6% меньше формовочной при замерзании никаких изменений структуры не наблюдается. После оттаивания теста отжатая вода при температурах, близких к нулю, коллоидными оболочками глины вновь не поглощается, а находится в виде механической примеси, следствием чего структурно-механическая прочность теста резко понижается, что легко подтверждается опытом.

Таблица 8

№ образцов	Вес в г		Предельная структурная прочность теста в кг/см ²	
	начальный	при испытании	без заморажив.	после заморажив.
1	279,0	279,0	0,790	
1'	270,0	270,0	—	0,370
2	278,0	278,0	0,875	
2'	270,7	270,7	—	0,410
3	262,7	262,7	0,620	
3'	271,3	271,3	—	0,340

Современные взгляды на взаимодействие глины с водой утверждают образование на поверхности глиняных частичек пленок коллоидного раствора [3], сольватных оболочек [4 и 5]. Наличие последних обеспечивает

пластичность и клеящее действие глиняного теста. При неодинаковой коллоидной растворимости в воде частичек глины при разных температурах образуются разной толщины сольватные оболочки, которые не могут не влиять на сложение структуры изделий.

Для проверки высказанного положения из одной и той же глины нами готовились изделия с одинаковым количеством формовочной воды, взятой весовой дозировкой. Все массы перерабатывались на маленьком лабораторном ленточном прессе, с мундштуком круглого сечения диаметром 24 мм. Из протянутых стержней вырезались образцы для испытаний на изгиб и на сжатие.

Первая масса готовилась смешиванием холодной глины с холодной водой. Температура массы при выходе из мундштука имела 5°C.

Вторая масса—глина и вода смешивались при комнатной температуре. Температура массы равнялась 20°C.

Третья масса—глина с комнатной температурой смешивалась с кипящей водой. Масса при выходе из мундштука имела температуру 30°C.

Четвертая—глина и вода с комнатной температурой смешивались, проминались вручную до формовочного теста и вылеживались в эксикаторе в течение трех суток до максимального тиксотропного упрочнения массы, после чего пропускалась через лент-пресс. Все образцы сушились и обжигались в одинаковых условиях. Холодная масса прорабатывалась на прессе хуже остальных. Лучше всех формовалась масса после вылеживания.

Механическая прочность образцов из всех четырех масс после обжига на температуру 950° приведена в табл. 9.

Таблица 9

№ пп	Способ приготовления	Временное сопротивление в кг/см ²	
		изгибу	сжатию
1	Холодная глина+холодная вода	77,2; 70,6 ср. = 73,9	186; 186; 201; 186; 186; 240 ср. = 197,5
2	Глина и вода при комнатной температуре	87,0; 79,0 ср. = 83,0	263; 263; 279; 201; 279; 279; 217; ср. = 254
3	Глина при комнатной температуре+ +кипящая вода	83,0; 107,0 ср. = 95,0	234; 263; 263; 263; ср. = 255.
4	Глина и вода при комнатной температуре с вылеживанием в течение 3 суток	90,0; 95,0 ср. = 92,5	267; 282; 253; ср. = 267

Понижение механической прочности кирпича и его сортности при понижении температуры обрабатываемой массы нам пришлось наблюдать зимой 1953—1954 гг. на одном из кирпичных заводов г. Томска.

Завод осенью работал на глине летней заготовки из запасника. Заготовленной глины в запаснике на весь зимний период работы не хватило. И в декабре завод вынужден был добывать глину из открытого карьера, предварительно оттаивая ее в забое электрическим током. Для составления массы применялась холодная вода. При пользовании карьерной глиной температура обрабатываемой массы на прессах резко понизилась, понизилось и качество выпускаемого кирпича.

Качество кирпича за осенне-зимние месяцы приведено в табл. 10.

Таблица 10

Месяцы	Марки 125		Марки 100		Марки 75		Марки 50	
	1 с	2 с	1 с	2 с	1 с	2 с	1 с	2 с
1953 г. октябрь	2,46	нет	11,13	нет	57,05	19,3	0,75	9,2
ноябрь	9,7	2,74	2,04	23,0	13,8	19,8	5,7	23,3
декабрь	нет	нет	16,6	21,8	16,9	45,0	нет	нет
1954 г. январь	нет	нет	3,5	30,2	1,6	60,0	нет	5,0
февраль	нет	нет	нет	47,0	5,25	44,5	нет	2,9

Положительное влияние горячей обработки масс на механические показатели обожженных кирпичей было отмечено и другими исследователями [6].

Таким образом, при взаимодействии глины с водой при разных температурах образуются разной толщины сольватные оболочки глинистых частиц, находящиеся в прямой связи с механическими свойствами готовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будников П. П. и Блок Г. С. ДАН СССР, т. 89, № 5, стр. 897—900, 1953.
2. Августиник А. И. Самопроизвольное обратимое упрочнение глинистых масс. Труды сессии ВНИТО о достижениях советской науки в области силикатов. Промстройиздат, стр. 255—283, 1949.
3. Денисов Н. А. и Ребиндер П. Н. ДАН СССР, т. 54, № 6, 1946.
4. Шаров В. С. Природа глины и ее отношение к воде и водным растворам. Геология и инженерная геология. Сборник статей № 5 под редакцией Г. В. Богомолева, стр. 24—59, 1940.
6. Шаров В. С. Противоречия современной коллоидной химии почв и их источники, журн. „Почвоведение“, № 6, стр. 121—15, 1939.
6. Ellis-Awyl R. H. Rryck and clay Record № 1, p. 54—60, 1946.