



СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО РАСЧЕТУ ТРЕБУЕМОЙ МОРОЗОСТОЙКОСТИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

В статье рассмотрены существующие методы расчета требуемой морозостойкости наружных ограждающих конструкции. Выполнен анализ научных трудов, в которых исследуются долговечность, энергоэффективность, безопасность наружных ограждающих конструкции из различных строительных материалов. Произведена оценка существующей нормативной литературы, связанной с темой данного исследования.

Требуемая морозостойкость, ограждающие конструкции, расчет морозостойкости, долговечность.

Долговечность наружных ограждающих конструкций в регионах с низкой температурой окружающей среды в первую очередь необходимо определять по их морозостойкости. Исходя из того, что на показатель морозостойкости облицовочных материалов влияет регион строительства, конструктивное решение ограждающих конструкций, температурный режим помещения и другие факторы, возникает необходимость в разработке метода определения требуемой морозостойкости наружного слоя.

Разработка метода расчета требуемой морозостойкости наружных ограждающих конструкций позволит обеспечить создание безопасных условий для людей, энергосбережение, увеличение срока безремонтной эксплуатации наружной ограждающей конструкции здания.

Ограждающие конструкции являются важной частью зданий, которые должны обеспечивать энергоэффективность зданий и комфортные условия в помещении на весь срок его эксплуатации. Однако в настоящее время проектный комплекс не располагает методами расчета требуемой морозостойкости наружных ограждающих конструкций.

Долговечность облицовочного слоя трехслойных кирпичных стен с применением утеплителя толщиной 120–150 мм ниже, чем долговечность аналогичных конструкций с применением утеплителя толщиной 50 мм. Это связано с тем, что большая толщина утеплителя приводит к большим температурным деформациям, и к большим напряжениям в толще облицовочного кирпича, данные факторы способствуют ускоренному разрушению наружного слоя [1, 2].

Разрушение облицовочной кладки также происходит в связи с низким качеством работ и ошибках при проектировании, которые возникали в том числе и из-за отсутствия методов расчета узлов сопряжения конструкций. Некоторые дефекты проявляются на самых ранних этапах эксплуатации здания (до 5 лет) [3, 4]. Часто в России применяют пустотелый лицевой кирпич в условиях, не соответствующих его области применения. Даже выполнение ремонтов таких фасадов не приводит к остановке отслоения и падения облицовочного кирпича, которые представляют большую опасность для людей. Применение облицовочного кирпича повышенной морозостойкости позволяет увеличить долговеч-

ность наружного слоя трехслойных стен с повышенным уровнем теплоизоляции [4].

Отличающееся расположение пустот в лицевых керамических материалах в тычковом и ложковом направлениях создает в облицовочном слое участки с пониженными теплозащитными свойствами и повышенной паропроницаемостью. Повышенная паропроницаемость приводит к концентрации влаги на внутренней поверхности облицовочного слоя кирпича, как следствие, к переувлажнению и преждевременному разрушению [5, 6].

Исходя из этого, А.Ю. Ионов и В.Д. Котляр представили конструкцию кирпича с расположением пустот таким образом, чтобы их коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости были одинаковыми в тычковом и ложковом направлениях (рис. 1) [7].

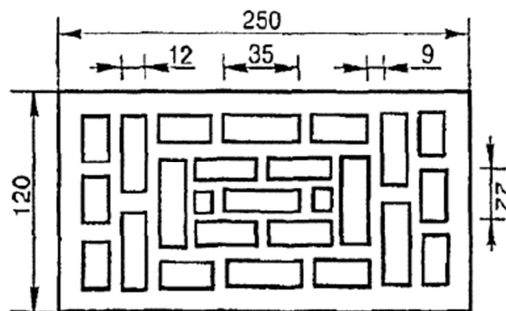


Рис. 1. Конструкция лицевого кирпича с рациональным расположением пустот

На данный момент существует несколько методик расчета количества циклов перехода через ноль для различных конструкций стен. В [8] представлена одна из таких методик. В ее основу положено решение дифференциального уравнения теплопроводности Фурье, определяющее одномерную теплопередачу при нестационарных условиях при постоянных коэффициентах методом конечных разностей. При разработке методики необходимо правильно оценивать скорость разрушения материалов, входящих в состав конструкции. Морозостойкость является основным критерием долговечности в северных широтах. В связи с этим возникает необходимость в определении и учете количества циклов перехода температуры через ноль в сечениях, расположенных на разной глубине ограждающей конструкции [8].

Сравнение СП 15.13330.2020 и СП 15.13330.2012

| Вид конструкций | Значение морозостойкости (F) кладочных материалов при предполагаемом сроке службы конструкций, лет (СП 2020 года) | | | Значение морозостойкости (F) кладочных материалов при предполагаемом сроке службы конструкций, лет (СП 2012 года) | | |
|---|---|----|-----------|---|----|-----------|
| | 100 | 50 | 25 | 100 | 50 | 25 |
| 1. Лицевой слой кладки наружных однослойных стен в зданиях с влажностным режимом помещений: | | | | | | |
| а) сухим и нормальным, | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 |
| б) влажным, | 35 | 25 | 25 | 35 | 25 | 15 |
| в) мокрым | 50 | 35 | 25 | 50 | 35 | 25 |
| 2. Лицевой слой кладки двухслойных стен при плотности кладки внутреннего слоя 1400 кг/м ³ и более в зданиях с влажностным режимом помещений: | | | | | | |
| а) сухим и нормальным, | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 |
| б) влажным, | 35 | 25 | 25 | 35 | 25 | 15 |
| в) мокрым | 50 | 35 | 25 | 50 | 35 | 25 |
| 3. Лицевой слой кладки двухслойных стен при плотности кладки внутреннего слоя менее 1400 кг/м ³ | 35 | 25 | 15 | 35 | 25 | 15 |
| 4. Внутренний слой кладки двухслойных стен при плотности кладки внутреннего слоя менее 1400 кг/м ³ и толщине лицевого слоя 120 мм и менее | 25 | 25 | 15 | 25 | 25 | 15 |
| 5. Наружные трехслойные стены с эффективным утеплителем: | | | | | | |
| а) лицевой слой кладки толщиной 120 мм, | 50 | 35 | 25 | 50 | 35 | 15 |
| б) лицевой слой кладки толщиной 250 мм и более | 35 | 25 | 15 | 35 | 25 | 15 |
| 6. Фундаменты, цоколи и подземные части стен: | | | | | | |
| а) из бетонных блоков, кирпича керамического пластического формования полнотелого (в т.ч. клинкерного), силикатных блоков прочностью М200 и более, | 100 | 50 | 25 | 100 | 50 | 25 |
| б) из природного камня | 35 | 25 | 25 | 35 | 25 | 25 |

В [9] представлен методологический подход, разработанный на форме представления климатических данных в виде типового года с почасовым изменением параметров. Такой подход позволяет установить количество переходов через ноль в толще и на поверхности облицовочного кирпича при изменяющихся внешних климатических условиях. Главным достоинством данного метода можно считать его высокую точность определения количества циклов перехода через ноль. К недостаткам же можно отнести то, что он основан на почасовых параметрах типового года. Такие данные невозможно получить в открытых источниках, а их сбор является дорогостоящим, что не позволяет широко применять данный метод при проектировании зданий и сооружений.

При разработке метода расчета требуемой морозостойкости наружных ограждающих конструкций, т.е. определения предельного количества циклов замораживания-оттаивания, при котором конструкция ограждения будет выполнять свои функции без ухудшения характеристик, также необходимо оценить уже существующие нормативные требования.

В новой редакции СП 15.13330 «Каменные и армокаменные конструкции» от 2020 года были расширены возможности применения в строительстве многослойных ограждающих конструкций, а также ужесточены требования по морозостойкости при предполагаемом сроке службы конструкций в 25 лет (табл.).

Повышение требований к морозостойкости лицевых кладочных материалов было вызвано тем, что последнее время все чаще можно наблюдать преждевременное разрушение керамического лицевого кирпича и камня (рис. 2).



Рис. 2. Разрушение облицовочного слоя из лицевого пустотелого керамического кирпича в 10-этажном жилом доме (Вологда, ул. Старое шоссе)

Также стоит отметить, что в СП15.13330.2020 указано требуемое значение морозостойкости кладочных материалов в зависимости от конструктивного решения ограждения и от предполагаемого срока службы конструкции. Однако нужно отметить, что подобное требование к морозостойкости нельзя считать корректным, т.к. в данном случае не уделяется внимание температуре наружного воздуха. Россия является самой большой (по площади) страной в мире, где средние температуры января могут значительно отличаться в зависимости от климатического пояса (в соответствии с СП 131.13330.2020 средние температуры января находятся в диапазоне от $-46,2^{\circ}\text{C}$ до $+6,1^{\circ}\text{C}$), поэтому применение одного параметра, жестко регламентирующего требуемую морозостойкость, является нерациональным с экономической точки зрения.

В ГОСТ 13996-2019 «Плитки керамические. Общие технические условия» также были увеличены требования по морозостойкости с 40–50 циклов (в сравнении с ГОСТ 13996-93) до 100 циклов для всех групп плитки, используемой снаружи. Для определения морозостойкости данный ГОСТ ссылается на ГОСТ 27180-2019 «Плитки керамические. Методы испытаний».

В соответствии с СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» контроль морозостойкости бетона выполняется по ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости», используя образцы по ГОСТ 28570-2019 «Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций».

В ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости» приведены базовые методы при многократном замораживании и оттаивании.

ГОСТ 379-2015 «Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные» и ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические» для определения морозостойкости кирпича, камня керамического и силикатного ссылаются на ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости».

В ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости» контроль морозостойкости выполняется при объемном и одностороннем замораживании.

В ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний» представлен метод определения морозостойкости горных пород, сущность метода заключается в определении потери прочности горной породы после заданного числа циклов попеременного замораживания и оттаивания по сравнению с прочностью водонасыщенного образца.

В последних редакциях нормативных документов требования к морозостойкости наружных ограждений увеличивались, вероятно, что основанием для этого было разрушение лицевого слоя различных видов многослойных конструкций. Несмотря на это отсут-

ствует нормативная литература, в которой представлен метод определения и расчета требуемой морозостойкости в зависимости от региона и конструкции наружного ограждения здания.

На данный момент есть необходимость в разработке относительно простого метода определения требуемой морозостойкости ограждающей конструкции, который будет учитывать не только предположительный срок эксплуатации здания, но и температуру наружного воздуха. Новый подход в расчете требуемой морозостойкости должен быть доступен и удобен для проектировщиков, его внедрение в проектный комплекс позволит обеспечить безопасные условия для людей, энергосбережение, увеличение срока безремонтной эксплуатации ограждающей конструкции здания.

Литература

1. Умнякова, Н. П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты / Н. П. Умнякова // Вестник МНСУ. – 2013. – № 1. – С. 94–100.
2. Лобов, О. И. Энергоэффективность, долговечность и безопасность наружных стен зданий из керамических материалов / О. И. Лобов, А. И. Ананьев, А. А. Ананьев // Строительные материалы. – 2010. – № 4. – С. 10–14.
3. Ананьев, А. И. Долговечность и энергоэффективность наружных стен из облегченной кирпичной кладки / А. И. Ананьев, А. А. Ананьев // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 352–356.
4. Лобов, О. И. Долговечность облицовочных слоев наружных стен многоэтажных зданий с повышенным уровнем теплоизоляции / О. И. Лобов, А. И. Ананьев // Строительные материалы. – 2008. – № 4. – С. 56–59.
5. Ананьев, А. А. Долговечность лицевого керамического кирпича и камня в наружных стенах зданий / А. А. Ананьев, В. В. Козлов, Г. Я. Дуденкова, А. И. Ананьев // Строительные материалы. – 2007. – № 2. – С. 56–59.
6. Казаченко, В. П. Решение проблемы долговечности облицовочных слоев наружных стен многоэтажных зданий с повышенным уровнем теплоизоляции / В. П. Казаченко, А. Н. Комиссаров // Стены и фасады. – 2008. – № 3. – С. 52.
7. Ионов, А. Ю. Влияние расположения пустот в керамическом кирпиче на его долговечность / А. Ю. Ионов, В. Д. Котляр // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. – 2016. – № 1. – С. 19–23.
8. Желдаков, Д. Ю. Сегментный метод расчета распределения температуры по сечению ограждающей конструкции здания / Д. Ю. Желдаков, А. А. Фролов // Жилищное строительство. – 2017. – № 6. – С. 36–39.
9. Умнякова, Н. П. Расчет колебаний температуры в кирпичной облицовке трехслойных стен на основе почасовых параметров типового климатического года / Н. П. Умнякова // Строительные материалы. – 2016. – № 8. – С. 45–50.

P.S. Lavrentyev
Vologda State University

**STATE OF THE ART ON CALCULATION OF EXTERNAL FENCING BUILDINGS STRUCTURES
REQUIRED FROST RESISTANCE**

The article considers the existing methods for calculating the required frost resistance of external enclosing structures. An analysis of scientific papers, in which the durability, energy efficiency, and safety of external enclosing structures made of various building materials are studied, has been carried out. The assessment of the existing normative literature related to the topic of this study was made.

Required frost resistance, enclosing structures, calculation of frost resistance, durability.