



Казимагомедов И. Е.



Юнис Башир



Саад Салем

Казимагомедов И. Е., к.т.н.,

доцент кафедры строительных материалов и изделий,
✉ kazimagomedov.1957@mail.ru ☎ +38 (097) 992-46-03,

Юнис Башир, к.т.н.,

доцент кафедры строительной механики,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661-04-94,

Саад Салем, аспирант,

✉ sesonoor@yahoo.com ☎ +38 (093) 528-06-35,

Харьковский национальный университет строительства
и архитектуры (ХНУСА), ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002

Ibrahim Kazimagomedov, Ph.D.,

assistant professor of building materials and products Department,
✉ kazimagomedov.1957@mail.ru ☎ +38 (097) 992-46-03,

Basheer N. Younis., Ph. D.,

assistant professor of structural mechanics Department,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661-04-94, e-mail:

Saad Salem, postgraduate student,

✉ sesonoor@yahoo.com ☎ +38 (093) 528-06-35,

Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkov, 61002

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОННЫХ МИКРОАРМИРОВАННЫХ ТРУБ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЛИВАНА

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕТОННИХ МІКРОАРМОВАНИХ ТРУБ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЛІВАНУ

PROSPECTS FOR THE USE OF CONCRETE MICRO-REINFORCED PIPES FOR WATER SUPPLY IN LEBANON

Анотация. Рассмотрен способ повышения прочности бетона при растяжении путём введения микроармирования неметаллическими волокнами, который даёт возможность получить материал для труб низконапорных ирригационных водоводов.

Ключевые слова: климатические условия, водные ресурсы, трубопроводы, полипропиленовая фибра, микроармирование.

Анотація. Розглянуто спосіб підвищення міцності бетону при розтягуванні шляхом введення мікроармування неметалічними волокнами, який дає можливість отримати матеріал для труб низьконапірних іригаційних відвідів.

Ключові слова: кліматичні умови, водні ресурси, трубопроводы, поліпропіленова фібра, мікроармування.

Annotation. A method of increasing the strength of concrete during stretching by introducing micro-reinforcement with non-metallic fibers is considered, which makes it possible to obtain a material for pipes used in place of reinforced concrete for low-pressure irrigation pipelines

Key words: climatic conditions, water resources, pipelines, polypropylene fiber, micro-reinforcement.

Актуальность темы исследования

Для многих стран мира актуальной проблемой остается обеспечение населения водными ресурсами и питьевой водой. Исторический обзор государства Ливана показал, что острым остаётся вопрос водоснабжения большей части населения страны [1]. В регионах коренного орошения, где растениеводство и животноводство целиком зависит от ирригации земель, обеспечение водными ресурсами приобретает особое значение. Для Ливана особенно актуально водоснабжение районов Триполи и Динния, где по топографическим и климатическим условиям местности наиболее часто используются оросительные системы открытого типа, а основным доходом местных жителей является водопотребляемое сельскохозяйственное производство.

Постановка проблемы

Оросительные системы, состоящие из каналов открытого типа, при их достаточной простоте строительства и эксплуатации обладают большим недостатком – они создают большие потери воды, приводящие к перенасыщению почвы водой, постепенному заболачиванию и засолению грунтов. Нарушение режима орошения при этом приводит к дефициту воды в этих регионах, обострению инфекционных заболеваний местного населения, снижению урожаев сельскохозяйственных культур, вымиранию скота и прочим негативным последствиям [2]. Как отмечалось ранее, выбор системы водоснабжения следует про-

изводить на основании сопоставления возможных вариантов их осуществления с учетом особенностей объекта и территории, требуемых расходов воды, источников водоснабжения, требований к напорам, качеству воды и обеспеченности ее подачи [1]. С учетом высокого залегания уровня минерализованных грунтовых вод Ливана, эксплуатация оросительной и мелиоративной сетей требует более тщательной организационных мероприятий.

На сегодняшний день в строительной практике многих стран мира разработано и внедрено много способов, систем и схем оптимизации водораспределения на каналах оросительных систем, анализ которых показывает, что наиболее простым, экономичным и надежным в работе является закрытая сеть трубопроводов [3,5].

Основная часть

Закрытая система орошения предполагает использование трубопроводов, которые воспринимают нагрузки от грунта и давления жидкости. Трубопроводы различного назначения являются многократно статически неопределимыми системами нерегулярной структуры. Они работают в условиях динамического, статического и малоциклового нагружения внутренним давлением; реакцией опор; массовым усилием от монтажных натягов; усилием температурной самокомпенсации, возникающими в трубопроводе при изменении температуры транспортируемой среды. [3].

Для изготовления трубопроводов требуется высокопрочный материал, от выбора которого зависит надёжность, долговечность и эффективность выбранной системы транспортировки жидкости [3].

В США, Италии, Швеции для решения подобных проблем водообеспечения активно используются железобетонные трубопроводы, однако многолетняя практика их эксплуатации выявляла существенные недостатки. Это низкая трещиностойкость железобетонных труб, наличие собственных напряжений, вызываемых усадкой бетона и температурно-влажностными воздействиями окружающей, сравнительно большие трудности в производстве в связи с проведением контроля качества материалов и контролем арматурных и бетонных работ, заставляют искать более эффективные материалы для трубопроводов. Для исключения коррозии уложенных железобетонных трубопроводов рационально исключить арматуру, оставляя бетон [5].

Для повышения конкурентной способности бетонных труб необходимо уменьшить толщины их стенок за счет повышения прочности бетона на растяжение. В последние годы начали применять (при изготовлении штукатурных растворов и тонкостенных изделий из мелкозернистого бетона) фиброволокно из полипропилена диаметром 30...50 мкм, длиной 12-24 мм). Данные волокна практически не оказывают негативного влияния на технологические характеристики бетонных смесей (перемешиваемость и удобоукладываемость).

Известно, что упрочнение бетона обусловлено передачей волокнам приложенной нагрузки посредством касательных напряжений, возникающих на поверхности раздела «волокно-бетон» при деформировании.

Главное назначение полипропиленовой фибры в дисперсноармированных бетонных элементах – увеличение энергии, необходимой для начала процессов разрыва бетонной матрицы и создание барьера для образования и развития микротрещин, что, согласно [4,6,7], достигается при незначительном (до 0,2 %) объемном содержании фибры.

На наш взгляд, полипропиленовое фиброволокно можно применить для дисперсного армирования бетонных конструкций, работающих на изгиб, например, для изготовления бетонных безнапорных труб. Дисперсное армирование бетона полипропиленовой фиброй будет сдерживать процесс образования микротрещин в «опасных» сечениях стенки трубы, и «залечивать» дефекты в структуре бетона. В результате возрастет прочность бетона на растяжение, следовательно, повысится несущая способность труб.

Для выявления оптимального содержания фиброволокна было изготовлено 5 серий бетонных призм размером 10х10х40 см, по 4 образца в каждой серии. Образцы каждой серии различались процентным содержанием полипропиленовой фибры от массы цемента: 0 %, 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % и 0,4 %. Для исследования был использован лабораторный состав мелкозернистой бетонной смеси, применяемый при изготовлении бетонных безнапорных труб: портландцемент М500 – 420 кг, гранитный отсев фр. 0-5мм – 1260 кг, вода – 145 л.

Фиброволокно вводили в процессе перемешивания цемента и гранитного отсева, время перемешивания составляло около 3 минут.

Изготовление призм каждой серии произведено на лабораторной виброплощадке, а для выравнивания и уплотнения жесткой бетонной смеси использовали специальный ручной пригруз. Набор прочности бетона происходил в условиях естественного твердения при нормальных температурно-влажностных условиях. В возрасте 28 суток призмы были испытаны на изгиб, а затем их половинки – на сжатие. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Испытания показали, что применение полипропиленовой фибры с расходом 0,3% от массы цемента обеспечивает получение средней прочности бетона при осевом растяжении не ниже 7,2 МПа. А на сжатие 32,0 МПа.

Увеличение количества вводимого в бетонную смесь фиброволокна до 0,4 % не дало прироста прочности бетона на растяжение. Что касается прочности бетона на сжатие, то она практически не увеличивалась, а при расходе фиброволокна 0,4% даже снизилась.

С целью проверки несущей способности труб с дисперсным армированием бетона было изготовлено две серии натуральных образцов труб диаметром 100 мм, толщиной стенки 10 мм, высотой 200мм. Состав бетонной смеси соответствовал приведенному выше, расход полипропиленовой фибры составлял 0,3% от массы цемента. Образцы были изготовлены методом послойного осевого прессования, который основан на уплотнении жестких (30...40 секунд) бетонных смесей путем приложения радиальных прессующих усилий. Для уплотнения используется вращающийся в радиальном направлении прессовый инструмент, выполняющий сразу несколько функций: распределение бетона, прессование, затирку стенок внутреннего диаметра трубы. Вращаясь, элементы головки дополнительно «распушивают» и равномерно распределяют

Таблица 1.

Результаты испытаний жесткой бетонной смеси на изгиб и сжатие в возрасте 28 суток

№ Серии	Состав образца	Расход фибры, % от массы цемента	Средняя прочность бетона, МПа на растяжение	Средняя прочность бетона, МПа на сжатие
1	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0	4,8	23,7
2	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,1	5,4	25,9
3	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,2	6,4	28,8
4	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,3	6,9	32,0
5	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,4	6,9	31,8

фиброволокно по толщине бетона. Причем время формовки трубы даже сокращается, а качество уплотнения бетона повышается вследствие отсутствия арматурного каркаса (при изготовлении железобетонных труб существует проблема закручивания арматурного каркаса роликной головкой). При этом будут исключены затраты по изготовлению арматурных каркасов и увеличится производительность технологической линии. Радиально-прессовый метод отличается высокой производительностью и позволяет изготавливать самые тонкостенные трубы.

При испытании образец располагается на гидравлическом прессе так, чтобы ось образца была перпендикулярна сжимающему усилию P , которое возрастает до разрушения образца, максимальная нагрузка фиксируется как P_p . Максимальный момент в образце возникает на внутренней поверхности в точке пересечения с линией действия силы P [8].

$$M_{\max} = 0,318 P_p * r \quad (1)$$

$$\text{Поскольку } R_{bt} = \frac{M}{V} \quad (2)$$

$$W = \frac{l \cdot c^2}{3,5} \quad (3)$$

где l – длина; c – толщина стенки.

$$R_{bt} = \frac{1,1 P_p \cdot r}{l \cdot c^2} \quad (4)$$

где r – средний радиус образца.

$$r = \frac{d_{\text{вн}} + d_{\text{вн}}}{4} \quad (5)$$

Испытание образцов труб произведены на гидравлическом прессе ПСУ-10, как показано на рис. 1

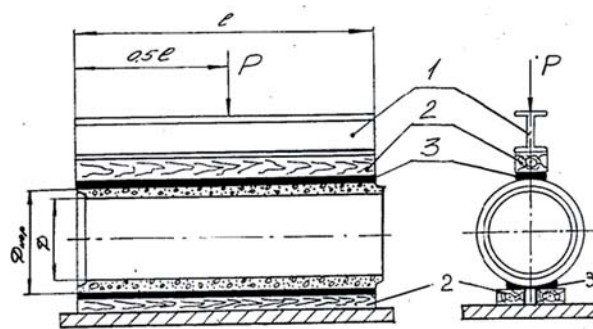


Рис. 1. Схема испытания цилиндрических образцов на прочность по методу 3-х опор

Технические параметры и результаты испытаний натуральных образцов труб приведены в таблице 2.

Разрушение труб у серии 4 происходило хрупко, но не мгновенно (как у чисто бетонных труб серии 1).

Выводы

1. Дисперсное армирование бетона с использованием полипропиленового фиброволокна в количестве 0,3 % от массы цемента обеспечивает достижение средней прочности бетона при осевом растяжении не ниже 6,8 МПа, что позволяет изготавливать бетонные безнапорные трубы диаметром от 300 мм до 1000 мм первой и второй групп по несущей способности.
2. Фибробетонные безнапорные трубы с полипропиленовыми волокнами целесообразно изготавливать по технологии радиального прессования, обеспечивающей высокое качество уплотнения бетонной смеси и повышение средней прочности бетона на осевое растяжение до 50 %.

Таблица 2.

Технические параметры и результаты испытаний натуральных образцов труб

№ серии	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Разрушающая нагрузка, Н	Расчетная прочность при осевом растяжении, МПа
1	80	10	10054	4,7
4	80	10	14545,5	6,8

Литература:

1. Казимагомедов И.Е., Юнис Башир, Саад Салем, Обоснование замены открытых каналов водоснабжения Ливана неармированными бетонными трубами. // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – № 1(83). – с. 52–57.
2. Атаманова О.В., Использование энерго- и водосберегающих технологий при водораспределении из открытых оросительных каналов.: с. 12-14. Теоретические и практические вопросы развития научной мысли в современном мире: сборник статей Международной научно-практической конференции (5 мая 2015 г., г. Уфа).
3. Вандоловский А.Г., Юнис Б.Н., Повышение прочности бетона при растяжении путём его модификации / Науковий вісник будівництва. Харків : ХДТУБА. – 2010. – №57. – с. 206-212. 3.
4. Костюк Т.А., Применение полимерной фибры для повышения физико-механических характеристик тяжелого бетона / Т.А.Костюк, Ф.И.Казимагомедов // Матеріали студентської конференції Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури. – Харків: ХДТУБА, 2006. – с.162.
5. Юнис Б.Н., Технология труб из модифицированного бетона для сетей водоотведения и ирригации в условиях ирака: дисс. ... кандидата техн. наук: 05.23.05 / Юнис Б.Н. – Харьков, 2010. – с.40-42.
6. Низина Т.А., Балыков А.С., Сарайкин А.С., Экспериментальные исследования дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. № 4. с. 91-95.
7. Ерошкина Н.А., Саденко С.М., Чамурлиев М.Ю., Коровкин М.О., Влияния полимерной фибры на механические свойства геополлимерного раствора // Инженерный вестник Дона, 2017, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4050.
8. Клейн Г.К., « Расчёт подземных трубопроводов » Строиздат, М, 1969.