

ну ефективно в конструкціях, працюючих на осьовий стиск, а також в елементах, які підлягають згину і позацентровому стиску. При цьому, порівняно із залізобетонними, сталобетонні конструкції мають підвищену несучу здатність, жорсткість, тріщиностійкість, а порівняно з металевими – меншу металомісткість.

Результати випробувань сталних оболонок у зразках без бетонного ядра показали, що розрахунки критичних напружень і границі несучої здатності надають збиткову, порівняно з експериментальними результатами, відносну помилку, яка не перевищує 15%. Те, що одержані експериментальним шляхом значення критичних напружень менше теоретичних, можна пояснити наявністю початкових недосконалостей в реальних стержнях.

Несуча здатність оболонок із заповнювачем перевищує несучу здатність порожніх оболонок у середньому в 1,7 рази. Цей результат підтверджує, що заповнювач, який виявляє перешкоду місцевій втраті стійкості, переводить роботу оболонок до схеми чотирьохшарнірно-опертих пластин [3].

Порівняння теоретичних і експериментальних даних показало, що максимальна розбіжність не перевищує 9,2%.

Використання в будівництві сталобетонних колон прямокутного перерізу, в основу конструкції яких покладено розроблені способи розрахунків, дозволяє при більших навантаженнях та обмежених розмірах поперечних перерізів знизити витрату сталі на 28-35% порівняно із залізобетонними колонами.

1.Клименко Ф.Е., Барабаш В.М. Листовая арматура периодического профиля для железобетонных конструкций с внешним армированием // Бетон и железобетон. – 2001. – №7. – С.19-22.

2.Smith F., Brown R. The Shearing Strength of Concrete, Bull. Univ. of Washington, N 106, 2003. – 205 p.

3.Garner N.I. Use of Spiral Welded Steel Tubes in Pipe Columns. ACI. J. Proceedings, vol. 65, Nov. 2004. – P.937-942.

Отримано 02.12.2009

УДК 621.643.25.002.2

В.Н.ПИЛИПЕНКО, канд. техн. наук

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БЕТОНЫ ДЛЯ ТРУБ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Приведены результаты исследований, целью которых является получение коррозионностойкого бетона для изделий, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивной среды различной природы. Разработанная технология изготовления коррозион-

нотойких бетонных труб для канализационных коллекторов основана на сочетании виброударно-импульсного уплотнения бетонной смеси и снижения действительного водоцементного отношения в отформованном бетоне до уровня, равного нормальной густоте цементного теста.

Наведено результати досліджень, метою яких є одержання корозійностійкого бетону для виробів, що експлуатуються в умовах впливу агресивного середовища різної природи. Розроблена технологія виготовлення корозійностійких бетонних труб для каналізаційних колекторів базується на сполученні віброударно-імпульсного ущільнення бетонної суміші й зниження дійсного водоцементного відношення у відформованому бетоні до рівня, рівного нормальній густоті цементного тіста.

Results of the researches, which purpose is obtaining corrosion-resistant concrete for products which are in use within the influence of corossive medium of different nature, are provided. The developed manufacturing technology of corrosion-resistant concrete for sewer pipes is based on a combination of vibroimpact-pulse compression of concrete mix and decrease in the valid water/cement ratio in the molded concrete to the level equal to the normal density of the cement paste.

Ключевые слова: тяжелый бетон, бетонные трубы, виброударно-импульсное уплотнение, отжим, избыточная вода.

Современный город нельзя представить без развитой инфраструктуры наружных инженерных коммуникаций, что является одной из неотъемлемых составляющих, определяющих качество современной жизни. К сожалению, в Украине проблема водоснабжения и водоотвода стоит особо остро. Для 25% систем водоснабжения и водогонных сетей закончился срок амортизации, 22% систем водоснабжения нуждаются в безотлагательном ремонте, 35% из них уже полностью вышли из строя. Половина насосных станций истощили свои ресурсы, а 40% нуждаются в немедленной замене. Относительно водоотвода, 26% канализационных сетей и 7% насосных станций нуждаются в ремонте, а 46% – в полной замене. Как результат, 45% населения потребляют воду, которая не отвечает государственным стандартам. Данная проблема стала настолько актуальна сегодня, что требует проведения немедленных мероприятий [1, 2].

Современные методы, с помощью которых решается данная проблема на Западе – использование полимерных материалов, не нашли широкого применения в Украине в силу некоторых причин, наиболее значительной среди которых является несоответствие европейской и украинской нормативных баз, регламентирующих использование полимерных материалов в трубопроводных системах. Несмотря на оптимистичные прогнозы экспертов относительно постоянного роста спроса на полимерные материалы в Украине, в настоящее время доля использования полимерных труб в строительстве и реконструкции канализационных трубопроводов составляет всего 1% [3]. Широко приме-

няются стальные и особенно железобетонные трубы, причем, в таких коммуникациях, где могут быть использованы менее ресурсоемкие – неметаллические малонапорные и безнапорные трубы.

Из всех видов неметаллических труб самыми экономичными могут быть бетонные, отличающиеся от асбоцементных экологической чистотой, а по сравнению с железобетонными – большей долговечностью как за счет отсутствия подверженной коррозии арматуры, так и за счет более плотной упаковки структурных компонентов бетонной смеси при уплотнении.

Целью наших исследований является получение коррозионно-стойкого бетона для изделий, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных сред различной природы.

Производство высокопрочных неармированных изделий связано, в первую очередь, с максимальным использованием потенциальных вяжущих свойств цемента, степенью уплотнения бетонной смеси и отжигания избыточной воды затворения, а также вовлеченного воздуха.

Разработанная технология изготовления коррозионностойких бетонных труб для канализационных коллекторов основана на сочетании виброударно-импульсного уплотнения бетонной смеси и снижения действительного В/Ц в отформованном бетоне до уровня, равного нормальной густоте цементного теста. Технологические параметры получены из анализа осадки и относительной деформации бетонной смеси в процессе уплотнения.

При виброударном прессовании бетонной смеси отжатие свободной воды сопровождается деформированием смеси.

Зависимость относительной деформации бетонной смеси от давления виброударно-импульсного прессования имеет существенное отличие от статического прессования. Обращает внимание наличие трех зон деформирования бетонной смеси в период уплотнения. Первая зона находится в пределах 1,5-6,5 МПа, что близко к значениям статического прессования. За первой зоной находится зона стабилизации относительной деформации, которая ранее принималась за окончание опрессовки бетона. Однако, при приложении давления выше 10-13 МПа в динамическом режиме происходит неожиданный прирост относительных деформаций бетона. Ранее эта зона не наблюдалась, так как считалось, что повышение давления сверх 5-10 МПа практически неэффективно.

Виброударно-импульсное уплотнение опровергает это положение. Развитие трех зон деформации можно объяснить различным влиянием динамического давления на процессы уплотнения. В первой зоне деформации ее развитие, в основном, объясняется отжимом газо-

вой и жидкой фаз бетонной смеси. Вторая зона деформирования характеризуется замедленным приростом деформации уплотнения. Создается впечатление, что прирост динамического давления малоэффективен. Однако при давлениях 10-15 МПа процесс деформирования резко интенсифицируется и повторно затухает лишь при давлениях 17-20 МПа.

Повторное увеличение осадки бетона можно объяснить лишь переупаковкой компонентов бетонной смеси. В этой зоне агрегаты заполнителей бетона при комплексном действии виброударно-импульсного прессования теряют устойчивость. Потеря устойчивости приводит к переупаковке заполнителей, приближая их положение к теоретическому. Это проявляется не только в росте относительной деформации, но и в приближении коэффициента уплотнения к единице.

Характерно, что результаты опытов, проведенных на различных цементах в интервалах $(В/Ц)_{нач} = 0,31...0,40$, неизменно подтверждают описанный характер деформирования бетона. Можно заключить, что осадка бетона от действия опрессовочного давления складывается из двух составляющих. Первая составляющая является деформацией в результате отжима газо-жидкой среды из бетонной смеси. Вторая собственно является результатом переупаковки частиц конгломерата бетона.

Виброударно-импульсное уплотнение бетонной смеси подтвердило возможность модифицирования бетонной смеси. Однако отбор проб от прессованного бетона из различных по высоте мест показал, что отжим воды может происходить неравномерно. Сушка проб бетонной смеси при 110-115 °С показала, что при 5- ... 8-минутном отжиме остаточное $В/Ц$ по высоте бетонного столба изменялось от 0,29 до 0,27.

Неравномерность отжима воды вызвана различным уровнем гидростатического и гидродинамического давления и сеткой фильтрационных отверстий. Для выравниваний этого давления необходимо изменять площадь сечения отжимаемого бетонного столба. Это предопределило изменение шага фильтрационных отверстий по высоте опалубочной формы.

По результатам проведенных исследований получено равномерное обезвоживание бетона по высоте отформованного изделия с $(В/Ц)_{ост} = const$.

Анализ прочностных свойств гиперуплотненного бетона выполнен на образцах-цилиндрах и кернах одинакового диаметра, выбуренных из неармированных труб. Результаты исследования прочностных свойств бетона приведены в таблице.

Результаты исследований прочностных свойств и плотности бетона

Вид уплотнения бетона	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа
	в кернах	в кернах
а) гиперуплотненный бетон		
1. Цилиндр лабораторный	2480	91,3
2. Керны, выбуренные из труб диаметром 500 мм	2498	96,7
	2511	97,4
	2516	98,6
	2516	101,0
	2517	101,7
3. Керны, выбуренные из труб диаметром 1000 мм	2527	104,8
	2529	107,0
	2531	111,6
	2530	113,4
	2531	114,7
б) вибрированный бетон		
1. Цилиндр лабораторный	2235	45,8
2. Керны, выбуренные из труб диаметром 500 мм	2273	45,3
	2285	45,7
	2302	46,2
	2314	46,8
	2316	46,5
3. Керны, выбуренные из труб диаметром 1000 мм	2300	46,0
	2314	46,7
	2329	46,8
	2340	47,1
	2354	47,6

Если продолжительность эффективного отжима избыточной воды затвердения ограничивает производительность технологической линии, то необходимо применять фильтры с повышенными фильтрационными характеристиками. Большое значение имеет информация о свойствах фильтров при формировании изделий переменной толщины. Если толщина отдельных участков изделий отличается в 2-3 раза, то для обеспечения равномерности уплотнения бетонной смеси необходимо применять фильтры, отличающиеся по продолжительности гиперуплотнения в 4-6 раз. Потребность в фильтрах, существенно отличающихся по продолжительности процесса эффективного уплотнения, обуславливает необходимость дифференцированного подхода по этому показателю к оптимизации конструкции фильтров.

Таким образом, установлено, что продолжительность процесса эффективного отжима избыточной воды затвердения из бетонной смеси зависит как от режимов гиперуплотнения, так и от основных характеристик применяемого фильтра. Количественный и качественный показатели свойств применяемых фильтров должны стать основным критерием при выборе фильтра для каждой конкретной технологии гиперу-

плотнения бетонной смеси и бетона. Критерием для качественной и количественной оценки свойств предложенных металлических фильтрационных отверстий, определяющих эффективность процесса виброударно-импульсного уплотнения бетонной смеси, предложен коэффициент эффективного уплотнения (КЭУ), который показывает приближение значений $(В/Ц)_{\text{ост}}$ к значению $[В/Ц] = 0,25$.

1.Ахвердов И.Н. Железобетонные напорные центрифугированные трубы. – М. Стройиздат, 2007. – 164 с.

2.Брик А.Л. Исследование воздействия грунтовой среды на звенья круглых труб // тр. СПбУЖТ. – 1999. – Вып.343. – С.134-141.

3.Бондарь А.Г. Бетонные трубы ротационного осевого прессования // Будівництво України. – 2002. – №12. – С.15-17.

Получено 28.01.2010

УДК 624.012.04

П.О.СУНАК, А.В.ШОСТАК, С.В.СИНІЙ, О.П.СУНАК, кандидати техн. наук
Луцький національний технічний університет

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПІДСИЛЕНИХ ШАРОМ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Представлено один із способів підсилення залізобетонних елементів, які працюють на згинання, що полягає в наросуванні розтягнутої грані елемента шаром сталевібробетону. Отримано залежності для детермінованого розрахунку міцності нормальних перерізів балки комплексного перерізу та до розрахунку балки на надійність за несучою здатністю нормальних перерізів.

Представлен один из способов усиления железобетонных элементов, которые работают на изгиб. Суть метода состоит в наращивании растянутой грани элемента слоем сталефибробетона. Получены зависимости для расчета прочности нормальных сечений балки комплексного сечения. Выполнен расчет балки на надежность.

On this work one method of reinforced concrete elements strengthening, which are working for bend, is presented. This method is consist of strengthening reinforced concrete elements by the layer of fibre reinforced concrete. The equations for calculation of beams and for the mark of beams reliability, is investigated.

Ключові слова: залізобетонні елементи, несуча здатність, сталевібробетон, розрахунок міцності, надійність.

При реконструкції будівель і споруд часто виникає потреба в підсиленні будівельних конструкцій. Розглянемо один із способів підсилення залізобетонних конструкцій і методику визначення надійності підсилених елементів.

Значний внесок в розробку методів теорії надійності будівельних конструкцій зробили А.Я.Барашиков, О.Р.Ржаніцин [1, 4] та ін.