

ным химизмом воздействия на корневую систему. Намного сложнее вести освоение свалок, насыщенных практически не перегнивающими отходами производства, терриконов, а также территорий, вышедших из-под химического производства. До последнего времени освоение таких территорий ведется только после насыпки мощного слоя растительного грунта.

2) Формами рельефа, оставшимися после выработки. Отрицательные формы обычно используются под водоемы, положительные преобразуются для сооружений и приспособляются для насаждений. Обработка рельефа под зрелищные или спортивные сооружения (амфитеатры, игровые площадки) подчиняется определенным техническим требованиям.

Геопластика, известная на протяжении многих веков, получила свое определение совсем недавно и в настоящее время активно используется в ландшафтном проектировании. Она позволяет как подчеркнуть достоинства уже существующего рельефа, так и полностью его изменить и придать новые свойства и функции в зависимости от существующих условий и предъявляемых требований. Основным местом воплощения приемов геопластики являются парки и другие озелененные территории, предназначенные для отдыха и рекреации. Основной современной тенденцией является рекультивация – восстановление загрязненных и нарушенных территорий. Процесс рекультивации происходит в несколько этапов – технический этап рекультивации, биологический и строительный, каждый из которых подразумевает использование приемов геопластики. Все проводимые мероприятия позволяют регенерировать непригодные для использования территории и дать им «вторую жизнь», что позволяет восстановить природное равновесие и положительно сказывается на экологии Земли.

Список цитированных источников:

1. Курбатов, В.Я. Всеобщая история ландшафтного искусства / В.Я. Курбатов. - М.: Эксмо, 2007. - 736 с.
2. Исаченко, А.Г. Ландшафты / А.Г. Исаченко, А.А. Шляпников. - М.: Мысль, 1989. - 504 с.
3. Проблема использования городских нарушенных территорий / А.Д. Потапов, И.М. Сенющенкова, О.О. Новикова, Е.А. Гудкова // Вестник МГСУ. 2012. № 9. С. 197—202.
4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]/... - Режим доступа: <http://greenconsumption.org/5-zaschita-litosfery> — Дата доступа: 09.05.2016
5. Голованов, А. И. Рекультивация нарушенных земель. Учебник / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин. - М.: Лань, 2015. - 336 с.

УДК [691.535:693.554]:666.193.2

Беломесова К.Ю.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Тур В.В.

ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫЕ РАСТВОРЫ, АРМИРОВАННЫЕ БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ

Целью данной работы является установление оптимального количества армирующего компонента, позволяющего достичь высоких показателей прочности при сжатии и растяжении при изгибе, а также уменьшить величину уса-

дочных деформаций при применении в качестве вяжущего вещества напрягающего цемента.

Введение.

Изготовление бетонных и железобетонных изделий из бетона на основе портландцемента в настоящее время широко распространено в строительстве. Однако, как известно, бетон подвержен усадочным деформациям, развивающимся как во время гидратации портландцемента, так и в процессе эксплуатации конструкций [1]. Одним из эффективных способов снижения неблагоприятных последствий усадки является применение напрягающих бетонов. Напрягающий бетон – это бетон на основе расширяющегося вяжущего, обладающий способностью при твердении увеличиваться в объеме, а в условиях ограничения деформаций расширения развивать усилие самонапряжения [2].

Бетоны на напрягающем цементе за счет своих свойств позволяют с успехом применять их в сборных и монолитных конструкциях и сооружениях в различных областях строительства. В практике строительства применяют как напрягающие бетоны для получения нормируемой величины самонапряжения, так и бетоны с компенсированной усадкой, в которых самонапряжение не нормируется. Особенно эффективно применение таких бетонов в конструкциях и сооружениях, к которым предъявляются высокие требования по трещиностойкости, водонепроницаемости и долговечности.

Вместе с тем, напрягающий бетон является искусственным камнем, показывающим низкое сопротивление растяжению. В целях повышения сопротивления бетонных конструкций изгибу и растяжению, последние армируют непрерывной волокнистой арматурой, применяя для этого стекловолокно, полимеры и металл. Однако, не смотря на свои очевидные преимущества, данные армирующие материалы имеют ряд существенных недостатков.

Что же касается базальтовой фибры, применяемой в качестве армирующего компонента, то она обладает рядом преимуществ перед перечисленными выше материалами. Одним из таковых является то, что фибра обеспечивает трехмерное укрепление бетона в сравнении с традиционной арматурой, которая обеспечивает двухмерное укрепление. Применение базальтовой фибры в бетонных смесях позволяет уменьшить трудозатраты по армированию бетонных изделий, добиться повышения производительности работ, а также снизить толщину и вес конструкции, при этом увеличивая ее трещиностойкость и долговечность.

Целью данной работы являлось определение оптимальной концентрации армирующего компонента (фибры), оказывающей положительное влияние на рост прочностных характеристик напрягающего цемента, характеристик расширения без изменения других показателей.

Исходные материалы и применяемое оборудование.

Напрягающий цемент изготавливали в лабораторных условиях, при смешивании портландцемента и расширяющейся добавки. Процентное соотношение компонентов было принято следующим: 71:14:15 – портландцемент СЕМ I 42,5 N : высокоактивный метакраолин (ВМК) : гипс природный.

Приготовление напрягающего цемента включало два этапа: на первом этапе приготавливали суспензию из воды, метакраолина и гипса. На втором этапе в ранее приготовленную суспензию вводили портландцемент (ПЦ) с дальнейшим перемешиванием всех составляющих. Смешивание компонентов напрягающего цемента, осуществляли с помощью механического смесителя в соответствии с СТБ EN 196-3 [3]. С целью изучения влияния базальтовой

фибры как армирующего компонента изготавливали образцы-балочки размером $4 \times 4 \times 16$ см на основе цементно-песчаной смеси состава Ц:П = 1:1.

В качестве армирующего компонента применяли базальтовую фибру с длиной волокна 25 мм. Количество армирующего компонента было принято в количестве 5 % по массе вяжущего вещества. Для улучшения равномерного распределения базальтовой фибры в цементно-песчаной матрице, а также увеличения пластичности смеси был применен гиперпластификатор на поликарбоксилатной основе.

Основными контролируруемыми параметрами напрягающего цемента являлись величина самоупреждения и линейного расширения согласно [4]. Для определения основных показателей напрягающего цемента (НЦ) существуют методы и оборудование подробно описанные в СТБ 1335 [4].

Для определения прочности на растяжение при изгибе и прочности на сжатие использован гидравлический пресс марки с CONTROLS AUTOMAX, данный пресс является универсальным лабораторным прессом, позволяющим проводить испытания в условиях контроля скорости сжатия и изгиба, а так же нагрузки на образец. Пресс оснащен микропроцессорным блоком управления, что позволяет выводить результаты испытания и запоминать их.

Экспериментальные исследования.

Для определения величины самоупреждения и линейного расширения напрягающего цемента, были заформованы контрольные образцы в соответствии с СТБ 1335 [4]. Контрольные измерения связанных и свободных деформаций опытных образцов производили для напрягающего цемента в возрасте 1, 3, 7, 14, 21 и 28 суток в соответствии с указаниями нормативных документов.

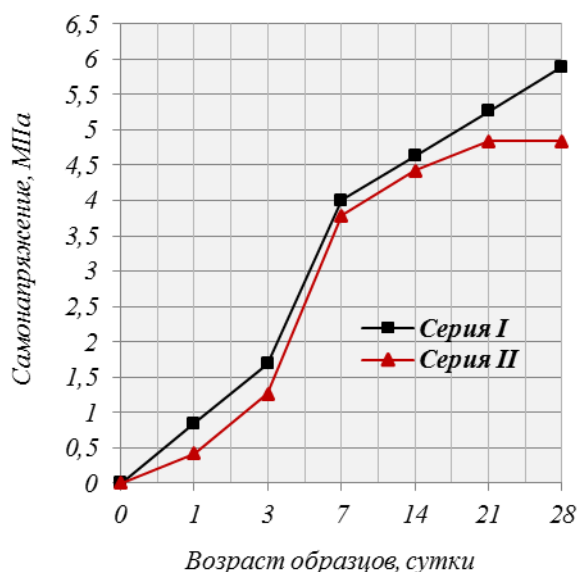
Испытаниям подвергали следующие образцы:

серия I – образцы из цементно-песчаной смеси;

серия II – образцы из цементно-песчаной смеси, армированной базальтовой фиброй.

Для наглядного представления протекания процесса роста величины самоупреждения и линейного расширения опытных образцов двух серий на протяжении 28 суток, были построены графические зависимости, представленные на рисунке 1.

а)



б)

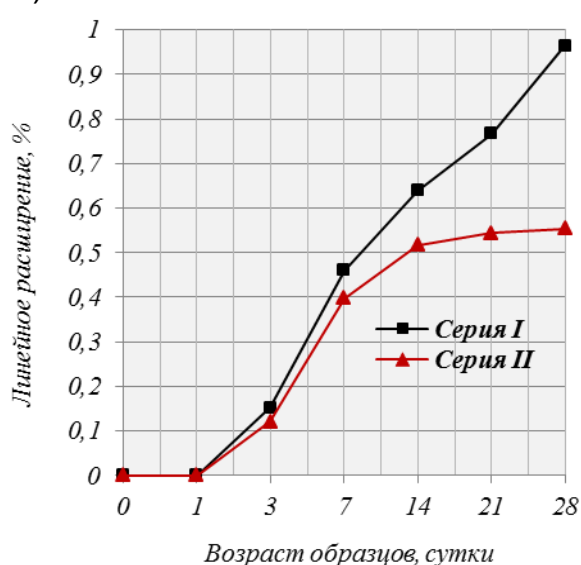


Рисунок 1 – График развития самоупреждения (а) и линейного расширения (б) во времени

Конечные значения величины самонапряжения и линейного расширения серий образцов из напрягающего цемента в возрасте 28 суток представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения величин свободных и связанных деформаций напрягающего цемента

Серия образцов	Самонапряжение, МПа (в возрасте 28 суток)	Линейное расширение, % (в возрасте 28 суток)
Серия I	5.88	0.964
Серия II	4.83	0.551

На основании полученных данных был проведен сравнительный анализ образцов серии I и серии II. Значение величины самонапряжения образцов, не армированных базальтовой фиброй (серия I) превышает значение образцов, армированных базальтовой фиброй (серия II) примерно на 20 %.

Что же касается значений линейного расширения, то величина линейного расширения образцов, не армированных базальтовой фиброй, практически вдвое превосходит значение величины линейного расширения образцов, армированных базальтовой фиброй.

На основании полученных данных можно сделать вывод о степени влиянии базальтовой фибры на рост свободных и связанных деформаций напрягающего цемента. Необходимо отметить, что базальтовое волокно (фибра) представляет собой отрезки комплексного базальтового волокна заданной длины в виде рассычатых монофиламентов, а по своей структуре схоже с цементным камнем и обладает природной естественной шероховатостью. Именно благодаря своей шероховатости достигается высокое сцепление волокон с цементной матрицей, а за счет способности разделения волокна на отдельные монофиламенты достигается равномерное распределение волокон по объему смеси.

Однако необходимо отметить, что для равномерного распределения волокна необходимо подобрать оптимальный способ введения данного волокна в цементно-песчаную матрицу и способ перемешивания всех составляющих.

В ходе проведенных исследований выявлено, что наиболее эффективно вводить базальтовое волокно в заранее приготовленную суспензию, состоящую из воды и напрягающего цемента, с последующим добавлением песка. При таком способе перемешивания базальтовое волокно разделяется на отдельные монофиламенты, которые в свою очередь равномерно распределяются по объему смеси вызывая эффект объемного армирования, что также влияет и на прочностные характеристики смеси.

Определение прочности на сжатие и растяжение при изгибе цементно-песчаных растворов серий I и II выполняли в возрасте 1, 3, 7 и 28 суток.

Значения прочности на сжатие и на растяжение при изгибе опытных образцов из напрягающего цемента в возрасте 28 суток представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Прочностные характеристики напрягающего цемента

Серия образцов	Средняя прочность на сжатие, МПа (в возрасте 28 суток)	Средняя прочность на растяжение при изгибе, МПа (в возрасте 28 суток)
Серия I	40.88	6.54
Серия II	71.61	14.61

По результатам экспериментальных исследований выявлено, что армирование цементно-песчаной смеси базальтовым волокном (фиброй) в количестве 5 % от массы вяжущего, повышает величину прочности на сжатие примерно на 70 %, а величину прочности на растяжение при изгибе на 120 %.

Увеличение прочностных показателей напрягающего цемента обусловлено целым рядом причин, одной из которых является природа и структура самого базальтового волокна. Базальтовое волокно (фибру) производят из расплава горных пород типа базальта, обладающего высокими показателями прочности, благодаря чему при взаимодействии фибры с цементным камнем создается плотное и прочное сцепление.

Однако также необходимо отметить, что на начальных этапах прирост прочности не так выражен, чего нельзя сказать о более поздних сроках. Как показано на рисунке 2 нарастание прочности происходит опережающими темпами в возрасте 7 суток, что вероятно, является результатом более глубоких гидратационных процессов при твердении цементного камня в присутствии такого типа волокон.

Заключение. В данной работе акцент был поставлен на определение оптимального количества базальтового волокна, как армирующего компонента, которое смогло бы повлиять на рост прочностных показателей напрягающего бетона. В результате проведенных исследований установлена рекомендуемая дозировка базальтовой фибры, которая составила 5 % от массы вяжущего. Именно при концентрации базальтовой фибры в этих пределах происходит рост прочностных характеристик цементно-песчаной смеси, таких как прочность на растяжение при изгибе и прочность на сжатие.

Предложен оптимальный способ введения базальтового волокна, позволяющий достичь равномерного распределения армирующего компонента по объему смеси. Оптимальный способ введения базальтовой фибры заключается в ведении волокон в заранее приготовленную суспензию, состоящую из напрягающего цемента с водой.

Список цитированных источников

1. Потапова, Ю.И., Структура и свойства бетонов с двухстадийным расширением // Диссертация - Ростов-на-Дону, 2015.
2. Бетоны напрягающие. Технические условия: СТБ 2101-2010. – Введ. 01.01.2011 – Мн.: Госстандарт, 2011. – 20 с.
3. Методы испытания цемента. Часть 3. Определение времени схватывания и равномерности изменения объема: СТБ ЕН 196-3-2000. – Введ. 01.01.2001 – Мн.: Минстройархитектуры, 2001 – 7 с.
4. Цемент напрягающий. Технические условия: СТБ 1335-2002. – Введ. 01.01.2003 – Мн.: Минстройархитектуры, 2002. – 11 с.