

### Список цитированных источников

1. Деревянные конструкции. Строительные правила: СП 5.05.01-2021. – Введ. 01.06.2021. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2021. – 115 с.
2. СП 64.13330.2011 Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-25-80
3. Шурупы с полукруглой головкой. Конструкция и размеры: ГОСТ 1144-80; Взамен ГОСТ 1144-70. – Введ. 30.06.80 № 3274 – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 с.
4. Шурупы с полупотайной головкой. Конструкция и размеры: ГОСТ 1146-80; Взамен ГОСТ 1146-70. – Введ. 30.06.80 № 3274 – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1998. – 11 с.
5. Найчук, А. Я. К вопросу оценки несущей способности стальных винтовых стержней, завинченных под углом к волокнам древесины / А. Я. Найчук, М. В. Бабаев // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 1. – С. 21–23.
6. Найчук, А. Я. Численное исследование напряженного состояния древесины в зоне винтов, работающих на выдергивание поперек волокон / А. Я. Найчук, Е. В. Лещук // Строительная наука – 2014: теория, образование, практика, инновации: сб. трудов / Под ред. Б. В. Лабудина – Архангельск, 2014. – С. 276–282.
7. Найчук, А. Я. К вопросу методики определения расчетного сопротивления выдергиванию винта под углом  $90^\circ$  к направлению волокон древесины / А. Я. Найчук, Е. В. Лещук // Современные строительные конструкции из металла и древесины: сб. научн. трудов / Под ред. В. В. Стоянова – Одесса, 2014. – С. 122–130.
8. Self-tapping screws as reinforcement for timber structures / M. Trautz, Christoph KOJ.
9. Bejtka, I. Self-tapping screws as reinforcement in beam supports / I. Bejtka, H.J. Blass // CIB-W18 Conference Proceedings: Paper 39-7-2, Florence, Italy – 2006.
10. Pirnbacher, G. Base Parameters of self-tapping Screws / G. Pirnbacher, R. Brandner, G. Schickhofer // CIB-W18: Paper 42-7-1, Dübendorf, Schweiz.
11. Formolo, S. Compression perpendicular to the grain and reinforcement of a pre-stressed timber deck / S. Formolo, R. Granström // Department of Civil and Environmental Engineering Division of Structural Engineering Steel and Timber Structures, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY – Göteborg, Sweden 2007.
12. CEN. Eurocode 5 – Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings. Brussels: CEN; 2004.

УДК 666.94:691.3

*Ковальчук М. С., Онищук В. А.*

*Научный руководитель: м. т. н., ассистент Беломесова К. Ю.*

## ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЫ ГИДРАТИРУЮЩИХ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ НА СТОЙКОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ФИБРЫ

### Введение

Традиционное армирование цементных композитов производится с использованием каркасов и сеток, выполненных из арматурной стали, имеющих линейную структуру. Именно они при совместной работе с бетоном в железобетонных конструкциях и изделиях воспринимают растягивающие напряжения. Однако для эффективной борьбы с микротрещинообразованием, являющимся следствием развития усадочных деформаций, предложено использовать дисперсное армирование цементных систем различного рода волокнами [1]. В отличие от традиционной арматуры, дисперсные волокна (фибра) распределяясь в

бетоне равномерно по всему объему, при условии высокой степени адгезии в системе «волокну-матрица», создают жесткий пространственный каркас, позволяющий фиксировать трещины на ранних этапах их образования.

При этом эффективность использования волокон определяется как свойствами: прочностью на растяжение, размерами волокна, стойкостью к щелочам, коррозионной стойкостью и плотностью, так и содержанием в композите [2]. Наиболее распространенными и получившими практическое применение в строительной отрасли являются стальные, полипропиленовые и базальтовые волокна. Однако существует ряд факторов, ограничивающих использование этих армирующих компонентов в массовом строительстве, в числе которых невысокая адгезия к цементному камню, коррозионная стойкость, стойкость в щелочной среде гидратирующего цемента, стоимость, отсутствие нормативной базы и др.

Базальтовое волокно по ряду причин может быть выделено как наиболее эффективный вид волокна, применяемый для модифицирования цементных композитов [2]. Связано это в большей степени с его природными свойствами, высокими прочностными показателями, а также высокой адгезией к цементному камню. При этом, вопрос стойкости и в целом влияния на базальтовое волокно агрессивных сред, а именно щелочной среды гидратирующего цемента, до сих пор не имеет однозначного ответа, чем и вызывает ряд сомнений и, как следствие, отказ от применения данного волокна в качестве армирующего компонента цементных систем.

Целью настоящего исследования является определение степени влияния щелочной среды гидратирующего цемента на стойкость некоторых видов дисперсных волокон.

### **Исходные материалы и применяемое оборудование**

В качестве исследуемых видов дисперсных волокон выступили: полипропиленовое (крупное, волокнистое (ВСМ)) и базальтовое волокно.

Выбор именно этих видов волокон главным образом основан на ограниченном использовании последних в цементных системах как раз по причине невысокой стойкости, по мнению авторов [2], к воздействию щелочной среды твердеющего цемента.

Для определения стойкости данных видов волокон использовали методику, предложенную А. А. Пашенко [3]. Степень влияния щелочной среды на стойкость базальтовых и полипропиленовых волокон оценивалась двумя способами: визуально (посредством микрофотографий волокна до и после испытаний) и по потере массы волокна (взвешивание волокон до и после испытаний).

### **Экспериментальные исследования**

В соответствии с используемой методикой [3] исследуемые волокна выдерживаются (при  $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в течение четырех часов в насыщенном растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ( $\text{pH} = 12,58$ ), что соответствует 10 годам нахождения армирующего волокна цементном композите.

Определение значений концентрации ионов водорода ( $\text{pH}$ ) насыщенного раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  проводили на стационарном  $\text{pH}$ -метре « $\text{pH-211}$ » производства HANNA Instruments.

На начальном этапе исследований были сделаны микрофотографии волокон до испытаний при помощи цифрового комплекса «Альтами МЕТ 3С».

Следующим этапом стало выдерживание исследуемых волокон в насыщенном растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в течении четырех часов. После окончания выдерживания волокна извлекали из раствора и высушивали.

Заключительным этапом исследований стало определение потерь массы волокон (путем взвешивания до и после испытаний), а также сравнение микрофотографий волокон до и после проведенных исследований.

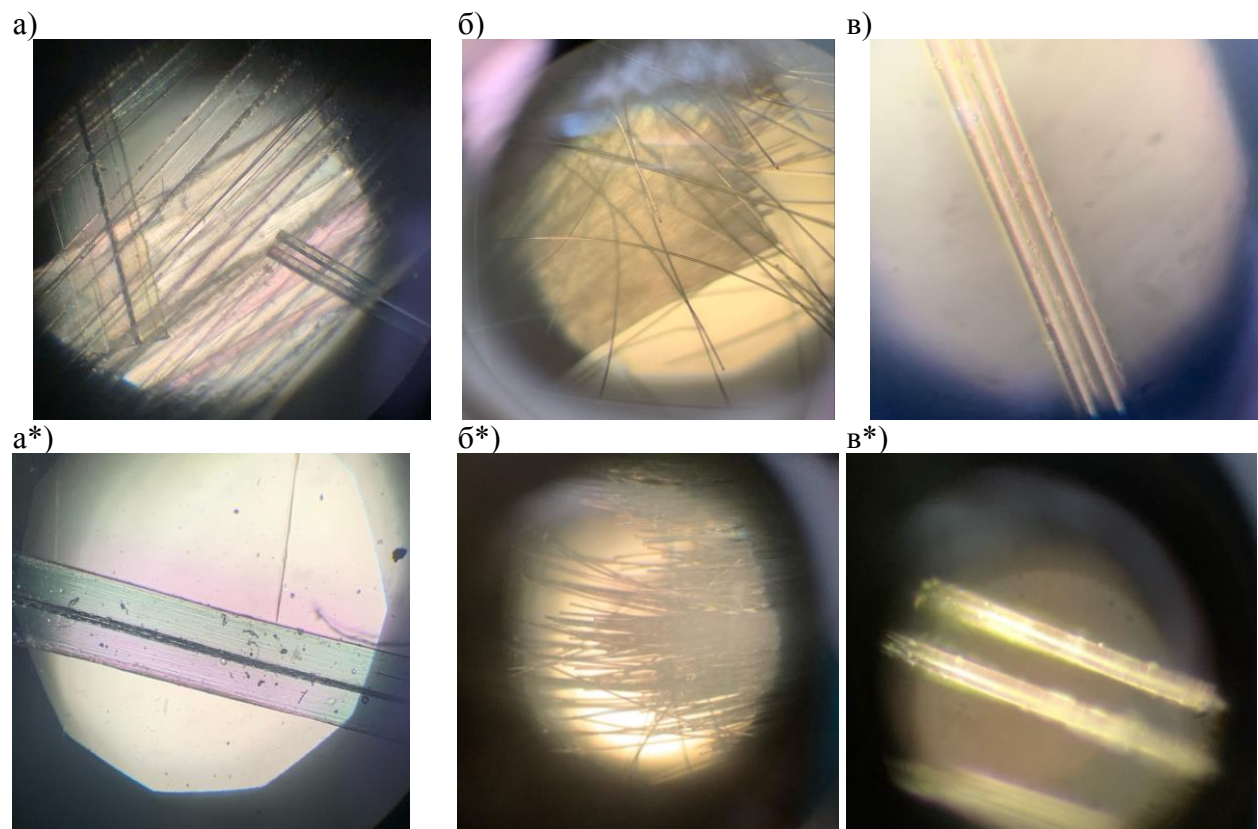
Результаты потери массы волокон представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения массы волокон до и после испытаний

	Вид волокна	Масса волокна до испытаний, г	Масса волокна после испытаний, г	$\Delta$ , %
а)	Полипропиленовое (крупное)	2,00	1,96	2,00
б)	Полипропиленовое (ВСМ)	2,03	1,99	1,97
в)	Базальтовое	2,10	1,96	6,66

Так, исходная масса полипропиленового волокна (крупного и ВСМ) изменилась незначительно, а в случае базальтового волокна составила около 7 %.

Что касается визуального контроля (микрофотографии волокон до и после испытаний), то поверхность как полипропиленовых волокон, так и базальтовых волокон не изменилась (см. рисунок 1). Такие дефекты, как раковины, трещины, сколы, наличие которых могло свидетельствовать о негативном влиянии щелочной среды на данные виды волокон, отсутствуют.



а, б, в – до испытаний; а\*, б\*, в\* – после испытаний  
Рисунок 1 – Микрофотографии волокон

## **Заключение**

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Потеря массы после выдерживания в насыщенном растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в соответствии с методикой [3] полипропиленового волокна составила 2 %, а базальтового волокна  $\approx 7$  %.

2. Поверхность исследуемых волокон после проведенных испытаний не изменилась. Отсутствие дефектов на поверхности волокон свидетельствует о высокой степени стойкости данных видов волокон к воздействию щелочных сред.

3. Комплекс проведенных исследований показал высокую степень стойкости полипропиленовых, а также базальтовых волокон в щелочной среде гидратирующего цемента, в следствие чего данные виды волокон могут быть рекомендованы в качестве армирующего компонента цементных систем.

## **Список цитированных источников**

1. Рабинович, Ф. Н. Устойчивость базальтовых волокон в среде гидратирующих цементов / Ф. Н. Рабинович, В. Н. Зуева, Л. В. Макеева // Стекло и керамика. – 2001. – № 12. – С. 29–32.

2. Бабаев, В. Б. К вопросу о щелочестойкости базальтовой фибры в цементной системе / В. Б. Бабаев // Вестник Белгородского госуд. технолог. университета им. В. Г. Шухова. – 2013. – № 2. – С. 63–66.

3. Армирование неорганических вяжущих веществ минеральными волокнами // А. А. Пашенк [и др.]. – М. : Стройиздат. – 1988. – 201с.

УДК 624.046.5

*Симоник А. Н.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Молош В. В.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

### ***Введение***

Современные архитектурные решения призваны менять облик пространств обитания человека. Начиная с небольших, но достаточно урбанизированных поселений, и завершая современными мегаполисами, все они направлены на создание более комфортной и благополучной среды для жизни.

Для архитектурного конкурса было разработано решение студенческого общежития в стиле архитектурной бионики (рисунок 1а).

В данной работе выполнено исследование и анализ напряжённно-деформированного состояния ограждающих конструкций одного блока студенческого общежития. В проекте жилого блока общежития, имеющего форму додекаэдра, предусмотрены ограждающие конструкции из современных волокнистых композитных материалов. Расчёт напряжённно-деформированного состояния ограждений выполнен в ПК Лира-САПР на действие эксплуатационной нагрузки, нагрузки от собственного веса ограждений, включающей несущие конструкции и утепление, а также нагрузок от снега и ветра.

***Численные исследования напряжённно-деформированного состояния ограждающих конструкций общежития***

На рисунке 2б приведен послойный состав ограждающей конструкции, представляющей из себя вентфасад с армированием препрегом из ровинга