

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БЕТОНОВ НА ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ
В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ И ТРАНСПОРТНОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Кровяков С.А.¹, к.т.н., доц., Мишутин Н.В.², к.т.н., с.н.с.,
Заволока М.В.¹, к.т.н., проф.**

¹ *Одесская государственная академия строительства и архитектуры,*

² *Черноморский государственный университет им. П. Могилы,
г. Николаев*

Бетонные и железобетонные конструкции являются наиболее широко применяемыми в современном гидротехническом и транспортном строительстве. В подавляющем большинстве конструкций подобных сооружений используется тяжелый бетон на гранитном щебне и кварцевом песке. Однако для целого ряда гидротехнических и транспортных сооружений, в том числе тонкостенных, более эффективным можно считать применение бетонов на легких заполнителях (керамзите, известняковом щебне и пр.). В частности, для крупногабаритных стояночных плавучих сооружений, докование которых практически невозможно, железобетон является практически единственным материалом, удовлетворяющим требованиям длительной безремонтной эксплуатации [1]. Подобными крупногабаритными сооружениями являются плавучие доки, отели, дома, причалы и пр. Использование керамзитобетона позволяет снизить вес железобетонного судна и тем самым повысить его грузоподъемность, а также значительно улучшить комфортность пребывания людей в помещениях железобетонного судна. Судостроительный бетон также является наиболее перспективным материалом для постройки нетрадиционных плавучих и подводных сооружений больших размеров, предназначенных для освоения ресурсов мирового океана [2]. В подобных сооружениях также важным свойством для материала является его теплопроводность, т.е. бетон на легких заполнителях, в частности керамзите, при обеспечении необходимого уровня прочностных свойств может найти широкое применение. В керамзитобетоне выгодно сочетаются большая прочность при малой объемной массе, что обуславливает высокую конструктивную эффективность и долговечность при низкой теплопроводности. Использование керамзитобетона позволяет на 15-20% снизить вес судовых конструкций по

сравнению с аналогичными конструкциями из тяжелого судостроительного бетона [3].

Керамзитобетон успешно применялся в судостроении уже почти сто лет назад. Первым судном с корпусом из бетона на легком заполнителе был построенный в США в 1919 году танкера «Сельма». В 1922 году после аварии судно было частично затоплено на мелководье и по сей день его корпус толщиной около 100 мм при толщине защитного слоя 16 мм сохранился в удовлетворительном состоянии несмотря на пребывание в тропических водах [4]. В бывшем СССР исследования возможности применения высокопрочного керамзитобетона при постройке железобетонных судов проводились в Центральном научно-исследовательском институте технологии судостроения (Ленинград), Научно-исследовательском институте бетона и железобетона (Москва), Горьковском институте инженеров водного транспорта, Всесоюзном научно-исследовательском институте транспортного строительства (Москва), Московском автомобильно-дорожном институте, Ленинградском институте водного транспорта [5,6].

Высокопрочный керамзитобетон также применялся в сборном транспортном и гидротехническом строительстве, например, при строительстве портовых сооружений. Из керамзитожелезобетонных элементов выполнена причальная стенка Северного речного вокзала в Москве и часть берегоукрепляющих стенок канала им. Москвы. Применен керамзитобетон марки 300 с расходом цемента 480 кг/м^3 , который показал хорошую морозостойкость, водонепроницаемость и стойкость к воздействию агрессивной водной среды [7].

Есть опыт применения бетонов на легких заполнителях в транспортном строительстве. Например, для регионов с дефицитом природного крупного заполнителя был разработан и успешно использовался керамдор – керамзит дорожный, разновидность керамзита, обладает повышенной средней плотностью и высокой прочностью [8]. Достаточно широко использовался высокопрочный гранулированный керамический материал, аналог тяжелого керамзита, для строительства дорог и мостов в бывшем СССР, России, США, Японии, Норвегии, Германии, Финляндии и других странах [9,10]. Высокопрочный керамзитобетон использовался при строительстве автодорожных мостов [11,12], аэродромных покрытий (легкие бетоны марок от М300 до М500) и плит автомобильных дорог [8].

Преимущества конструкционных бетонов на легких заполнителях, и прежде всего на керамзите, заключаются в их высокой морозостойкости и трещиностойкости. В результате для конструкций из подобных бетонов достигается повышенная эксплуатационная надежность и дол-

говечность. Работы, выполненные в советский период в НИИЖБ, МИСИ, НИИСтром и прочих научных и исследовательских коллективах, показал, что керамзитобетоны марок от М300 до М500, при средней плотности 1500..1800 кг/м³, обладают повышенной, по сравнению с тяжелыми бетонами, деформативностью, высокой стойкостью к динамическим нагрузкам (ударной вязкостью) и трещинообразованию, низкой теплопроводностью, а также, близкой к тяжелым бетонам, износостойкостью.

Для отдельных транспортных сооружений эффективным можно считать применение бетона на местных легких заполнителях, например на карбонатном (известняковом) щебне и песке. Подобные бетоны имеют достаточную конструкционную прочность при высокой долговечности и сравнительно низкой стоимости. Бетоны на карбонатных заполнителях достаточно широко применялись 50-70е годы прошлого века, но в современном транспортном и гидротехническом строительстве практически не используются. При этом с развитием строительных технологий открывается перспектива получения энергоэффективных и долговечных бетонов на местных легких заполнителях, обеспечивающих необходимую конструктивную прочность.

Во многих исследованиях отмечались высокие свойства бетонов на карбонатных заполнителях [13-15]. Бетоны на известняковом щебне сопоставимы по прочности на сжатие и иногда превышают прочность на растяжение аналогичных по расходу вяжущего бетонов на гранитном щебне. Как показано в работах Р.Л. Маиляна [14] при использовании заполнителя из известняка-ракушечника средней прочности при обычном расходе цемента можно получить бетон марок М150-300 и выше. М.З. Симонов [15] объяснял повышенную прочность бетона на карбонатном заполнителе процессом самовакуумирования, при котором зерна пористых заполнителей играют роль насосов, забирающих воду из цементного теста. В результате твердение осуществляется при меньших водоцементных отношениях, а в дальнейшем влага, аккумулированная зернами заполнителя, вновь отдается цементу, улучшая условия гидратации цемента. Благодаря самовакуумированию бетон на пористом заполнителе также менее подвержен седиментационным процессам. Результаты исследования, проведенных в ОГАСА в последние годы также свидетельствуют о перспективности применения легких заполнителей в конструкционных бетонах [16,17].

Вышеизложенные особенности, а именно высокая прочность на растяжение и морозостойкость бетон на легких карбонатных заполнителях, а также их экономическая эффективность в условиях юга Украины позволяют говорить о перспективности подобных бетонов для

гидротехнического и, прежде всего, транспортного строительства.

На современном этапе развития строительного материаловедения нельзя считать полностью решенной задачу получения долговечных бетонов на легких заполнителях для тонкостенных гидротехнических и транспортных сооружений. Наиболее перспективным можно считать исследование возможности применения для бетонов на легких заполнителях рациональных комплексов, включающих современные добавки-модификаторы и наполнители. Также требует дополнительного изучения возможность применения дисперсно-армированных легких бетонов в тонкостенных конструкциях.

Заключение

Таким образом, бетоны на легких заполнителях имеют значительные перспективы использования в гидротехническом и транспортном строительстве. При этом актуальна задача развитие теоретических основ и создание практических приемов получения бетонов на легких заполнителях с заданными эксплуатационными свойствами и повышенной долговечностью для тонкостенных гидротехнических и транспортных сооружений. Для решения данной задачи необходимо разработать методики подготовки легкого заполнителя и комплексные модификаторы, позволяющие управлять структурой бетона и обеспечивать заданный уровень физико-механических свойств и долговечности материала. Также необходимо разработать технологии получения модифицированных бетонов с повышенной морозостойкостью и коррозионной стойкостью на керамзитовом гравии и местных легких заполнителях для тонкостенных транспортных и гидротехнических, в том числе плавучих, сооружений.

Summary

The analysis of the experience of the lightweight aggregate concrete in hydraulic and transport construction. Is shown the prospects of using lightweight concrete. The urgency of creating practical methods of producing lightweight aggregate concrete with enhanced durability.

Литература

1. Мишутин А.В. Повышение долговечности бетонов морских железобетонных плавучих и стационарных сооружений / А.В.Мишутин, Н.В.Мишутин. – Одесса: Эвен, 2011. – 292 с.
2. Волков Ю.С. Сооружения из железобетона для континентального шельфа / Ю.С. Волков, И.И. Рыбалов. – М. Стройиздат, 1985. – 292 с.
3. Применение высокопрочного судостроительного керамзитобетона в железобетонном судостроении. Инструкция. – Л.: Центральный научно-исследовательский институт технологии судостроения, 1969. – 40 с.
4. An experiment in Ship Building: [Электрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.concreteships.org>
5. Мишутин В.А. Долговечность существующих бетонов и корпусов плавучих судоремонтных доков, эксплуатируемых в морях с различными климатическими условиями / В.А. Мишутин – Л.: ЦНИИ «Румб», 1986. –123 с.
6. Применение высокопрочного судостроительного керамзитобетона в железобетонном судостроении. Инструкция. – Л.: Центральный научно-исследовательский институт технологии судостроения, 1969. – 40 с.
7. Дорф В.А. Высокопрочный керамзитобетон (обзор опыта производства, особенностей технологии и свойств) / В.А. Дорф, В.Г. Довжик. – М.:ЦНИИТЭСтом, 1968. – 52 с.
8. Горин В.М. Высокопрочный керамзит и керамдор для несущих конструкций и дорожного строительства / В.М. Горин, С.А. Токарева, М.К. Кабанова - Строительные материалы, 2010, №1 – С. 9-10.
9. Горин В.М. Состояние и перспективы производства и применения керамзита и керамзитобетона в стройкомплексе России / В.М. Горин, С.А. Токарева, М.К. Кабанова - Строительные материалы, 2005. № 8. - С. 26-27.

10. Кондращенко В.И. О применении конструкционных легких бетонов в мостостроении / В.И. Кондращенко, В.Н. Ярмаковский, С.В. Гузенко – Транспортное строительство. 2007. №9. - С. 10-13.

11. Деллос К.П. Керамзитобетон в мостостроении / К.П. Деллос. – М: Транспорт, 1976. – 232 с.

12. Деллос К.П. Легкие бетоны в мостах / К. П. Деллос. - М.: Транспорт, 1986. - 184 с.

13. Ящук В.Е. Мелкозернистый известняковый бетон как материал для сборных железобетонных конструкций / В.Е. Ящук // Научно-техническое сообщение ВНИИЧеруд, №8, Ставрополь-на-Волге, 1962. – С. 56-58.

14. Маилян Р.Л. Исследование бетона и железобетона на пористых карбонатных заполнителях / Р.Л. Маилян. – Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н по спец. 05.23.05 - Тбилиси, 1970.- 24 с.

15. Симонов М.З. Основы технологии легких бетонов / М.З. Симонов - М.: Стройиздат, 1973. – 584 с.

16. Кровяков С.О. Порівняння ефективності застосування зерен пониженої пружності і дисперсного армування при керуванні властивостями дрібнозернистого бетону/ С.О. Кровяков, А.В. Даниленко / Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. №14, 2010 р. – С. 163-168.

17. Кровяков С.О. Вплив дисперсного армування і зерен пониженої пружності на властивості дрібнозернистого бетону / С.О. Кровяков, А.В. Даниленко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. 38. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2010. – С. 389-394.