

**ТОНКОСТЕННЫЕ ГРУНТОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ, АРМИРОВАННЫЕ
ТЕКСТИЛЬНЫМИ ВОЛОКНАМИ И МАТЕРИАЛОМ НА ПРИМЕРЕ КУПОЛЬНЫХ
ЗДАНИЙ**

**THIN-WALLED GROUT-CONCRETE STRUCTURES REINFORCED WITH TEXTILE
FIBERS AND MATERIALS ON THE EXAMPLE OF DOME BUILDINGS**

И.А.Гандельсман, Л.В. Закревская, П.А. Любин
I.A. Gandelsman, L.V. Zakrevskaya, P.A. Lubin

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых, институт архитектуры строительства и энергетики
Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov,
institute of architecture of construction and power engineering
E-mail: petr.lubin@yandex.ru, lvzak@mail.ru

Рассмотрено применение текстильных волокон и материалов для строительства зданий: в качестве арматурной сетки, составляющей опалубки, пневмоопалубки. Показан механизм взаимодействия текстильных волокон с бетоном, приведены достоинства и недостатки применения текстильных материалов в бетонных конструкциях. Предложен вариант применения грунтобетона с текстильным материалом для возведения тонкостенных конструкций на примере купольных зданий. В полученной конструкции рассмотрены такие характеристики как водостойкость, морозостойкость, огнестойкость, долговечность

Ключевые слова: грунтобетон; магнезиальное вяжущее; технический текстиль; купольные здания; тонкостенные конструкции; водостойкость.

The application of textile fibers and materials for the construction of buildings is considered: as a reinforcing mesh, formwork, air formwork. The mechanism of interaction of textile fibers with concrete, the use of advantages and disadvantages of using textile materials in concrete structures is shown. Recommend option of concrete with a textile material for the construction of thin-walled structures on the experience of domed buildings. In the received design, such characteristics as water resistance, frost resistance, fire resistance, durability

Key words: ground-concrete; magnesian binder; technical textiles; domed buildings; thin-walled structures; water resistance.

С каждым годом возрастает интерес к текстильным материалам в строительной индустрии. Текстиль применяется для армирования грунтов, в качестве опалубки, утеплителя, звукоизоляции, гидроизоляции. С использованием текстильных материалов изготавливают стропы и прочий вспомогательный инвентарь, бетонное полотно и многое другое.

Во многих случаях металлический каркас может быть с успехом заменен текстилем. Более того, современные тенденции в производстве конструкционных материалов, армированных текстилем, заключаются в расширении области их применения, — от второстепенных, не несущих нагрузки элементов к первостепенным несущим конструкционным элементам.

Достоинствами применения текстильных материалов в качестве арматуры являются снижение веса конструкции, отсутствие коррозии, снижение толщины защитного слоя бетона, а следовательно, толщины всей конструкции, долговечность. Кроме того, удобство работы с текстильным материалом и волокнами позволяют получать конструкции любых пространственных форм.

К недостаткам можно отнести неустойчивость к высоким температурам, высокая деформативность материала, при заливке бетона в опалубку текстильный материал

прогибается, деформируется. Из-за этого возникают проблемы с наличием армирования в требуемых зонах.

В строительных работах часто возникает необходимость создания легких конструкций, таких как арки, перекрытия входов, навесы, козырьки, карнизы, и ряда декоративных элементов — бордюров, рельефов и т.п. Конструкционные композиты на текстильной основе становятся передовым строительным материалом.

Основная область их применения находится там, где применение стальной арматуры ограничено. Данные бетонные композиты могут изготавливаться с толщиной от 10 мм, что не всегда может быть достигнуто с использованием стандартной стальной арматуры. Более того, из-за исключительно выгодного соотношения веса и прочности, данные структуры могут быть весьма полезными при производстве тонкостенных строительных конструкций, реставрации различных архитектурных элементов, при усилении и армировании стен старых зданий, а также при изготовлении и реставрационном восстановлении различных фасадных элементов. [1, с. 21]

При армировании бетона наиболее целесообразно применение текстильных материалов на основе стеклянных, базальтовых волокон, углеродных нитей. Применение полиэтиленовых волокон и полотен из них менее целесообразно ввиду крайне низкого модуля упругости материала по сравнению с армируемым материалом.

Широкое распространение получил прорезиненный текстиль (например, ткань В 870 RIB Stjр), используемый в качестве пневмоопалубки. Пневмоопалубка это герметичная гибкая оболочка в которую нагнетается воздух, а затем наносится бетон.

Основной недостаток монолитного железобетона заключается в большом объеме ручного труда, достигающего в ряде случаев 50 %. Причем значительную долю этого объема составляют опалубочные работы. Достаточно сказать, что 35—45 % общих трудозатрат на возведение приходится на опалубочные работы, а по стоимости — 15—25 %. Одним из перспективных направлений совершенствования опалубочных работ является использование в качестве опалубки для возведения монолитных конструкций пневмонапряженных систем. [2, с. 49]

Опытные работы по бетонированию конструкций с применением пневмоопалубок показали, что метод позволяет приблизить сроки возведения монолитных пространственных конструкций к сборным вариантам, значительно уменьшив при этом стоимость сооружения. Применение пневмоопалубок повышает качество бетонированной поверхности, снижает затраты на последующую доводку конструкций, улучшает условия и сокращает сроки выдерживания бетона, позволяет возводить конструкции рациональной геометрической формы. [3, с. 23]

Бетон наносится на поверхность опалубки торкретированием — набрызгом тощего бетона с помощью сжатого воздуха. В результате образуется прочная бетонная конструкция с минимальным количеством пор. После набора бетоном необходимой прочности, опалубка демонтируется и может быть использована повторно.

В данной работе предложен вариант совместного применения различных текстильных материалов в качестве пневмоопалубки и текстильных волокон в качестве армирования для получения тонкостенной конструкции, в качестве конструкционного материала был выбран разработанный нами грунтобетон на магнезиальном вяжущем, форма конструкции дома — купольная.

Купольные дома во настоящее время приобретают всё большую актуальность, этому способствует ряд преимуществ таких зданий.

Энергоэффективность. Экономия энергии, затрачиваемая на отопление и охлаждение заключается в площади внешней поверхности здания. Чем меньше общая площадь внешней поверхности (стен и крыши), тем выше КПД энергозатрат на поддержание требуемого климата в помещении. Внешняя площадь купола почти на четверть меньше, чем у параллелепипеда с такой же жилой площадью. К тому же, теплотери фундамента здания, в основном, зависят не от площади пола, а от длины периметра. Купол с меньшим отношением

периметра к площади, чем у «прямоугольного» дома, потеряет значительно меньше тепла через фундамент.

Эффективный воздухообмен. Искривлённая поверхность купола способствует естественной циркуляции воздуха в помещении. Снаружи купола, благодаря аэродинамическому эффекту конструкции, ветер огибает купол с меньшим сопротивлением. Для сравнения, «прямоугольный» дом является плоским барьером для ветра, создавая сильное положительное давление ветра с одной стороны и разреженность (отрицательное давление) на противоположенной внешней поверхности, что и создаёт сквозняки, вытесняющие теплый воздух наружу, который замещается уличным.

Особенности интерьера купольной конструкции дадут несравненно большую свободу планировки, равномерность распределения света, тепла и звука. Купола отличаются превосходными световыми характеристиками, так как сферические формы усиливают свет, а прямоугольные – поглощают. Во многих случаях внутри купола светлее, чем на улице, даже без внутреннего освещения (из-за отражения света от стен и его фокусирования в направлении центра купола).

Акустические преимущества включают равномерное распределение звука, отсутствие резонирующего эффекта и на 30% снижают внешние шумы.

Композиционный материал – грунтобетон был выбран в качестве конструкционного материала за счет его цены и наличия сырья для его изготовления в любом регионе. На рис. 1 представлены полученные образцы.

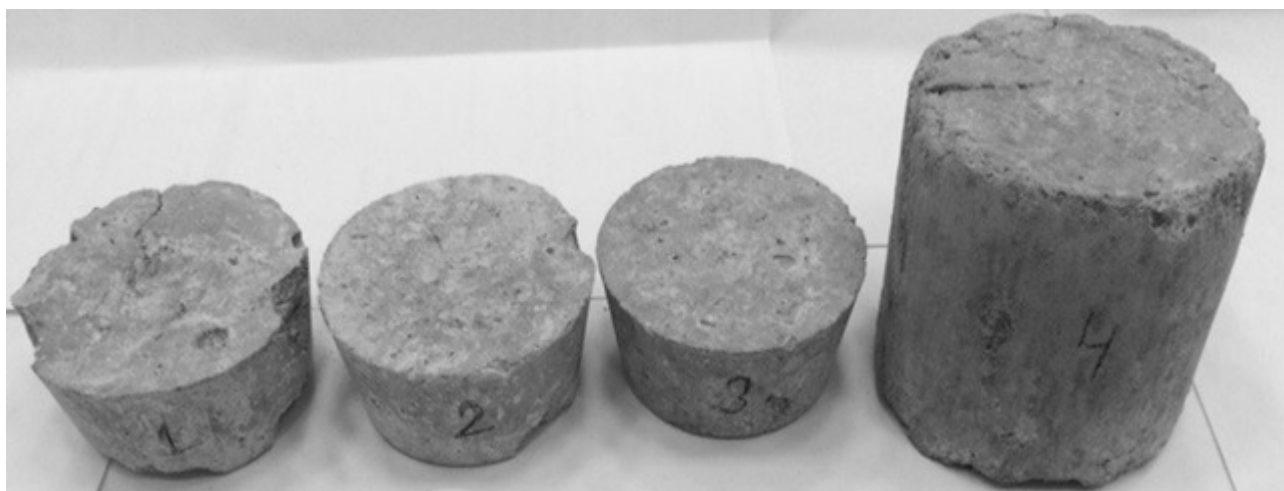


Рис. 1 Синтезированные образцы грунтобетона

Нами был разработан ряд составов грунтобетона с различными характеристиками на магниальном вяжущем с внесением специальных добавок. Варьировалось процентное соотношение вяжущего и грунта, оптимальным и наиболее экономически выгодным оказалось соотношения вяжущего к грунту 30% на 70%. Магниальное вяжущее было получено нами из доломитовой муки. Доломит — минерал из класса карбонатов химического состава $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Во Владимирской области имеется целый ряд крупных месторождений доломита, и доломитовая мука является отходом добычи щебня. Доломитовую муку применяют для изготовления особых марок цемента, в качестве огнеупорного материала, как флюс в металлургии, сырьё в химической промышленности и стекольном производстве.

Полученное вяжущее в отличие от портландцемента требуется затворять не водой, а раствором бишофита, сульфата магния, бикарбоната магния, которые взаимодействуют с MgO .

Рентгенофазовый анализ обожженного доломита свидетельствует о значительном содержании MgO , которого вполне достаточно для получения вяжущего. На рис. 2

представлен рентгенофазовый анализ синтезированного магниезального вяжущего из отходов добычи доломита.

Commander Sample ID (Coupled TwoTheta/Theta)

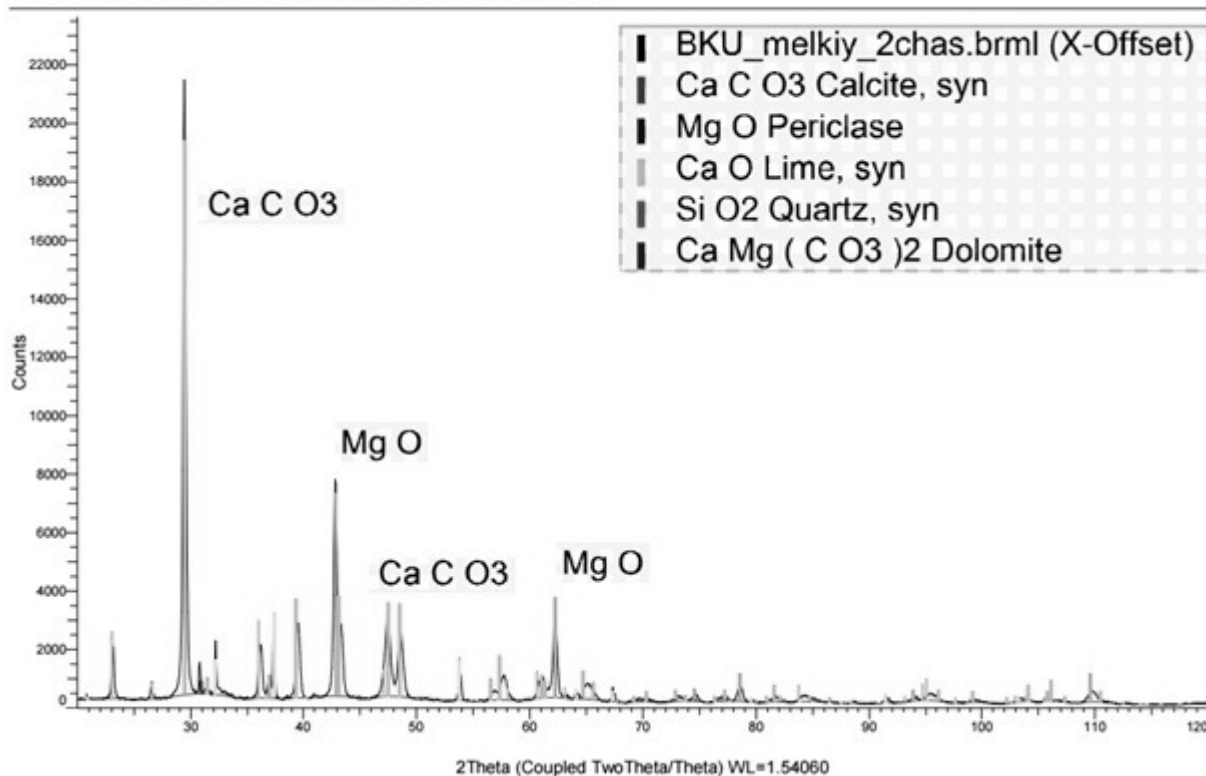


Рис. 2 Рентгенофазовый анализ синтезированного вяжущего

На рис. 3 представлена структура синтезированного магниезального вяжущего из отходов добычи доломита с помощью растровой электронной микроскопии.

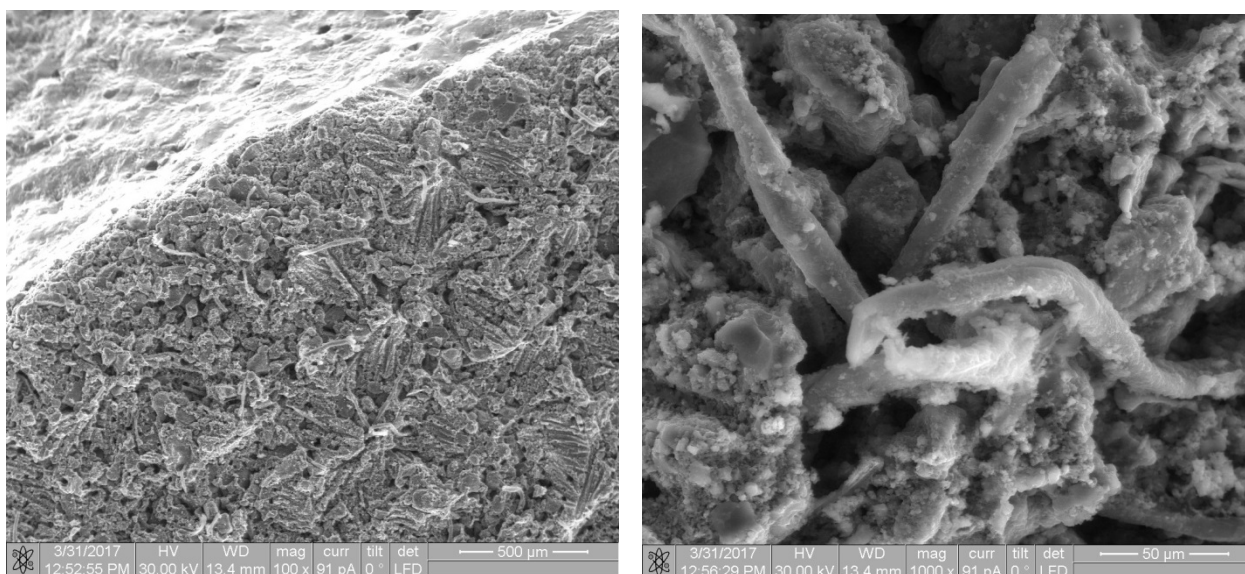


Рис. 3. Электронно-микроскопические снимки структуры магниезального вяжущего

Для изучения механизма взаимодействия вяжущего с грунтом, были проведены исследования микроструктуры образцов грунтобетона с помощью растровой электронной микроскопии. Анализ показал наличие массивных зерен грунта (50-500мкм) окруженных

более мелкими частицами – затвердевшим вяжущим или более сложными соединениями. Кроме того были замечены кристаллы размером около 1 мкм предположительно скрепляющие грунт и вяжущее. На рис. 4 представлены электронно-микроскопические снимки образцов с увеличением до 100 мкм. слева и 3 мкм. справа.

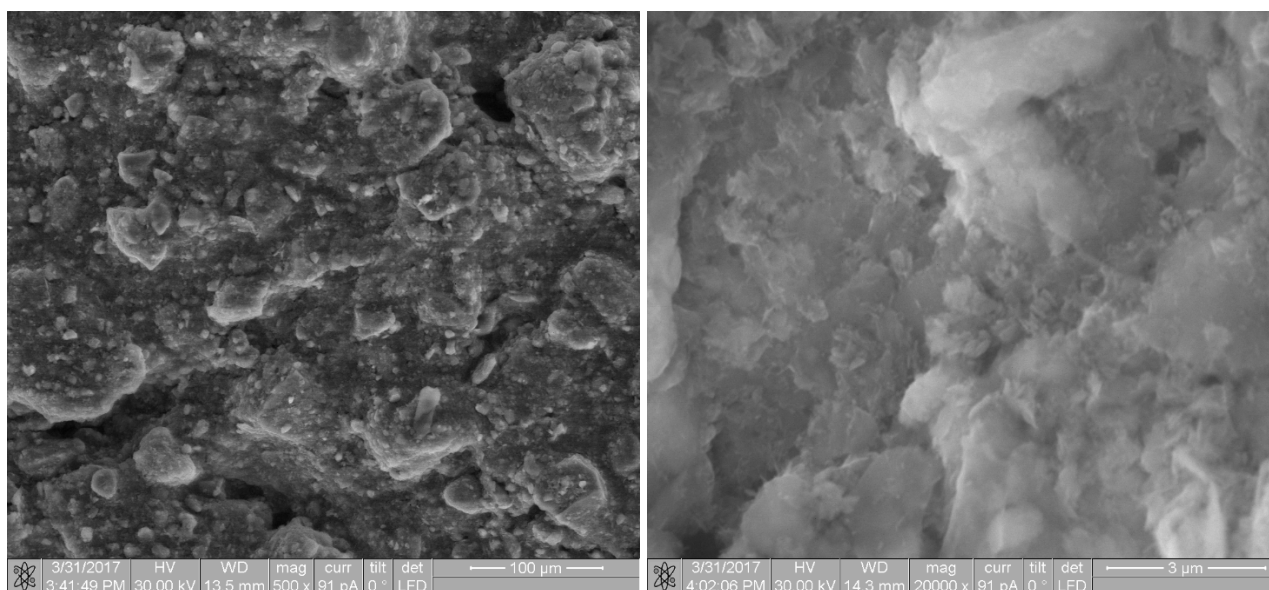


Рис. 4. Электронно-микроскопические снимки образцов грунтобетона

Полученный композиционный материал имеет высокую водостойкость за счет применения дигидроортофосфата калия – $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Цена получаемого грунтобетона в 5-7 раз ниже чем у бетона, требуемого для торкрет-установок. Это достигается за счет того, что основной заполнитель требуемого тощего бетона – дорогостоящий песок определенного гранулометрического состава, а основная составляющая грунтобетона – глинистый грунт имеющийся в избытке повсеместно.

Разрабатываемая технология состоит из следующих этапов. Подготовка основания, и устройство фундамента, целесообразно применение винтовых свай с железобетонным ростверком так как нагрузки на фундамент незначительны, а также возможно возникновение выдергивающих усилий, железобетонный ростверк удобен для закрепления опалубки здания. Другим вариантом фундамента является монолитная плита из грунтобетона толщиной не менее 300мм. Далее монтируется текстильное полотно. Нагнетается давление и торкретированием наносится грунтобетонный состав, определенной толщиной, далее монтируются текстильные волокна или сетка и наносится второй слой грунтобетона до проектной толщины. После набора требуемой прочности опалубка демонтируется.

Использование текстильных волокон в совокупности с прочным текстильным материалом позволяют получить тонкостенные грунтобетонные конструкции, кроме того отсутствует необходимость в толстом защитном слое грунтобетона так как нет риска коррозии арматуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурак, Е. Э. Методика исследования технологических параметров торкретирования бетонной смеси на горизонтальную пневмоопалубку // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура, Воронеж, 2011.
2. Бурак, Е. Э. Возведение строительных конструкций методом торкретирования с использованием пневматической опалубки и специальных машин / Е. Э. Бурак // Вестник Централ. регионал. отделения РААСН: сб. науч. тр. — Москва: [б. и.], 2004. — Вып. 3.

3. Столяров О.Н., Горшков А.С. Применение высокопрочных текстильных материалов в строительстве // Инженерно-строительный журнал, №4 Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Санкт-Петербург, 2009.

УДК: 677.076.4:677.494

ГЕОРЕШЕТКА ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГРУНТА

GEOCELL FOR GARDENING SOIL

Ю.А. Щепочкина
Ju.A. Shchepochkina

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: julia2004ivanovo@yandex.ru

Предложена георешетка, выполняющая не только свои традиционные функции по укреплению грунтов, но и способствующая их озеленению. Предусмотрено нанесение на георешетку слоя экологически безопасного клеящего водорастворимого вещества, минерального или органического удобрения, семян растений с последующим отверждением клеящего вещества. Подобная георешетка может быть использована для укрепления и озеленения слабых грунтов, склонов, устройства спортивных площадок, газонов.

Ключевые слова: георешетка, озеленение

Proposed geogrid, performing not only its traditional functions to strengthen the soil, but also conducive to their landscaping. Provided the application of the geogrid layer eco-nomically secure adhesive water-soluble substances, mineral or organic fertilizers, plants seeds, followed by curing of the adhesive. This geogrid can be used to strengthen and landscaping soft soils, slopes, devices, athletic fields, lawns.

Keywords: Geogrid, landscaping

В последнее время на рынке геотекстиля востребованы ячеистые тканые структуры [1, 2], георешетки (геосетки). В традиционном понимании георешетка для грунта – это эластичный плоский рулонный материал с сетчатой структурой, ребра которого образованы из пучков нитей и скреплены с образованием ячеек, размеры которых больше образующих решетку ребер. В качестве материала для изготовления георешеток применяются полиэфирные, полиамидные, полипропиленовые, льняные и другие текстильные волокна [3]. Для увеличения срока службы георешетка может быть обработана гидрофобными составами.

Георешетку широко используют для укрепления слабых грунтов, возведения насыпей, восстановления оползневых склонов. При этом использование георешетки, как правило, обеспечивает устойчивость грунтов и насыпей, уменьшает их размывание дождями. Вместе с тем, в ряде случаев грунты [4], в том числе укрепленные георешеткой, требуют последующего озеленения.

Нами предлагается георешетка с расширенными функциональными возможностями, не только выполняющая свои традиционные функции по укреплению грунтов, но и способствующая их озеленению.

Для получения георешетки для озеленения грунта за основу может быть взята выпускаемая промышленностью крупноячеистая георешетка. В частности, нами была использована георешетка «Ультранит» на основе полиэфирных волокон, изготовленная ООО «Ультростаб» (г. Тейково) на традиционном ткацком оборудовании, рис.1. Поверхность ребер георешетки по принятой на предприятии технологии обработана гидрофобным составом на основе поливинилхлорида.