

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь
Научно-исследовательское республиканское
унитарное предприятие по строительству "Институт БелНИИС"

УДК 691.327:666.973.5:697.1(083.96:084.11)
№ гос. регистрации

инв. №

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
РУП "Институт БелНИИС"


_____ О.Н. Лешкевич

"____" апреля 2024 г.

**ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

по теме:

**ПРОВЕСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТАТЬ МЕТОДИКУ ПО
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ И АЛЬБОМЫ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ
ТРЕБОВАНИЙ К ТЕПЛОЗАЩИТЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ
АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА**

Этап 1: Провести испытания и выполнить анализ теплотехнических показателей автоклавного бетона пониженной плотности (в том числе сорбционная влажность, коэффициент теплопроводности для условий эксплуатации "А" и "Б" и в сухом состоянии, коэффициент паропроницаемости)

Договор № 792/1н-23 от 29 декабря 2023 г.

Научный руководитель



О.В. Сапоненка

Минск 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Зав. отделом ограждающих
конструкций

О.В. Сапоненка

Ведущий инженер,
к.т.н.

А.Б. Крутилин

Нормоконтролер

П.А. Руденя

РЕФЕРАТ

Отчет содержит **59** страниц, **38** рисунков, **3** таблицы.

Ключевые слова: ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН, СОРБЦИОННАЯ ВЛАЖНОСТЬ, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ, ПРИВЕДЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ.

В процессе работы исследованы теплофизические характеристики ячеистого бетона марок по плотности D350, D400 и D500 кг/м³ производства филиал №5 “Гродненский КСМ” ОАО “Красносельскстройматериалы”. Выполнен анализ современного подхода к определению приведенного сопротивления теплопередаче стен.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Провести испытания и выполнить анализ теплотехнических показателей автоклавного бетона пониженной плотности (в том числе сорбционная влажность, коэффициент теплопроводности для условий эксплуатации "А" и "Б" и в сухом состоянии, коэффициент паропроницаемости)

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ	7
1.1 Некоторые теоретические положения	7
1.2 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены	14
1.3 Анализ полученных результатов	39
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА	40
2.1 Сорбционная влажность ячеистого бетона	40
2.2 Коэффициент теплопроводности ячеистого бетона	43
2.3 Коэффициент паропроницаемости ячеистого бетона	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Протокол испытаний ячеистого бетона	52

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей современной строительной отрасли в Республике Беларусь является уменьшение потребления энергии на эксплуатацию зданий и сооружений различного назначения. Одним из основных направлений решения указанной задачи служит снижение расхода теплоты на поддержание микроклимата в помещениях, в том числе и за счет уменьшения потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции.

Снижение теплопотерь и повышение уровня теплозащиты наружных стен зданий при их ремонте, реконструкции и модернизации, а также строящихся зданий, осуществляется устройством систем утепления с применением эффективных теплоизоляционных материалов. При выполнении утепления эксплуатируемых зданий с наружной стороны теплоизоляционные материалы укрываются либо штукатурными слоями, либо защитными экранами на основе, т.н. вентилируемыми фасадными системами.

При возведении строящихся зданий наружная теплоизоляция используется преимущественно для увеличения теплозащитных характеристик традиционных «однослойных» наружных стен из штучных материалов. При этом возможно уменьшение толщины кладки из штучных материалов до 250 мм и, как следствие, уменьшение толщины наружных стен в целом. Данное решение массово используется в настоящее время.

В строительной практике Республики Беларусь более широкое распространение получили легкие штукатурные системы наружной теплоизоляции, имеющие невысокую стоимость. Тяжелые штукатурные системы вследствие более высокой материалоемкости, а, следовательно, и стоимости, широкого распространения не получили. Вентилируемые фасадные системы утепления используются, в основном, для административных и общественных зданий определяющих архитектурный облик города, зданий повышенной этажности и высотных зданий, а также зданий с мокрым режимом эксплуатации помещений.

В наружных стенах зданий, в конструкции которых применяются эффективные теплоизоляционные материалы, одним из основных требований является формирование их удовлетворительного влажностного режима. Использование вентилируемых фасадных систем утепления для большинства конструкций наружных стен обеспечивает отсутствие конденсации водяного пара в их толще и, высыхание материалов увлажненных строительной влагой после возведения стен и, следовательно, эксплуатацию материалов в дальнейшем в области их сорбционного увлажнения. Наружные стены с легкими штукатурными системами должны обеспечивать удовлетворительный влажностный режим как в начальный период эксплуатации здания (когда материалы имеют повышенные влажности вследствие увлаж-

нения строительной и технологической влагой) так и в последующем. Это, как правило, достигается подбором характеристик материала наружной штукатурки.

Эксплуатация материалов наружных стен в области их сорбционного увлажнения имеет несколько особенностей. Во первых нужно иметь изотермы сорбции материалов, а также коэффициенты теплопроводности увлажненных материалов с влажностями, соответствующим условиям “А” и “Б” в соответствии с требованиями СП 2.04.01-2020 [1]. Во вторых конструктивными решениями необходимо стремиться, чтобы слой теплоизоляции и кладка из штучных материалов находились в условиях эксплуатации “А” — это позволит максимально использовать их теплозащитный потенциал и в ряде случаев получить экономию средств за счет снижения материалоемкости стен.

В связи с вышеизложенным, на сегодняшний день актуальной задачей исследований является усовершенствование конструкций и способов теплотехнического расчета наружных стен с системами утепления с целью снижения материалоемкости, использования материалов отечественного производства, увеличения уровня теплозащиты, что будет способствовать массовому использованию данных конструкций при строительстве зданий в Республике Беларусь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для обеспечения нормативного сопротивления теплопередаче в настоящее время необходимо рассчитывать величину приведенного сопротивления теплопередаче. Теоретическими положениями, а также примером, показано, что теплопроводные включения значительно снижают уровень теплозащиты. При этом, необходимо задаваться такими конструктивными решениями стен, чтобы их сопротивление теплопередаче, рассчитанное по упрощенному методу, было больше нормативного значения.

Для некоторых конструкций наружных стен их сопротивление теплопередаче, рассчитанное по упрощенному методу, может быть в 2 раза больше нормативного сопротивления теплопередаче (при $R_{\text{норм}} = 3,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ — $R_0 = 6,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$). Такие стены экономически целесообразно предусматривать многослойными, с эффективным теплоизоляционным материалом в конструкции.

2. Экспериментальными исследованиями определены изотермы сорбции ячеистого бетона плотностью $\rho = 372, 417$ и 493 кг/м^3 производства — филиал №5 “Гродненский КСМ” ОАО “Красносельскстройматериалы”. Анализ изотерм сорбции ячеистого бетона позволяет сделать вывод, что наибольший прирост влажности по массе наблюдается при увеличении относительной влажности воздуха в порах материалов более 85%.

Сорбционные влажности ячеистого бетона для всех плотностей получены меньше показателей, приведенных в СП 2.04.01-2020 [1]. С увеличением плотности сорбционные влажности для условий эксплуатации “А” и “Б” уменьшаются. В тоже время при относительной влажности воздуха $\varphi_{\text{в}} = 97 \%$ сорбционная влажность ячеистого бетона с увеличением плотности возрастает.

3. Экспериментальными исследованиями определены коэффициенты теплопроводности ячеистого бетона плотностью $\rho = 372, 417$ и 493 кг/м^3 производства филиал №5 “Гродненский КСМ” ОАО “Красносельскстройматериалы”.

Анализ результатов показал, что полученные расчетные коэффициенты теплопроводности материалов для условий эксплуатации “А” и “Б”, с учетом неопределенности измерений, близки к величинам, приведенным в СП 2.04.01-2020 [1].

4. Экспериментальными исследованиями определены коэффициенты паропроницаемости ячеистого бетона плотностью $\rho = 372, 417$ и 493 кг/м^3 производства филиал №5 “Гродненский КСМ” ОАО “Красносельскстройматериалы”. Полученные данные по коэффициентам паропроницаемости удовлетворительно согласуются с данными СП 2.04.01-2020 [1].

5. В СТБ 1570-2005 [3] для определения марки по плотности ячеистого бетона допускается значительный интервал фактической плотности в сухом состоянии. Для таких условий коэффициент теплопроводности ячеистого бетона в условиях эксплуатации может быть как меньше, так и больше расчетного значения. Во втором случае будет несоответствие фактического значения коэффициента теплопроводности с расчетной величиной, принимаемой по СП 2.04.01-2020 [1] и несоответствие заявленного уровня теплозащиты фактическому.

Влажностный режим наружных стен вследствие причины, указанной выше, в условиях эксплуатации конструкций также может отличаться от расчетного по СП 2.04.01-2020 [1].