

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

УДК 692.2
Рег. № НИОКТР

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала НТЦ
РУП «СТРОЙТЕХНОРМ»,
д-р. техн. наук, профессор

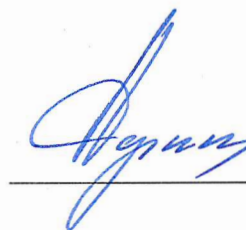


В.Н. Деркач
" 24 ноября 2025 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ВЫПОЛНИТЬ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И
ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕННОЙ КЛАДКИ,
ВЫПОЛНЕННОЙ ИЗ БЛОКОВ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА D350 НА ШВАХ,
ЗАПОЛНЕННЫХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВОЙ КЛЕЙ-ПЕНОЙ
(промежуточный)

Руководитель НИР,
директор филиала НТЦ
РУП «СТРОЙТЕХНОРМ»,
д-р. техн. наук, профессор



В.Н. Деркач

Брест 2025

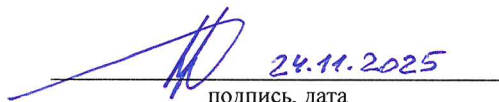
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
директор, д-р. техн. наук,
профессор


подпись, дата

В.Н. Деркач
(все разделы)

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


подпись, дата

И.Е. Демчук
(введение, разделы 6 – 7,
заключение)

Начальник отдела,
канд. техн. наук


подпись, дата

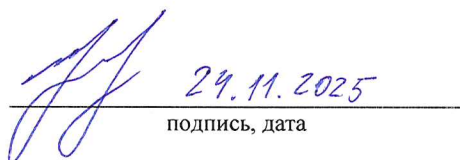
В.А. Самкевич
(введение, разделы 4 – 5,
заклучение)

Ведущий инженер-
конструктор,
инж.-исслед.


подпись, дата

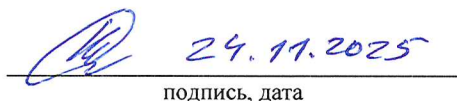
П.А. Новик
(раздел 8)

Ведущий инженер-
конструктор,
маг. техн. наук


подпись, дата

П.И. Матяс
(раздел 2)

Начальник сектора


подпись, дата

Е.Н. Демчук
(раздел 3)

Нормоконтроль


подпись, дата

В.А. Самкевич

РЕФЕРАТ

Отчет 76 с., 28 рис., 11 табл., 16 форм., 9 источн.

КАМЕННАЯ КЛАДКА, БЛОКИ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ, ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВАЯ КЛЕЙ-ПЕНА, ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ, МОДУЛЬ УПРУГОСТИ, ПРОЧНОСТЬ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ, НАЧАЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ, ПРОЧНОСТЬ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ (ПРИ ДЕЙСТВИИ ГЛАВНЫХ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ШВАМ), КОЭФФИЦИЕНТ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ, ПРЕДЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СДВИГЕ, ПРОЧНОСТЬ НОРМАЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ, МОДУЛЬ СДВИГА, ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СДВИГЕ

Объект исследования: каменная кладка из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения на швах, заполненных пенополиуретановой клей-пенной.

Предмет исследования: прочностные и упругие характеристики каменной кладки

Цель исследований заключалась в установлении экспериментальных данных о прочностных и упругих характеристиках каменной кладки, выполненной 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 швах, заполненных пенополиуретановой клей-пенной («СЕМЕНТ БЦК» производства ООО «БелИНЭКО»).

В задачи исследований входило:

- определение прочности при сжатии кладочных изделий;
- выявление механизмов деформирования и разрушения каменных кладок при сжатии, изгибе, сдвиге и растяжении;

- определение прочности на сжатие каменной кладки;
- определение модуля упругости каменной кладки;
- определение прочности на растяжение при изгибе по перевязанному и неперевязанному сечениям каменной кладки;
- определение начальной и предельной прочности при сдвиге вдоль горизонтальных швов каменной кладки, прочности при сдвиге поперек горизонтальных швов каменной кладки;
- определение угла внутреннего трения при сдвиге вдоль горизонтальных швов каменной кладки;
- определение модуля сдвига и предельных деформаций при сдвиге поперек горизонтальных швов (при действии главных растягивающих напряжений под углом к горизонтальным швам каменной кладки) каменной кладки;
- определение прочности нормального сцепления методом изгибающего момента.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	8
1 СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА	12
2 ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	13
3 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	15
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	19
4.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА СЖАТИЕ	19
4.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА СЖАТИЕ	21
5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ КАМЕННОЙ КЛАДКИ.....	27
5.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ	27
5.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ ПО НЕПЕРЕВЯЗАННОМУ СЕЧЕНИЮ	31
5.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ ПО ПЕРЕВЯЗАННОМУ СЕЧЕНИЮ	33
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	36
6.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ	36
6.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРИ СДВИГЕ ВДОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ.....	39
7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ (ПРИ ДЕЙСТВИИ ГЛАВНЫХ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ШВАМ) КАМЕННОЙ КЛАДКИ	47
7.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ.....	47
7.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРИ СДВИГЕ ПОПЕРЕК ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ.....	50
8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ МЕТОДОМ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА	54
8.1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ НА РАСТЯЖЕНИЕ МЕТОДОМ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА.....	54
8.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ МЕТОДОМ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	63
ПРИЛОЖЕНИЕ А ДОКУМЕНТЫ О КАЧЕСТВЕ.....	65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований получены прочностные и деформационные характеристики каменной кладки, выполненной 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 швах, заполненных пенополиуретановой клей-пеной («CEMENT БЦК» производства ООО «БелИНЭКО»).

Прочностные характеристики кладочных изделий

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

Прочностные характеристики кладки (по результатам испытаний 1-го опытного образца)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Значение прочности на сжатие f_k в соответствии с [4]	1,14 МПа
2	Значение прочности на растяжение при изгибе по неперевязанному сечению f_{xk1} в соответствии с [5]	0,21 МПа
3	Значение прочности на растяжение при изгибе по перевязанному сечению f_{xk2} в соответствии с [5]	0,19 МПа
4	Значение прочности при сдвиге поперек горизонтальных швов f_{vvo} в соответствии с [7], [8]	0,12 МПа

Деформационные характеристики кладки (по результатам испытаний 1-го опытного образца)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Модуль упругости каменной кладки (секущий модуль упругости) E в соответствии с [4]	410 МПа
2	Коэффициент Пуассона	0,11
3	Коэффициент K_E	430
4	Значение модуля сдвига при сдвиге поперек горизонтальных швов G_{obs} в соответствии с [7], [8]	174 МПа
5	Значение предельных деформаций при сдвиге поперек горизонтальных швов γ_{obs} в соответствии с [7], [8]	0,68 мм/м

Прочностные характеристики кладки (по результатам испытаний партии опытных образцов)

№ п/п	Показатель	Числовое значение показателя
1	Характеристическое значение начальной прочности при сдвиге (касательного сцепления) f_{vko} в соответствии с [6]	$0.065 \cdot f_b = 0,14$ МПа
2	Характеристическое значение угла внутреннего трения $tg\alpha_k$ в соответствии с [6]	–
3	Характеристическое значение предельной прочности при сдвиге f_{vlt} в соответствии с [6]	$0.065 \cdot f_b = 0,14$ МПа
4	Характеристическое значение прочности при растяжении (нормального сцепления) f_{wk} в соответствии с [9]	0,25 МПа

По результатам предварительного анализа прочностных и деформационных характеристик каменной кладки на швах, заполненных пенополиуретановой клей-пенной, получены значения прочности, сопоставимые или превышающие аналогичные показатели для каменных кладок, выполненных на тонкослойных растворных швах на полимерцементных клеевых смесях на аналогичных кладочных элементах.

Накопленный положительный опыт возведения каменных стен из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения плотностью 500 кг/м^3 на полиуретановых швах позволяет сделать вывод о том, что возведение стен на полиуретановых швах из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения плотностью 350 кг/м^3 , возможно.

Для выполнения полноценного исследования прочностных и деформационных показателей каменной кладки запланированы расширенные исследования по всестороннему изучению характеристик каменных кладок на требуемом в соответствии с действующими нормативными документами количестве опытных образцов.