

Министерство архитектуры и строительства
Республики Беларусь
ФИЛИАЛ «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»
НАУЧНО-ПРОЕКТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РЕСПУБЛИКАНСКОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «СТРОЙТЕХНОРМ»

УДК 691.87:692.2

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора филиала
по научной работе филиала НТЦ
РУП «СТРОЙТЕХНОРМ»,
канд. техн. наук



В.А. Лебедь

" 30 " мая 2025 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
Выполнить исследование прочностных и деформационных характеристик
каменной кладки систем «СтенФорт» и «ТеплоСейф» при армировании
горизонтальных швов просечно-вытяжной сеткой

Руководитель НИР,
заместитель директора филиала
по научной работе филиала НТЦ
РУП «СТРОЙТЕХНОРМ»,
канд. техн. наук

В.А. Лебедь


Руководитель НИР,
генеральный директор
РУП «СТРОЙТЕХНОРМ»

И.Л. Лишай

Брест 2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
заместитель директора
филиала по научной
работе, канд. техн. наук


подпись, дата 30.05.2025 В.А. Лебедь
(все разделы)

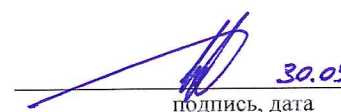
Руководитель НИР,
генеральный директор


подпись, дата 30.05.25 И.Л. Лишай
(все разделы)

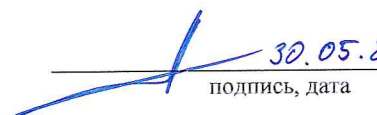
Отв. исполнитель,
начальник управления,
канд. техн. наук


подпись, дата 30.05.2025 А.В. Галалюк
(введение, раздел 5,
заключение)


Начальник отдела,
канд. техн. наук


подпись, дата 30.05.2025 И.Е. Демчук
(все разделы)

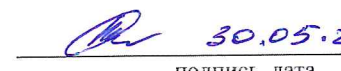
Ведущий инженер-
конструктор,
инж.-исслед.


подпись, дата 30.05.2025 П.А. Новик
(разделы 2, 7)


Ведущий инженер-
конструктор,
маг. техн. наук


подпись, дата 30.05.2025 П.И. Матяс
(разделы 3, 6)

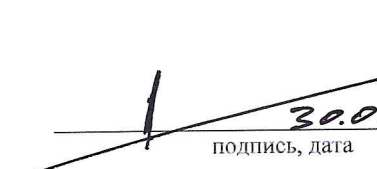
Начальник сектора


подпись, дата 30.05.2025 Е.Н. Демчук
(раздел 4)

Ведущий инженер


подпись, дата 30.05.2025 Ю.Е. Турук
(раздел 4)

Нормоконтроль


подпись, дата 30.05.2025 А.В. Галалюк

РЕФЕРАТ

Отчет 89 с., 40 рис., 17 табл., 13 форм., 9 источников.

КАМЕННАЯ КЛАДКА, БЛОКИ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ, КЛАДОЧНАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ТОНКОСЛОЙНЫХ РАСТВОРНЫХ ШВОВ, ПРОСЕЧНО-ВЫТЯЖНАЯ СЕТКА, АРМИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ, ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ, МОДУЛЬ УПРУГОСТИ, ПРОЧНОСТЬ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГЛАВНЫХ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ШВАМ КАМЕННОЙ КЛАДКИ, ДИАГОНАЛЬНОЕ СЖАТИЕ, МОДУЛЬ СДВИГА, ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГЛАВНЫХ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ШВАМ КАМЕННОЙ КЛАДКИ, ПРОЧНОСТЬ СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДОЧНОЙ СЕТКИ

Объект исследования: каменная кладка из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения на тонкослойных растворных швах, армированных просечно-вытяжной сеткой.

Предмет исследования: прочностные и упругие характеристики каменной кладки.

Цель исследований заключалась в установлении экспериментальных данных о прочностных и упругих характеристиках каменной кладки систем «СтенФорт» и «ТеплоСейф», выполненной из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения на тонкослойных растворных швах, армированных просечно-вытяжной сеткой; определении эффективности армирования тонкослойных растворных швов каменных кладок просечно-вытяжными сетками, доступными на отечественном рынке строительных материалов

Образцы каменной кладки были выполнены:

- из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения (блоки стеновые 625×200×250-3,5-600-35-1 СТБ 1117-98 производства филиала № 3 «Минский КСИ» ОАО «Белорусский цементный завод») на тонкослойных горизонтальных растворных швах (РСС, кладочная,

цементная, М75, F50, К1, St-4, 112/13 СТБ 1307-2012 производства ОАО «Красносельскстройматериалы» филиал № 3 «Известковый завод») с применением клей-пены для заполнения вертикальных пазов (система «СтенФорт»); армирование горизонтальных швов – просечно-вытяжной сеткой STRECK 15-ZN(W) (размер ячейки 15×15 мм, сечение стержня 1,0×0,15 мм) производства ЗАО «Белорецкий завод сеток и настилов», РФ;

- из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения (блоки стеновые 625×400×250-1,5-350-35-1 СТБ 1117-98 производства филиала № 5 «Гродненский КСМ» ОАО «Красносельскстройматериалы») на тонкослойных растворных швах (РСС, кладочная, тонкослойная, цементная, D1250, М25, Пк2, F35 ТУ ВУ 100120034.006-2011 производства филиала № 3 «Минский КСИ» ОАО «Белорусский цементный завод») (система «ТеплоСейф»); армирование горизонтальных швов – просечно-вытяжной сеткой STRECK 15-ZN(W) (размер ячейки 15×15 мм, сечение стержня 1,0×0,15 мм) производства ЗАО «Белорецкий завод сеток и настилов», РФ.

В задачи исследований входило:

- определение прочности при сжатии кладочных изделий;
- определение прочности при сжатии, прочности на растяжение при изгибе кладочного раствора (клея);
- выявление механизмов деформирования и разрушения каменных кладок при сжатии и диагональном сжатии;
- определение прочности на сжатие каменной кладки;
- определение модуля упругости каменной кладки;
- определение прочности при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки;

- определение модуля сдвига и предельных деформаций при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки;
- выявление механизмов деформирования и разрушения при определении прочности сцепления сетки;
- определение прочности сцепления сетки, уложенной в горизонтальные растворные швы каменной кладки.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1 СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА	10
2 ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	11
3 ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДОЧНОГО РАСТВОРА	14
4 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	21
5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	30
5.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА СЖАТИЕ	30
5.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КАМЕННОЙ КЛАДКИ СИСТЕМЫ «СТЕНФОРТ» НА СЖАТИЕ	32
5.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КАМЕННОЙ КЛАДКИ СИСТЕМЫ «ТЕПЛОСЕЙФ» НА СЖАТИЕ	41
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГЛАВНЫХ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ШВАМ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	51
6.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ДИАГОНАЛЬНОМ СЖАТИИ	51
6.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КАМЕННОЙ КЛАДКИ СИСТЕМЫ «СТЕНФОРТ» ПРИ ДИАГОНАЛЬНОМ СЖАТИИ	54
6.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КАМЕННОЙ КЛАДКИ СИСТЕМЫ «ТЕПЛОСЕЙФ» ПРИ ДИАГОНАЛЬНОМ СЖАТИИ	59
7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДОЧНОЙ СЕТКИ	65
7.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДОЧНОЙ СЕТКИ	65
7.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КАМЕННОЙ КЛАДКИ СИСТЕМЫ «СТЕНФОРТ» ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДОЧНОЙ СЕТКИ	68
7.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КАМЕННОЙ КЛАДКИ СИСТЕМЫ «ТЕПЛОСЕЙФ» ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДОЧНОЙ СЕТКИ	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80
ПРИЛОЖЕНИЕ А ДОКУМЕНТЫ О КАЧЕСТВЕ	82

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании проведенных исследований получены прочностные и деформационные характеристики каменной кладки, выполненной:

- из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения (блоки стеновые 625×200×250-3,5-600-35-1 СТБ 1117-98 производства филиала № 3 «Минский КСИ» ОАО «Белорусский цементный завод») на тонкослойных горизонтальных растворных швах (РСС, кладочная, цементная, М75, F50, К1, St-4, 112/13 СТБ 1307-2012 производства ОАО «Красносельскстройматериалы» филиал № 3 «Известковый завод») с применением клей-пены для заполнения вертикальных пазов (система «СтенФорт»); армирование горизонтальных швов – просечно-вытяжной сеткой STRECK 15-ZN(W) (размер ячейки 15×15 мм, сечение стержня 1,0×0,15 мм) производства ЗАО «Белорецкий завод сеток и настилов», РФ;
- из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения (блоки стеновые 625×400×250-1,5-350-35-1 СТБ 1117-98 производства филиала № 5 «Гродненский КСМ» ОАО «Красносельскстройматериалы») на тонкослойных растворных швах (РСС, кладочная, тонкослойная, цементная, D1250, M25, Пк2, F35 ТУ ВУ 100120034.006-2011 производства филиала № 3 «Минский КСИ» ОАО «Белорусский цементный завод») (система «ТеплоСейф»); армирование горизонтальных швов – просечно-вытяжной сеткой STRECK 15-ZN(W) (размер ячейки 15×15 мм, сечение стержня 1,0×0,15 мм) производства ЗАО «Белорецкий завод сеток и настилов», РФ.

Прочностные характеристики кладочных изделий (система «СтенФорт»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Нормированная прочность на сжатие кладочного изделия f_b в соответствии с [3]	4,0 МПа

Прочностные характеристики кладочного раствора (система «СтенФорт»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Прочность кладочного раствора на растяжение при изгибе f_{mt} в соответствии с [4]	1,90 МПа
2	Прочность кладочного раствора при сжатии f_m в соответствии с [4]	4,44 МПа
3	Прочность кладочного раствора при сжатии R_p в соответствии с [5]	4,89 МПа

Прочностные характеристики кладки (система «СтенФорт»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Характеристическое значение прочности на сжатие f_k в соответствии с [6]	1,8 МПа
2	Среднее значение прочности при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки $f_{i,45}$ в соответствии с [7], [8]	0,25 МПа
3	Характеристическое значение прочности сцепления кладочной сетки f_{bbk} в соответствии с [9]	0,12 МПа

Деформационные характеристики кладки (система «СтенФорт»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Модуль упругости каменной кладки (секущий модуль упругости) E в соответствии с [6]	1630 МПа
2	Коэффициент Пуассона	0,21
3	Коэффициент K_E	930
4	Среднее значение модуля сдвига при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки G_{obs} в соответствии с [7], [8]	400 МПа
5	Среднее значение предельных деформаций при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки γ_{obs} в соответствии с [7], [8]	2,00 мм/м

Прочностные характеристики кладочных изделий (система «ТеплоСейф»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Нормированная прочность на сжатие кладочного изделия f_b в соответствии с [3]	2,3 МПа

Прочностные характеристики кладочного раствора (система «ТеплоСейф»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Прочность кладочного раствора на растяжение при изгибе f_{mt} в соответствии с [4]	1,83 МПа
2	Прочность кладочного раствора при сжатии f_m в соответствии с [4]	6,38 МПа
3	Прочность кладочного раствора при сжатии R_p в соответствии с [5]	4,45 МПа

Прочностные характеристики кладки (система «ТеплоСейф»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Характеристическое значение прочности на сжатие f_k в соответствии с [6]	1,0 МПа
2	Среднее значение прочности при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки $f_{t,45}$ в соответствии с [7], [8]	0,15 МПа
3	Характеристическое значение прочности сцепления кладочной сетки f_{bbk} в соответствии с [9]	0,10 МПа

Деформационные характеристики кладки (система «ТеплоСейф»)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Модуль упругости каменной кладки (секущий модуль упругости) E в соответствии с [6]	820 МПа
2	Коэффициент Пуассона	0,24
3	Коэффициент K_E	810
4	Среднее значение модуля сдвига при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки G_{obs} в соответствии с [7], [8]	320 МПа
5	Среднее значение предельных деформаций при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки γ_{obs} в соответствии с [7], [8]	0,47 мм/м

2. Значения прочности и модуля упругости при сжатии армированной каменной кладки были примерно равны соответствующим характеристикам каменной кладки без армирования. При этом значения коэффициента поперечных деформаций (Пуассона) армированной каменной кладки оказались на 11 – 44 % ниже соответствующих характеристик каменной кладки без армирования, что свидетельствует о меньшей склонности стенового ограждения к трещинообразованию.
3. Значения прочности при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки оказались до 38 % выше соответствующих характеристик каменной кладки без армирования. Значения модуля сдвига армированной каменной кладки оказались на 60 % выше соответствующих характеристик каменной кладки без армирования, что свидетельствует о меньшей склонности стенового ограждения к трещинообразованию.
4. Полученные результаты испытаний образцов каменной кладки с армированием горизонтальных швов просечно-вытяжной сеткой свидетельствуют

о повышенных эксплуатационных характеристиках стенового ограждения в сравнении с конструкциями без армирования.