ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70563— 2022

КОНСТРУКЦИИ ОГРАЖДАЮЩИЕ ИЗ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

Метод определения температуры кристаллизации влаги

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2022 г. № 1512-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Обозначения 2
5 Методика определения температуры кристаллизации влаги 2

Введение

Целью методики, приведенной в настоящем стандарте, является получение дополнительных характеристик материалов полнотелого керамического кирпича и всех видов строительных растворов, необходимых для определения долговечности работы материалов в ограждающих конструкциях, выполненных из кирпичной кладки.

В настоящем стандарте приводится методика определения температуры начала замерзания влаги в материале керамического кирпича и строительного раствора, используемых в кирпичной кладке.

Настоящий стандарт разработан в соответствии с программой реализации комплекса мероприятий по развитию национального проекта «Жилье и городская среда», развитием нормативной технической и научной базы в области строительства в соответствии с требованиями Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОНСТРУКЦИИ ОГРАЖДАЮЩИЕ ИЗ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

Метод определения температуры кристаллизации влаги

Masonry building enclosures.
Method for determining the temperature of moisture crystallization

Дата введения — 2023—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на кирпичную кладку и устанавливает метод определения температуры кристаллизации влаги в материале полнотелого керамического кирпича и всех видов строительных растворов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 6709 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующим определением:

3.1 **раствор (влага):** Жидкая фаза в материале конструкции.

Примечание — Раствор представляет собой однофазную гомогенную систему переменного химического состава.

3.2 **вода:** Бинарное неорганическое соединение с химической формулой H_2O, которое в материале конструкции может находится в газообразном, жидком или твердом состоянии.

3.3 **температура переохлаждения раствора, °С:** Минимальная температура, при которой в процессе охлаждения образца вся вода в материале остается в жидком состоянии.

3.4 **температура начала кристаллизации, °С:** Температура, при которой в процессе охлаждения в порах материала образца начинается процесс кристаллизации воды в растворе.

Издание официальное

3.5 **температура конца кристаллизации, °С:** Температура, при которой в процессе охлаждения образца вода в растворе кристаллизовалась.

3.6 **температура начала плавления, °С:** Температура, при которой в процессе нагревания образца вода в растворе начинает переходить из твердой фазы в жидкую.

4 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

$\lambda_р$ — удельная теплота плавления раствора, Дж/кг;

$c_с$ — удельная теплоемкость сухого материала, Дж/(кг · °С);

$m_с$ — масса сухого образца, кг;

Δz — временной промежуток между соседними замерами, мин;

Δt — разница температур между соседними замерами, °С;

$m_в$ — оставшаяся масса незамерзшего раствора, кг;

$m_{в0}$ — начальная масса раствора в образце, кг;

$k(m_в)$ — зависимость показателя экспоненты от массы незамерзшей воды, мин$^{-1}$;

$t_ч$ — температура в низкотемпературном циркуляционном насосе.

5 Методика определения температуры кристаллизации влаги

5.1 Оборудование, приборы и материалы

Шкаф сушильный лабораторный, обеспечивающий температуру 115 °С.

Весы лабораторные аналитические класса точности II с погрешностью взвешивания не более 0,02 г.

Термометр цифровой с интервалом измерения 1 мин и более и точностью 0,1 °С. и более или аналогичное оборудование.

Химическая посуда для насыщения образцов водой по ГОСТ 25336.

Штангенциркуль по ГОСТ 166.

Низкотемпературный циркуляционный насос с температурой охлаждения до –20 °С или ниже и точностью регулировки температуры ±0,2 °С или оборудование с аналогичными параметрами.

Камнерезный станок с глубиной реза не менее 70 мм и длиной реза не менее 300 мм или аналогичное оборудование.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

5.2 Подготовка к испытанию

5.2.1 Отбор проб осуществляют следующим образом.

Пробу керамического кирпича отбирают как из кладки, так и из партии кирпича. При этом отбирают три пробы материала кирпича размерами не менее 40 × 40 × 40 мм из разных мест кирпичной кладки или партии кирпича методом случайного отбора. При необходимости выполнения исследований для определенного участка кирпичной кладки или определенного материала кирпича отбор проб допустимо проводить по заданию заказчика.

Из каждого отобранного кирпича на камнерезном станке выпиливается образец в форме куба с гранями 40 × 40 × 40 мм с точностью ±3 мм.

Пробу раствора отбирают при возведении кирпичной кладки методом приготовления кубиков с гранями 40 × 40 × 40 мм с точностью ±3 мм. При этом отбирают три пробы раствора методом случайного отбора.

5.2.2 Образцы высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С—15 °С до постоянной массы. Массу сухого образца фиксируют на весах с точностью не менее 0,02 г.

5.2.3 С помощью штангенциркуля проводят замеры длины граней каждого образца кирпича или цементно-песчаного раствора.

5.2.4 Для насыщения образца водой его помещают в стеклянный стакан и заливают дистиллированной водой так, чтобы толщина слоя над плоскостью верхней грани была не менее 30 мм. Образец выдерживают в воде не менее 24 ч, после чего его взвешивают на весах с точностью 0,02 г. Если после взвешивания образца на весах остается жидкость, массу оставшейся на весах жидкости вычитают из

полученного при взвешивании образца результата измерения. Данный результат фиксируют как массу образца при 100 %-ном влагонасыщении.

5.2.5 Разница между массой сухого образца по 5.2.2 и полностью насыщенного образца по 5.2.4 соответствует максимальному количеству воды, которую способен поглотить образец.

5.3 Проведение испытания

5.3.1 Испытания проводят отдельно для сухого образца, затем его насыщают водой по 5.2.4 и испытания повторяют.

5.3.2 К подготовленному по 5.2.1—5.2.3 образцу подключают датчик измерения температуры. Образец оборачивают в один слой тонкой (до 30 мкм) полиэтиленовой пленкой. На углах стыки пленки герметично проклеивают техническим скотчем. Масса пленки и скотча предварительно измеряют на весах с точностью 0,02 г.

5.3.3 Образец помещают в камеру низкотемпературного циркуляционного насоса на подвесе, обеспечивающем отсутствие контакта образца с поверхностью камеры. Температура в камере низкотемпературного циркуляционного насоса устанавливается равной (–20 ± 1) °С и контролируется автоматически.

5.3.4 При отсутствии автоматического контроля температуры среды в охлаждающей камере низкотемпературного циркуляционного насоса температуру среды в охлаждающей камере можно контролировать с помощью свободного датчика. Датчик устанавливают на кронштейне, на расстоянии 10 см от изучаемого образца. Датчик не должен соприкасаться с поверхностью охлаждающей камеры.

5.3.5 Температуру образца фиксируют с интервалом 1 мин. После 4 ч замораживания образец переносят из охлаждающей камеры в помещение с комнатной температурой. В процессе оттаивания температуру образца фиксируют с интервалом 1 мин в течение 4 ч. В помещении должно быть обеспечено минимальное движение воздуха.

5.3.6 Затем образец насыщают водой по 5.2.4 и испытания проводят для насыщенного образца.

5.3.7 После подготовки по 5.2.4 образец выдерживают при комнатной температуре в течение 24 ч. Время выдержки необходимо для равномерного распределения влаги внутри образца и для обеспечения времени протекания реакций образования щелочей.

5.3.8 К подготовленному по 5.2.1—5.2.4, 5.3.7 образцу подключают датчик измерения температуры. Образец оборачивают в один слой тонкой полиэтиленовой пленкой. На углах стыки пленки герметично проклеивают техническим скотчем. Массу пленки и скотча предварительно измеряют на весах с точностью 0,02 г.

5.3.9 Далее испытания проводят в соответствии с 5.3.3—5.3.5.

5.4 Обработка и анализ результатов

5.4.1 По результатам испытаний строят графики зависимости температуры образца от времени. Отдельно строятся графики для сухого и насыщенного состояния образца. Обработку материалов проводят в последовательности: образец сухой, образец увлажненный, совместная обработка.

5.4.2 Для образца в сухом состоянии, используя график процесса охлаждения вычисляют значение сдвинутой температуры, для чего из значения температуры образца в каждый момент времени вычитается значение температуры $t_ч$ в низкотемпературном циркуляционном насосе. Строится график полученной таким образом сдвинутой температуры от времени. По оси ординат откладывают температуру в °С, по оси абсцисс — время в минутах. Используют только точки с температурой более чем на 5 °С выше температуры $t_ч$ в низкотемпературном циркуляционном насосе. По полученному графику проводят экспоненциальную линию тренда. Фиксируют показатель экспоненты для сухого образца $k_с$, мин$^{-1}$.

5.4.3 Для образца в насыщенном состоянии в процессе охлаждения при корректном проведении эксперимента на графике четко выделяются три участка: экспоненциальный — в зоне положительных температур, экспоненциальный — в зоне отрицательных температур и переходный участок между ними. Экспоненциальный участок в зоне положительных температур своим нижним краем заходит в температуры ниже 0 °С. После чего наблюдается отскок температуры к более высоким значениям. Значение графика в наиболее холодной точке до отскока принимают за температуру переохлаждения раствора. Значение графика в следующей по времени наиболее теплой точке после отскока принимают за температуру начала кристаллизации. С нее начинается переходный участок графика.

Температура, с которой начинается переходной участок графика при нагревании фрагмента, принимается за температуру начала плавления.

5.4.4 При построении графика для образца в увлажненном состоянии также определяют сдвинутую температуру путем вычитания в каждый момент времени из значения температуры образца значение температуры $t_ч$ в низкотемпературном циркуляционном насосе. Строят график сдвинутой температуры от времени. По оси ординат откладывают температуру в градусах Цельсия, по оси абсцисс — время в минутах. Используют только точки с температурой более чем на 5 °С выше температуры $t_ч$ в низкотемпературном циркуляционном насосе.

По полученному графику проводят экспоненциальную линию тренда для экспоненциального участка в зоне положительных температур. Фиксируют показатель экспоненты для насыщенного образца с влагой в жидком состоянии $k_ж$, мин$^{-1}$.

Проводят экспоненциальную линию тренда для экспоненциального участка в зоне отрицательных температур. При этом исключают точки, относящиеся к переходному участку до тех пор, пока разница между линией тренда и крайней левой точкой, включенной в рассмотрение, не станет меньше 0,5 °С. Каждый раз после исключения точки линию тренда перестраивают. Для получившейся в результате такой процедуры линии тренда фиксируют показатель экспоненты для насыщенного образца с раствором в кристаллическом состоянии $k_л$, мин$^{-1}$.

5.4.5 Массу жидкого раствора в зависимости от температуры образца рассчитывают по формуле

$$m_в = m_{в0} - c_с m_с k_с \Delta z \frac{t_ч - t - \frac{1}{k(m_в)\Delta z}\Delta t}{\lambda_р}, \quad (1)$$

где $\lambda_р$ — удельная теплота плавления раствора, Дж/кг;

$c_с$ — удельная теплоемкость сухого материала, Дж/(кг · °С);

$m_с$ — масса сухого образца, кг;

Δz — временной промежуток между соседними замерами, мин;

Δt — разница температур между соседними замерами, °С;

$m_в$ — оставшаяся масса незамерзшего раствора, кг;

$m_{в0}$ — начальная масса раствора в образце, кг;

$k(m_в)$ — зависимость показателя экспоненты от массы незамерзшего раствора, мин$^{-1}$.

$$\frac{1}{k(m_в)} = \frac{1}{k_л} + \left(\frac{1}{k_ж} - \frac{1}{k_л}\right)\frac{m_в}{m_{в0}}, \quad (2)$$

где $k_с$, $k_ж$, $k_л$ — показатели экспоненты, полученные для сухого, заледеневшего и влажного образца соответственно, мин$^{-1}$.

По формуле (1) строят график зависимости массы жидкого раствора от температуры образца. По оси абсцисс откладывают температуру в градусах Цельсия, по оси ординат — массу жидкого раствора в килограммах. Наибольшую температуру, при которой масса жидкого раствора составляет менее 5 % начальной массы раствора в образце, принимают за температуру конца кристаллизации.

5.4.6 При расчете всех значений за окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов, проведенных для трех параллельно отобранных образцов.

5.5 Пример обработки результатов

5.5.1 В качестве примера обработки приводят результаты испытания полнотелого керамического кирпича в сухом и насыщенном влагой состоянии.

Образец имеет близкую к кубической форму с размерами граней 63,2 × 52,5 × 62,6 мм.

Масса сухого образца $m_с$ — 0,338 кг.

Объем — 0,000208 м^3.

Масса увлажненного образца — 0,392 кг.

Начальная масса раствора в образце $m_{в0}$ — 0,054 кг.

5.5.2 График зависимости температуры сухого образца от времени показан на рисунке 1 (красные маркеры). Там же синими маркерами показана температура $t_ч$ в низкотемпературном циркуляционном насосе. В процессе испытаний $t_ч$ изменялась слабо и в среднем равнялась —24,8 °С.

На графике видно, что на 84-й минуте от начала эксперимента разница между температурой образца и температурой в низкотемпературном циркуляционном насосе становится равной 5 °С. Следующие за этой точкой значения не учитывают при обработке результатов.

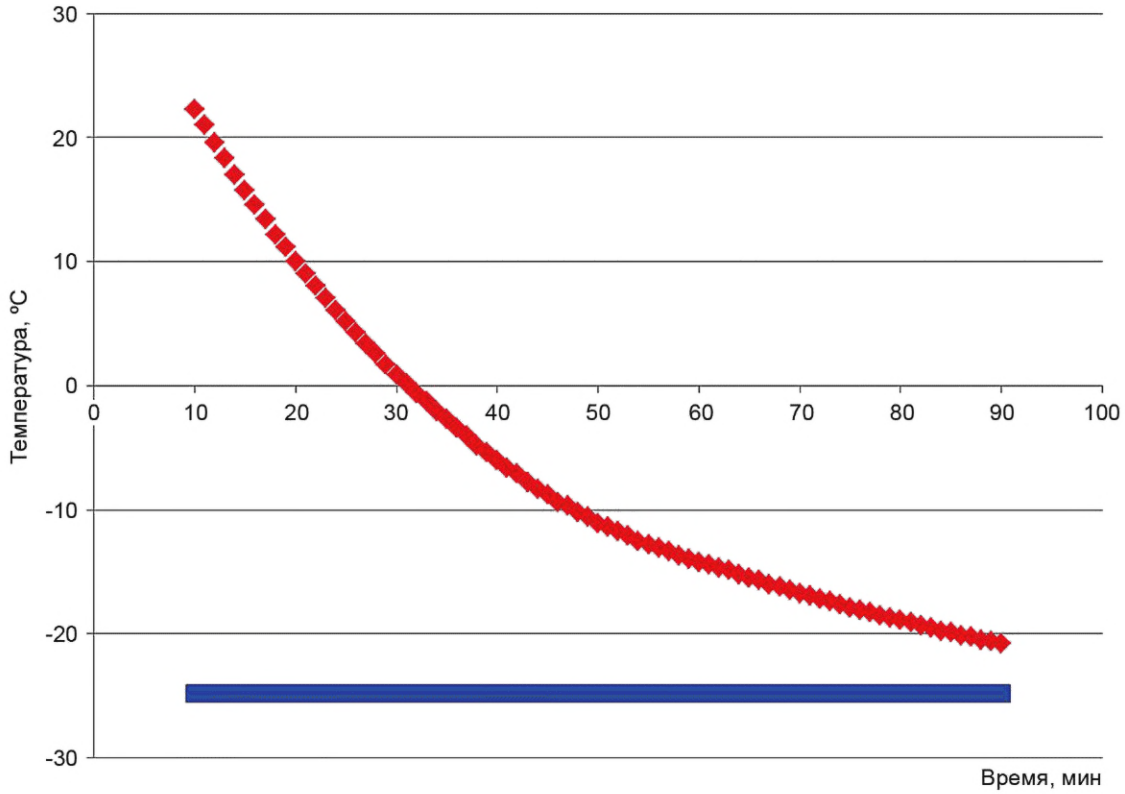

Рисунок 1 — График зависимости температуры сухого образца (красные маркеры) и температуры в низкотемпературном циркуляционном насосе (синие маркеры) от времени с начала проведения эксперимента

5.5.3 График зависимости сдвинутой температуры от времени показан на рисунке 2. График построен вычитанием температуры в низкотемпературном циркуляционном насосе из температуры образца в каждый момент времени.

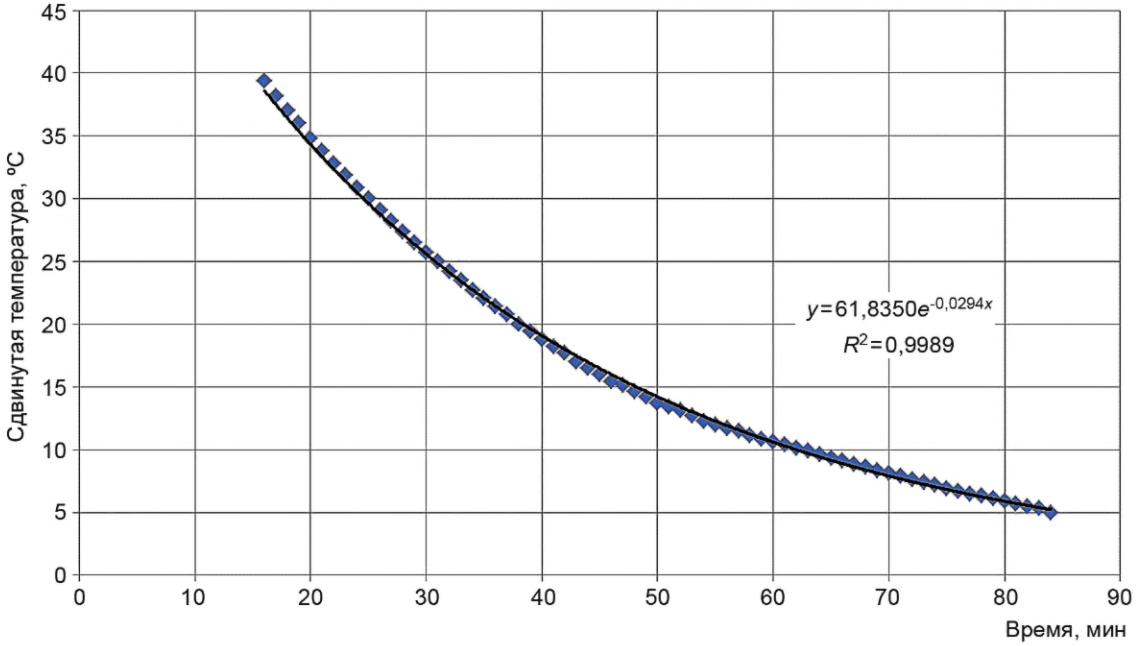

Рисунок 2 — График зависимости сдвинутой температуры сухого образца от времени с начала проведения эксперимента

На нем приведены экспоненциальная линия тренда (сплошная черная линия на графике) и формула, описывающая эту линию.

Показатель экспоненты для сухого образца k_c = 0,0294 мин$^{-1}$.

5.5.4 Для образца, насыщенного влагой, график зависимости температуры от времени показан на рисунке 3 (красные маркеры). Там же синими маркерами показана температура $t_ч$ в низкотемпературном циркуляционном насосе. В процессе испытаний $t_ч$ изменялась слабо и в среднем равнялась –25,0 °С.

На графике видно, что на 186-й минуте от начала эксперимента разница между температурой образца и температурой в низкотемпературном циркуляционном насосе становится равной 5 °С. Следующие за этой точкой значения не учитывают при обработке результатов.

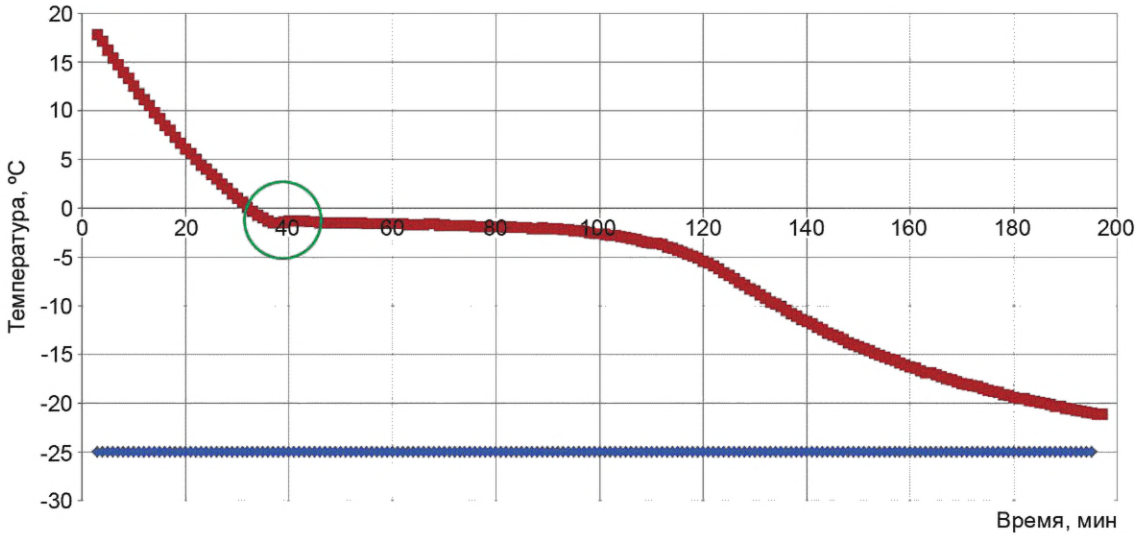

Рисунок 3 — График зависимости температуры для образца, насыщенного влагой (красные маркеры), и температуры в низкотемпературном циркуляционном насосе (синие маркеры) от времени с начала проведения эксперимента

Зеленым кружком на рисунке 3 обведено место начала замерзания раствора в порах материала. Более крупно это место показано на рисунке 4. На нем видно место перелома хода температуры и переход с экспоненциального участка, на котором жидкий раствор охлаждался, к переходному участку, на котором раствор постепенно замерзает.

Температура переохлаждения раствора составила —1,5 °С.

Температура начала кристаллизации —1,3 °С.

5.5.5 График зависимости сдвинутой температуры от времени для участка в зоне положительных температур показан на рисунке 5.

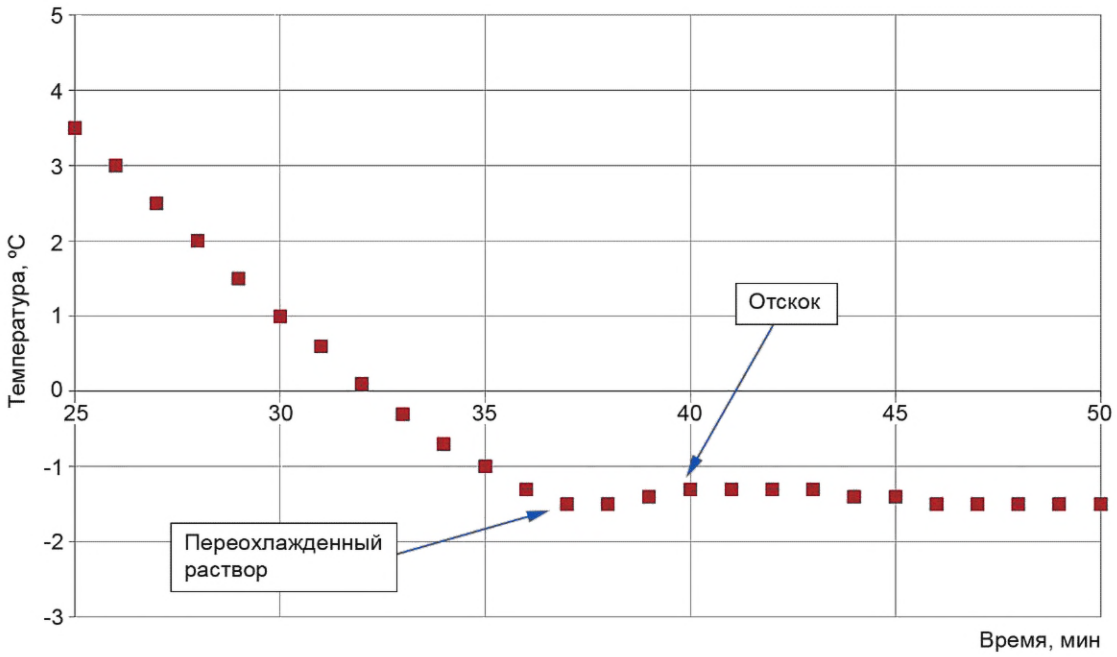

Рисунок 4 — График зависимости температуры для образца, насыщенного влагой (красные маркеры), от времени с начала проведения эксперимента

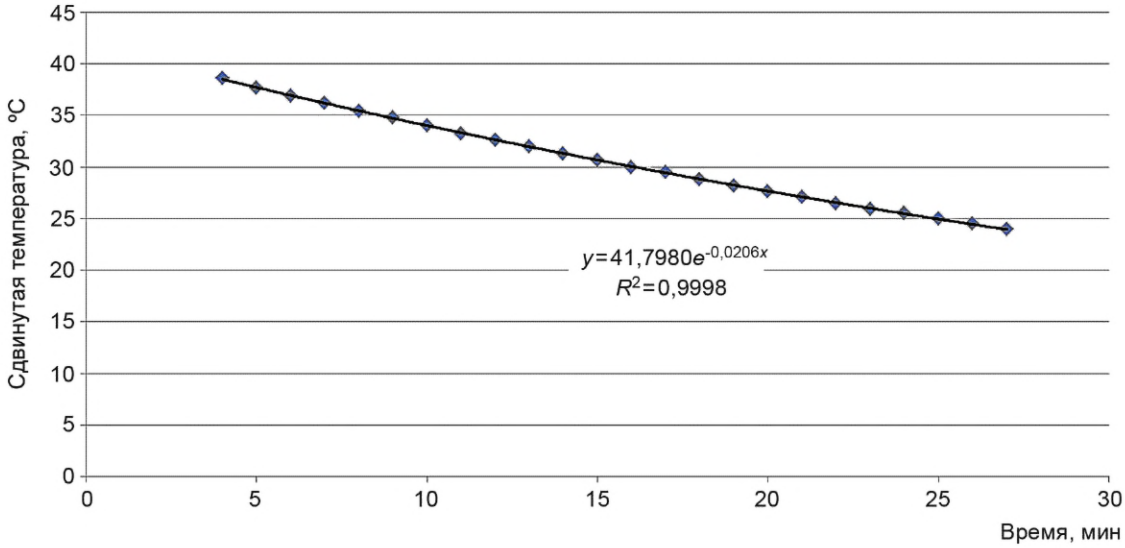

Рисунок 5 — График зависимости сдвинутой температуры от времени с начала проведения эксперимента для образца, насыщенного влагой

На графике приведены экспоненциальная линия тренда (сплошная черная линия) и формула, описывающая эту линию.

Показатель экспоненты для насыщенного образца с влагой в жидком состоянии $k_ж$ = 0,0206 мин$^{-1}$.

График зависимости сдвинутой температуры от времени для участка в зоне отрицательных температур показан на рисунке 6. Для построения использованы данные от –5 °С и холоднее.

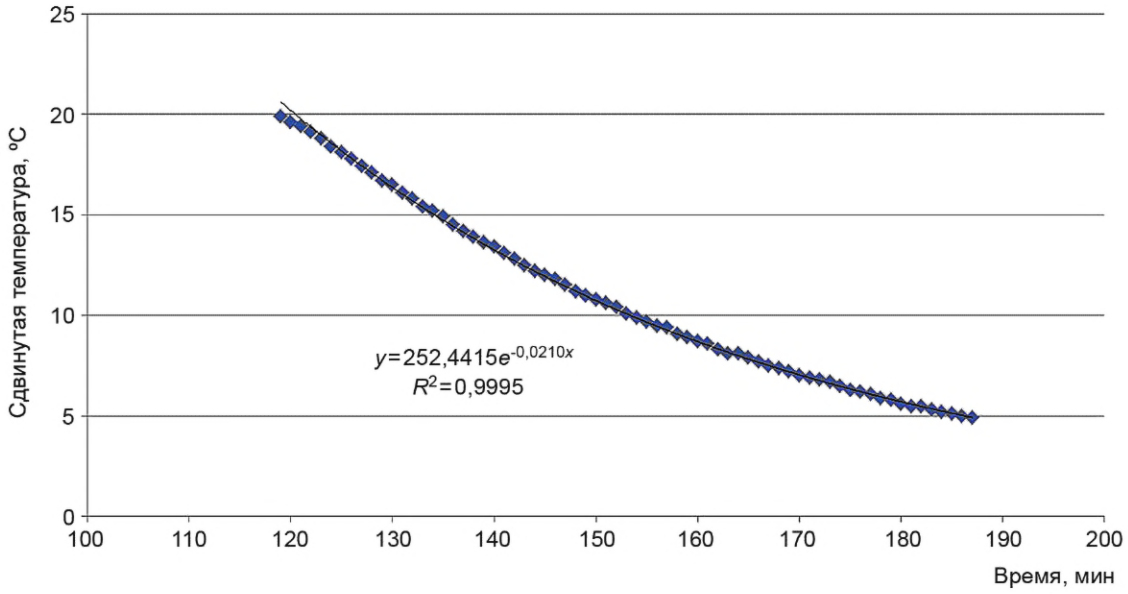

Рисунок 6 — График зависимости сдвинутой температуры от времени с начала проведения эксперимента для образца, насыщенного влагой

На графике приведены экспоненциальная линия тренда (сплошная черная линия) и формула, описывающая эту линию. Видно, что на левом конце графика расхождение между линией тренда и экспериментальными данными превышает 0,9 °С, а значит, в соответствии с 5.4.4, необходимо исключить несколько точек с левого конца, пока разница между линией тренда и крайней левой точкой, включенной в рассмотрение, не станет меньше 0,5 °С.

Несколькими последовательными итерациями подобрана температура, начиная с которой при построении расхождение между линией тренда и экспериментальными данными менее 0,5 °С. Для этого построение начинается с –5,9 °С. Полученный график показан на рисунке 7. На нем приведены участок отрицательных температур, экспоненциальная линия тренда и ее формула.

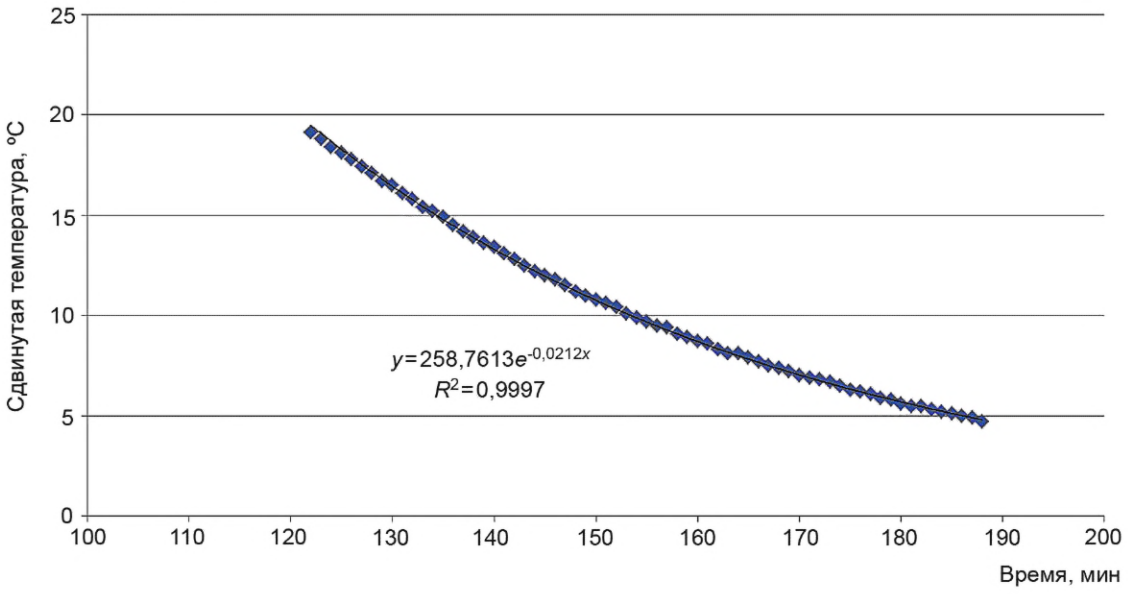

Рисунок 7 — График зависимости сдвинутой температуры от времени с начала проведения эксперимента для образца, насыщенного влагой

Показатель экспоненты для насыщенного образца с влагой в кристаллическом состоянии $k_л$ = = 0,0212 мин$^{-1}$.

5.5.6 Для окончательного расчета находят зависимость показателя экспоненты от массы незамерзшего раствора по формуле

$$\frac{1}{k(m_в)} = \frac{1}{0,0212} + \left(\frac{1}{0,0206} - \frac{1}{0,0212}\right)\frac{m_в}{0,054} = 47,17 + 25,4m_в. \quad (3)$$

По формуле (1) пошагово проводится расчет массы жидкого раствора в зависимости от температуры. Полученная зависимость приведена в виде графика на рисунке 8.

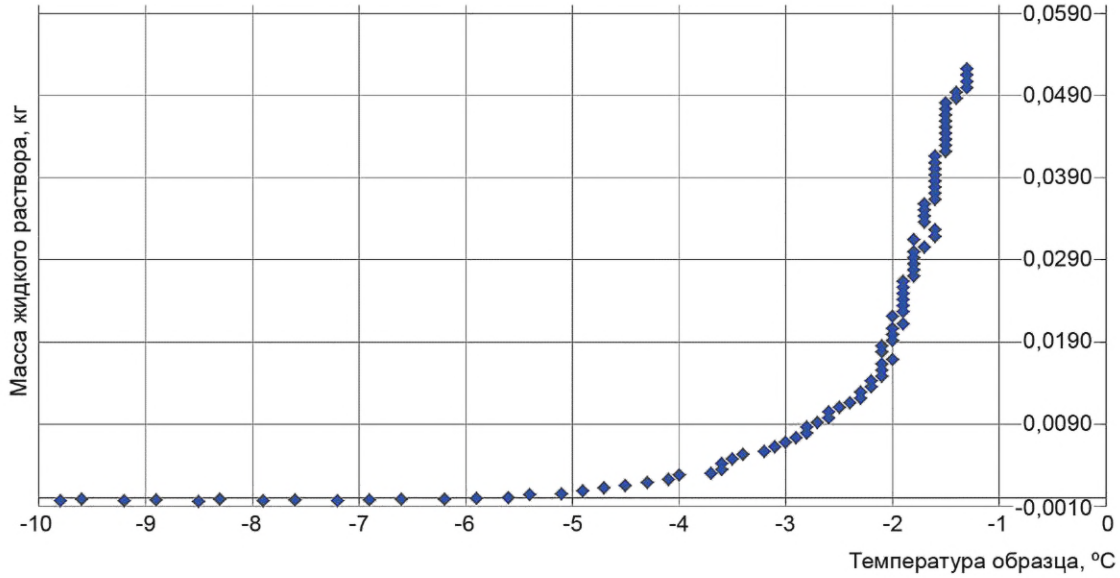

Рисунок 8 — График зависимости массы незамерзшего раствора от температуры

По полученной зависимости находят температуру конца кристаллизации. В данном случае это точка с массой незамерзшего раствора 2,7 г.

Температура конца кристаллизации –4 °С.

УДК 69.04:006.354 ОКС 91.100.01

Ключевые слова: кирпичная кладка, материал керамического кирпича, кристаллизация влаги, температура плавления

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 16.12.2022. Подписано в печать 26.12.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru