

При использовании костры льна в качестве технологического топлива для декарбонизатора на ОАО «Кричевцементошифер» возможно заменить 5% от используемого условного топлива, на ОАО «Белорусский цементный завод» до 7,6 %, на ОАО «Красносельскстройматериалы» – 3,2%.

© ПГУ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ В МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С.А. ТЕРЕХОВ, В.А. ХВАТЫНЕЦ, Д.Н. ШАБАНОВ

3D printing technologies conquer the world and this is a real scientific and technological revolution that is taking place before our eyes. The novelty of the research consists in modeling the bases excluding deformations. The installation of a monolithic base reinforced with a fiberglass mesh or a frame printed on a 3D printer and a new type of connections will avoid significant damage during operation, and the use of building 3D printers improves the accuracy of construction and significantly shortens the delivery time. Robotization of monolithic construction allows to reduce the number of workers and to minimize the risk of occupational injuries

Ключевые слова: техногенные отходы литейного производства, пористость, 3D-принтер, стеклопластиковая арматура, периодический профиль

1. ВВЕДЕНИЕ

Исследование влияния макроструктуры порошков на физико-механические характеристики изделий на уровне «смешанное вяжущее – наполнитель» определяет необходимость применения математической теории планирования эксперимента, которая позволяет получить необходимые для управления эксплуатационными свойствами материала количественные зависимости в виде полиномиальных экспериментально-статистических моделей. Обобщение физико-химических и математических методов с теорией композиционных материалов позволяет на основе вероятностно-статистической концепции анализа объяснить природу изменения структурных характеристик, определить степень воздействия элементов на эксплуатационные характеристики материалов и выделить наиболее сильно влияющие с учетом взаимодействия для управления свойствами готового изделия с максимальной эффективностью. Одним из вариантов оценки качества является определение степени завершенности структурообразования бетонного материала как функции приращения пористости. Так же возможно установить зависимость между водонасыщением и сложившейся капиллярно-поровой структурой.

В последние годы на мировом рынке активно применяются соответствующие решения, способные преобразить всю инвестиционно-строительную деятельность — это BIM & IPD-технологии, а также 3D-печать.

2. СМЕСИ, СОДЕРЖАЩИЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ, КАК КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ

При устройстве оснований одна из задач заключается в правильном подборе качественного и количественного состава вяжущего для случая замены части извести тонкомолотым шлаком. Прочность уплотненного порошка ($R_{сж.п.}$) зависят от расхода вяжущего, содержания тонкомолотого шлака, оптимальной дисперсности, известково-кремниземистого отношения. Исходя из этого для оценки физико-механических характеристик смесей для дорожных оснований, состоящих из смешанного вяжущего и наполнителя, был поставлен спланированный 3-факторный эксперимент [1]. На их основании были построены графики (см. рисунок 1).

После многоуровневой оценки можно говорить о возможности применения отходов литейного производства в основаниях фундаментов, аэродромных и автомобильных покрытиях, отход обретает определенный статус.

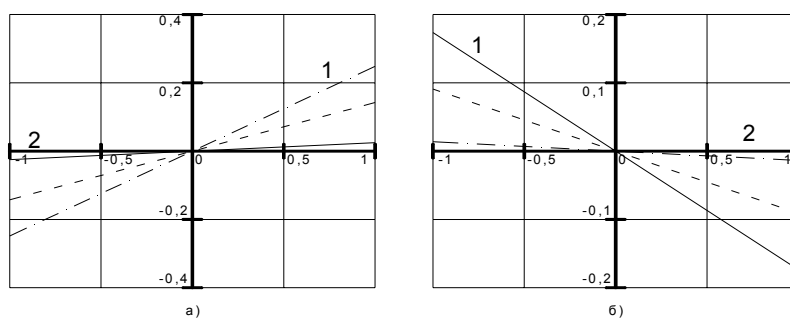


Рисунок 1. – Графики изменения прочности при сжатии смеси по моделям влияния
а) количества вяжущего, б) количества шлака в вяжущем.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРИРОВАНИЯ И ФОРМОИЗМЕНЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ С ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Известно, что физические свойства материалов определяется видом, ориентированием и структурных дефектов. Накопленный опыт показывает, что дефекты зарождаются в материале еще при его получении. Для материалов, состоящих из полидисперсных компонентов, существует набор дефектов, способных прорасти с одного в другой масштабный уровень материала. Доказано, что особое внимание следует уделять генезису структуры, так как заложенные в ней дефекты определяют в большинстве случаев начало и последующую интенсивность разрушения материала под действием эксплуатационных нагрузок [2].

Слабые межфазные взаимодействия между элементарными структурными элементами ЭСЭ на начальных этапах структурообразования вяжущего способствует образованию в непрерывном материале дискретных объемов, называемых усадочными ячейками УЯ (см. рисунок 2). Считая ЭСЭ вяжущего сферами с одинаковым диаметром $d=1$, можно утверждать, что в условиях протекания поверхностных явлений каждый элемент может взаимодействовать с шестью соседними на плоскости и с двенадцатью в объеме. Объем, ограниченный плоскостями, проведенными нормально к образующим поверхность совокупностям элементарных элементов, представляет собой усадочную ячейку нижнего масштабного уровня УЯ-1. Образовавшиеся УЯ-1 представляют собой более сложные упорядоченные структурообразующие элементы – таксоны. Взаимодействие их ведет к образованию следующей по масштабу усадочной ячейки УЯ-2. В свою очередь УЯ-2 является сама структурообразующим элементом для УЯ-3 и т.д. (до УЯ-N) [3]. Рост масштабного уровня усадочных ячеек продолжается до образования критического объема, при котором усадочные деформации внутри дискретных элементов приводят к росту напряжений до критического значения σ_k , превышающего энергию связи между усадочными ячейками. Образуются поверхности раздела (зародыши трещин), на которых проявляются все последующие деформационные процессы. Внутренние поверхности раздела при больших усадочных деформациях способны трансформироваться в опасные для данной конструкции трещины. При выходе на поверхность трещины образуют сложный мозаичный рисунок в виде шести- и пятиугольников (см. рисунок 3).

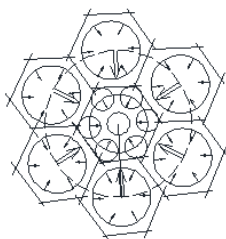


Рис. 2. – Механизм образования в вяжущем усадочных ячеек



Рис. 3. – Выход на поверхность усадочных ячеек

4. ОСНОВАНИЕ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ДРЕНАМИ

Одной из основных причин возникновения и развития преждевременных деформаций фундаментов, аэродромных покрытий и дорожных одежд является использование грунтов повышенной влажности. На современном этапе строительство многих объектов ведется по новым технологиям с применением новых материалов. Одним из таких методов предусматривается устройство дренажа из нетканых синтетических материалов или стеклоткани [4]. Так же имеются рекомендации по применению вертикальных песчаных дрен [5]. Исследуя причины, по которым возникают разрушение строительных конструкций, установлено, что возникновение глубоких выемок связано с выклиниванием грунтовой воды или в водонасыщенных грунтах при промерзании и оттаивании. Для предотвращения последствий выклинивания грунтовыми водами переувлажнения грунтов используют перфорированную трубчатую дренаж с обратным фильтром из чистого морозостойкого щебня [6]. Необходимость мероприятий по осушению грунтов вызвано возникновением пучения, и как правило деформацией строительных конструкций. Технологические приемы по их устранению аналогичны по своему содержанию с осушением переувлажненных грунтов [7]. Исследования, выполненные авторами работы, позволяют рекомендовать для устройства перехватывающей дрены из известкового бетона. Долговечность фундаментов, аэродромных и дорожных покрытий, эксплуатируемых в условиях воздействия влажной среды, в значительной мере обусловлена капиллярными явлениями, имеющими место в тонких порах этих материалов. При характеристике явлений капиллярного впитывания жидкости часто используют так называемый коэффициент сорбции воды A , который для каждого конкретного материала определяется по экспериментальным данным. Полученные результаты коэффициента

сорбции A ($\text{кг}/(\text{м}^2 \times \text{с}^{0,5})$) коррелирует с плотностью (см. *рисунок 4*), коэффициентом стойкости (см. *рисунок 5*) и морозостойкостью (см. *рисунок 6*) образцов.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что с увеличением сорбционной способности прочность материала при увлажнении снижается. Влияние коэффициента сорбции на морозостойкость не высоко. Активное влияния на процессы структурообразования и морфологию строительных изделий на минеральном вяжущем, независимо от их твердения, оказывает применение техногенных отходов, таких как отходы литейного производства. Минеральный состав влияет на свойства через их структурные характеристики и морфологию материала. Одним из факторов, определяющих морфологический облик материала, является состав исходного сырья. В шестифакторном планированном эксперименте по плану Рентшафнера были выявлены влияние сырьевых и технологических факторов на содержание тоберморита [1] (см. *рисунок 7*).

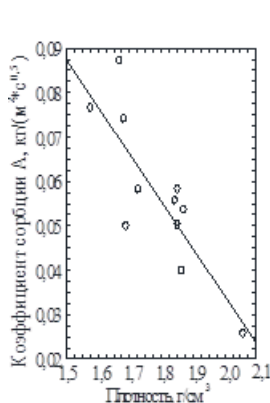


Рис. 4. – Зависимость между плотностью силикатного материала и коэффициентом сорбции A

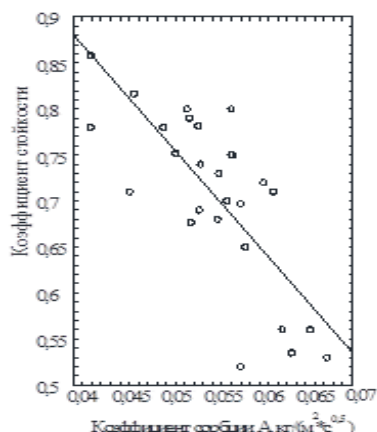


Рис. 5. – Зависимость между коэффициентом сорбции A и коэффициентом стойкости

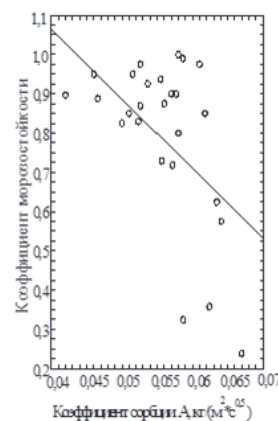


Рис. 6. – Зависимость между коэффициентом сорбции A и коэффициентом морозостойкости

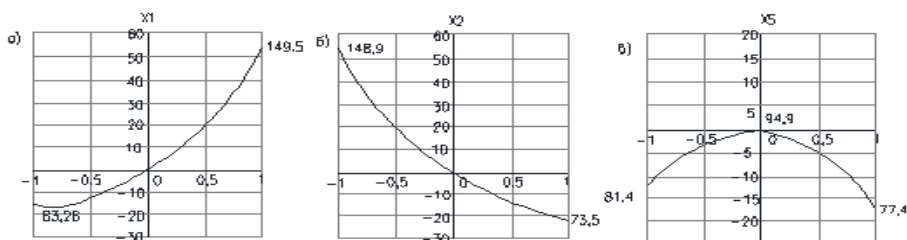


Рис. 7. – График изменения содержания тоберморита в зависимости от: а) расхода вяжущего, б) содержания шлака, в) времени изотермической обработки.

Для оценки влияния техногенных отходов на структуру силикатных бетонов были выполнены исследования и получены данные о кинетике одномерного водопоглощения.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что у материалов с различной структурой скорость капиллярного всасывания различна, а это значит, что техногенные отходы изменяют механику капиллярного всасывания и фильтрацию силикатного бетона.

5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И АРМИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Основу практически всех процессов изготовления композитных материалов составляет процесс пропитки материала полимерным связующим. Пропитка стеклоровинга составом из смолы и отвердителя с учетом высокой вязкости пропитывающего состава – один из наиболее сложно реализуемых процессов пропитки. Однако, несмотря на то, что известные технологии пропитки армирующего изделия вязким составом достаточно хорошо изучены, в структуре пропитываемого изделия могут оставаться пузырьки воздуха. Неоднородность в виде включения пузырьков воздуха в пропитываемой структуре изделия нарушает монолитность композитного материала и влияет на эксплуатационные характеристики [8, 9].

Для уменьшения толщины пропитываемого слоя и создания давления, необходимого для пропитки, чаще всего используют устройства с цилиндрическими отклоняющими элементами – штырями и роликами. Многочисленные патенты и экспериментальные данные свидетельствуют о необходимости

сти таких устройств. При стохастическом расположении волокон под действием связующего формируются структуры, сильно отличающиеся от исходных. В частности, «языки», наблюдаемые в экспериментах с увеличенными моделями, и сильно уплотненные области (см. рисунок 8). При малых натяжениях волокон под давлением связующего происходит почти полное «запирание» слоя. С увеличением натяжения волокон проницаемость волокнистого слоя возрастает, структура материала получается более однородной. При натяжениях, близких к разрывному усилию для волокон, скорость пропитки даже несколько больше, чем в случае системы с фиксированными волокнами.

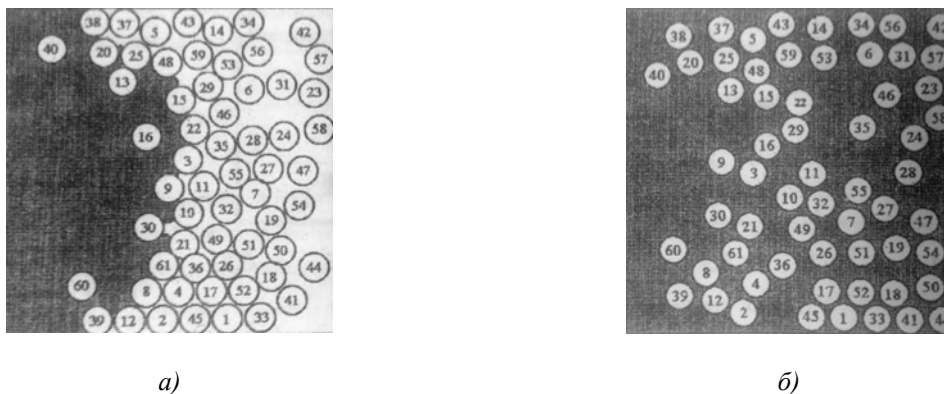


Рис. 8. – Модельная структура натянутого слоя а) в начальной стадии и б) после пропитки

Пропитка непрерывного волокнистого наполнителя составом из смолы и отвердителя с учетом высокой вязкости пропитывающего состава является одним из наиболее сложно реализуемых процессов пропитки [9].

Принимая гипотезу, что участки поперечного сечения плоского волокнистого непрерывного наполнителя имеют схожие характеристики распределения межволоконного пространства. В плоскости сечения наполнителя все волокна отображаются в виде контуров их сечений, расположенных на некотором расстоянии друг от друга в области прямоугольной формы. Площадь всего прямоугольного участка, за вычетом суммарной площади сечений волокон, представляет собой срез межволоконного пространства.

В строительстве все большим спросом начинают пользоваться новые технологии и материалы. 3D-принтер (см. рисунок 9), принцип работы которого основан на технологии 3D-печати волокнистым композитом. Данный принтер предназначен для создания стеклопластиковой арматуры периодического профиля [10] (см. рисунок 10). Предлагаемая модель 3D-принтера позволяет, пользуясь заранее создаваемой 3D-модели, печатать арматуру любой номенклатурой.

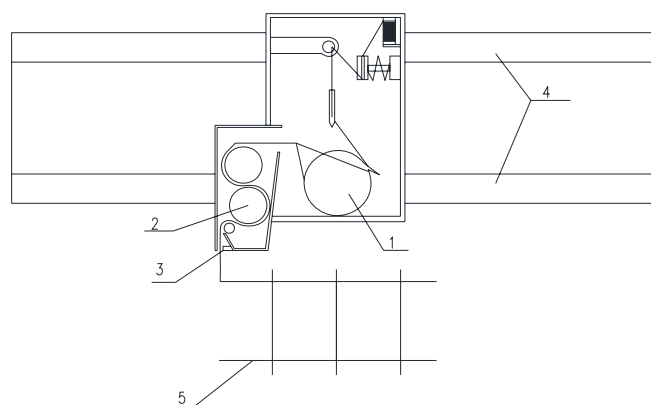


Рис. 9. – 3D-принтер, печатающий волокнистым композитом:
1 – узел формирования периодического профиля; 2 – узел пропитки; 3 – узел холодного отверждения;
4 – направляющие штанги; 5 – напечатанное изделие



Рис. 10. – Стеклопластиковая арматура периодического профиля, получаемая на 3D-принтере

3D-печать изделия происходит за счёт сматывания ровинга с бобин, далее механизм формирует периодический профиль. Стеклоровинг проходят пористые валики, которые обеспечивают пропитку светочувствительной смолой. Холодное отверждение происходит мгновенно под воздействием ультрафиолетовых лучей. В итоге получается готовое изделие: арматурная сетка, плоский каркас или отдельные стержни. По работе выполнен предварительное обоснование экономической эффективности применения 3D-принтера стеклопластиковой арматуры периодического профиля и изделия из нее.

Литература

1. *Шабанов, Д.Н.* Состав и свойства силикатного кирпича с использованием продуктов литейного производства: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05 / *Д.Н. Шабанов*; Брест. гос. тех. ун-т – Брест, 2007. – 23с.
2. *В.И. Соломатов*; под общ. ред. *В.И. Соломатова*. – М: Транспорт // Армополимербетон в транспортном строительстве, 1979. – 232 с.
3. *Вознесенский, В.А.* Методы оптимизации композиционных материалов / *В.А. Вознесенский* – Киев: Будивельник, 1983. – 143 с.
4. *Шишов, Е. В.* Строительство земляного полотна автомобильных дорог из грунтов повышенной влажности с вертикальными песчаными дренами: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.14/ *Е.В. Шишов* – Ленинград, 1984. – 154 с.
5. *Лысенко, М.П.* Состав и физико-механические свойства грунтов/*М.П. Лысенко* – М: Недра, 1980. – 272 с.
6. *Седергрэн, Г.Р.* Дренаж дорожных одежд и аэродромных покрытий/ *Г.Р. Седергрэн* – М.:Транспорт, 1981. – 280с.
7. *Шишов, Е.В.* Осушение переувлажненных связанных грунтов вертикальными дренами / *Е.В. Шишов* // Повышение качества строительства автомобильных дорог в нечерноземной зоне РСФСР / *Е.В. Шишов* – Суздаль, 1983. – С. 21-23.
8. *Сыс В.В.* Особенности пропитки арамидной ткани вязким составом при изготовлении деталей из композитного материала-с.74-78
9. *Городинский П.Л.* Ультразвуковая пропитка стеклотканей конструкций из стеклопластиков – М.,1978 – с. 103-106
10. Способ получения композитной арматуры периодического профиля :полож. реш. пат. Респ. Беларусь, МПК Е 04 С 5/07, В 29 С 55/30, В 29 С 53/26 / *Н.Н. Попок, Д.Н. Шабанов, О.А. Ерошова, Е.А. Менжинский*; заявитель Полоц. гос. ун-т. –№а20130798; заявл. 2013.06.24

©ГТУ

КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ЗНАНИЕ JSE7

Д.И. ТИМОШЕНКО, М.И. ЖАДАН

The appendix is intended for testing of users for knowledge of bases of the Java language, on such subjects as Strings, Variables, Operators and Expressions, Exceptions, Threads, etc. When developing the following technologies were used: Java and SQL language, MySQL database management system and IntelliJ Idea development environment. The appendix will be useful both for beginners, and for skilled Java-programmers, with the purpose of acquisition or refreshing of knowledge of features of the Java language

Ключевые слова: тест, форма, результат, тема, вопрос, Java

Java является основой практически для всех типов сетевых приложений и всеобщим стандартом для разработки и распространения встроенных и мобильных приложений и корпоративного программного обеспечения. Реализованное приложение, осуществляющее тестирование пользователей на знание базовых основ языка Java, представляет собой клиент-серверное приложение, написанное на языке Java, запрашивающее от пользователя регистрацию и авторизацию [1,2]. После авторизации пользователю предлагается выбрать тему, по которой он хотел бы пройти тест. Тестирование представляет собой 10 вопросов с вариантами ответов. После прохождения теста пользователю доступен его результат в виде таблицы верных и неверных ответов, а также есть возможность отправки результата к себе на почту, указанную при регистрации. Так же приложение поддерживает хранение информации о прохождении тестов и другой статистики.

Создание графического приложения начинается с проектирования дизайна для форм, составляющих приложение. Создание формы начинается с создания класса, наследующего класс JFrame и реализующего интерфейс ActionListener из библиотеки Swing. Определяя конструктор для нового класса, создаем дизайн формы, размещаем на ней компоненты, а с помощью реализации интерфейса определяем события компонентов формы. Для создания необходимых для приложения форм использовались компоненты библиотеки Swing.

Зарегистрировать нового пользователя можно нажатием кнопки Registration. При верном заполнении полей формы и нажатии кнопки Login on пользователь перейдет в главное меню программы. Форма содержит MainMenu список тестов, статистику приложения, имя текущего пользователя и кнопки выбора тем тестирования. Новые пользователи сохраняются в базе данных Users. Для создания и работы с базой данных использовался MySQL Workbench инструмент [3]. Для хранения информации о пользователях и статистики в базе данных создано множество таблиц, представлений и SQL-запросов.