

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА

СТРОЙСИБЬ - 2019



ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сборник научных трудов
По материалам национальной
Научно-технической конференции
С международным участием

НОВОСИБИРСК - 2019

УДК 691(08)

ББК 38.3, я4

Р 443

Материалы сборника научных трудов **«ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»** сформированы по материалам Национальной научно-технической конференции с международным участием, состоявшейся 18-22 февраля 2019 года в Новосибирском государственном аграрном университете.

Организаторами данной конференции явились: Новосибирский государственный аграрный университет, Российская Академия естественных наук, Российская Академия проблем качества, научно-технический и производственный журнал «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» и Сибирский НИИ строительных материалов и новых технологий.

При подготовке конференции и формировании сборника научных трудов приняли участие более ста научных и производственных работников России, Монголии, Молдовы, Украины, Израиля, Кыргызстана, Узбекистана, Казахстана, Германии, Чехии и других стран. Основные вопросы и приведенные результаты исследований направлены на решение всей тематики конференции - комплексное рассмотрение вопросов получения качественных строительных материалов из местного сырья и отходов производства, а также внедрение инновационных разработок и ресурсосберегающих технологий в современном строительном материаловедении для обеспечения эффективности строительно-технологического комплекса. С этих позиций все работы представляют определенный интерес для руководителей и специалистов в области строительства и специальных материалов, а также научных работников, аспирантов и студентов.

Ответственный редактор

Технический редактор

*академик РАН,
д.т.н., профессор Пичугин А.П.
Онищенко Н.В.*

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

д.т.н., профессор Бурученко А.Е. (Красноярск)

д.т.н., профессор Хозин В.Г. (Казань)

ISBN 978-5-965787-482-6

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2019

С.А.Лукьянчиков (Томск, Россия)

А.А.Кучеренко (Одесса, Украина)

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ НА СЫРЬЕВОЙ БАЗЕСИБИРСКОГО РЕГИОНА

Аннотация: В работе представлены результаты экспериментальных исследований по повышению эффективности технологии бетонов с максимальным использованием местного сырья и с минимальными вложениями по переоснащению имеющегося на предприятиях стройиндустрии стандартного парка оборудования для их приготовления. Показана возможность использования для компенсации усадочных процессов фибры, полученной при измельчении отслуживших свой срок минеральных матов.

Ключевые слова: Бетонная смесь; бетон; модифицирующие химические добавки; прочность; фибра.

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF STRUCTURAL CONCRETE FOR HEAVY RAW BASE SOURCE REGION

Abstract: the paper presents the results of experimental studies to improve the efficiency of concrete technology with the maximum use of local raw materials and with minimal investment to re-equip the existing construction industry standard equipment for their preparation. The possibility of using to compensate for shrinkage processes fibers, obtained by grinding end-of-life mineral mats.

Keywords: Concrete mix; concrete; modifying chemical additives; strength; fiber.

Современные проекты, для удовлетворения постоянно возрастающих требований потребителей, все чаще, предполагают использование высокопрочных бетонов (класс по прочности В60 и выше). При этом, современные технологии строительного производства, особенно на строительных площадках, ориентированы на применение высокоподвижных и даже самоуплотняющихся бетонных смесей. На предприятиях стройиндустрии из малоподвижных (ОК до 5 см) и жестких бетонных смесей изготавливается весьма ограниченный объем железобетонных изделий. С целью уменьшения себестоимости изделий заводы стремятся применять местные заполнители, которые не всегда удовлетворяют требованиям нормативных документов (например, Томский ДСК, совместно с ТГАСУ решает задачу получения бетонов класса по прочности В60 из бетонных смесей средней подвижности, на заполнителях с прочностью 90-105 МПа). Все это вызывает серьезные дополнительные вопросы при организации технологии таких бетонов.

Получение бетонов с прочностью близкой или равной прочности

крупного заполнителя предполагает наличие в них «активного механического каркаса» из зерен заполнителя с заполнением межзерновых пустот композицией (растворной частью) с равной или большей прочностью. Анализ известных научно обоснованные технологических решений и собственных разработок показывает, что формирование оптимальной структуры бетона необходимо осуществлять на микро- и макроуровне.

На микроуровне: выбором вяжущего и добавок, обеспечивающих требуемые прочностные характеристики цементного камня, вида модификации исходных компонентов, формирующих микроструктуру бетона (физико-химическая, механическая, электроимпульсная и т.д.), а также вида воздействий на твердеющий бетон с целью регулирования параметров структурообразования.

На макроуровне: созданием каркасной структуры за счет правильного проектирования зернового состава с малой межзерновойпустотностью и установлением требуемого количества агрегатов (компонентов), образующих оптимальную микроструктуру и макроструктуру композиции.

Реализация перечисленных выше положений предполагает довольно высокую подвижность бетонных смесей при относительно высоком количестве вяжущего, что повышает вероятность трещинообразования, если не принимать специальных мер.

Известно, что усадочным явлениям в большей степени подвержены бетоны из высокоподвижных бетонных смесей с повышенным содержанием тонкодисперсной составляющей (например, вяжущего в высокомарочных бетонах), что и имеет место в рассматриваемом случае.

Трещинообразование в бетонах является большой проблемой, наряду с лежащими в ее основе усадкой, ползучестью. Большой объем исследований посвящен решению этой сложной задачи, однако, усадка является явлением, пока не до конца понятным. В исследованиях одного из ведущих специалистов по этой проблеме израильского профессора Константина Ковлера[2,3] обсуждаются основные вопросы усадки бетонов, с акцентом на химическую, аутогенную усадку и усадку при сушке, которые очень важны как для высокопрочных бетонов так и для бетонов обычной прочности. Им доказано, что высокопрочные бетоны более чувствительны к трещинообразованию, нежели обычные, но этот процесс может быть ослаблен выдерживанием бетона или введением добавок, снижающих усадку. Рассматривается усадка бетонов при изменении влажности, что приводит к изменению поверхностного и капиллярного натяжению, смещению межслоевой воды и расклинивающему давлению; при химических реакциях (гидратация/усадка при сушке, термальная усадка, разбухание при затвердении, усадка при карбонизации и т.д.). Большинство изменений

объема, связанных с химическими процессами, происходят из-за воздействия температуры, поскольку химические реакции обычно ускоряются с повышением температуры и замедляются при ее снижении.

Анализ методов снижения усадки и проводимые эксперименты показывают, что наиболее эффективными и доступными являются: модификация цемента, использование добавок и волокон, правильный подбор состава смеси и методы выдерживания бетона.

В рамках выполнения работ по договору № 109-12/НИОКТР с Томским ЗКПД ТДСК было проведено большое количество экспериментов для разработки рецептов высокопрочных тяжелых бетонов с классом по прочности на сжатие не менее В60 при приготовлении бетонных смесей без переоборудования, имеющегося на ЗКПД ТДСК технологического парка и применение дорогих и дефицитных сырьевых материалов. В качестве сырьевых материалов необходимо было использовать минеральные ресурсы Западной Сибири (Томской области) и доступные на рынке Томска модифицирующие добавки. В качестве вяжущего использовался применяющийся в основном производстве ООО «ЗКПД» портландский цемент ЦЕМ1 42,5. В качестве заполнителя, щебень из гравия 5-20, 5-10 и 10-20 мм. Кандинского месторождения и песок Кандинского месторождения с $M_k=2,7-3,15$. В качестве модификаторов использовались распространенные на Томском рынке добавки фирм «МСVauchemiePowerFlow», «Полипласт», «Юником», «Штайнберг», «Бенотех», «Басф». Для компенсации усадочных процессов вводились различные виды фибр, в том числе и фибра, полученная при измельчении отслуживших свой срок минеральных матов (длина волокон от 0,5 до 9 мм).

В результате проведенных экспериментов получены бетоны с прочностью, приближающейся к прочности заполнителя ($R_3/R_6 = 1,25$ и менее). Кроме этого вызывает интерес факт, что при введении мелкой фибры из минерального волокна от отслуживших свой срок минеральных матов, которые по сути представляют собой вредные отходы, утилизация которых весьма затратна, получены бетоны с сопоставимыми эксплуатационными характеристиками, что и при использовании специально приготовленной фибры. Осмотром разрушенных образцов с помощью лабораторного микроскопа, при незначительном увеличении, установлено наличие неких новообразований, отличающихся по цвету (более светлых тонов) у концов почти всех минеральных волокон, размером до 1,5 – 2 диаметра волокна, с плавным «потемнением» до основного цвета цементного камня. Возможно это вызвано тем, что свежееобразованная поверхность, полученная при разрыве волокон (по сути – кристаллита) в процессе измельчения, может выступать в роли некоего центра

кристаллизации. В настоящее время планируется проведение исследований по подтверждению данной гипотезы с определением минералогии на этих и рядом находящихся участках, их плотности и микротвердости.

Список использованной литературы

1. Кудяков, А.И. Комплексная модификация компонентов и оптимизация структуры бетонов / А.И. Кудяков, С.А. Лукьянчиков // Тезисы докладов Всесоюз. конф. "Фундаментальные исследования и новые технологии в строительном материаловедении. Ч. 4. Теория искусственных конгломератов и ее практическое значение / БТСМ, - Белгород, 1989. - С. 82.
2. А.И. Кудяков, Бетоны с повышенной стабильностью качественных параметров с использованием местных мелких песков./ А.И. Кудяков, С.А. Лукьянчиков, А.А. Кучеренко, //Ресурсосберегающие технологии и эффективное использование местных ресурсов в строительстве. Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-технической конференции «Стройсиб 2013», Новосибирск, 2013, с 219-227.
3. Kovler, K., Chapter 7 "Effect of Internal Curing on Autogenous Deformation", *RILEM Report 41 "Internal Curing of Concrete"*, Edited by K. Kovler and O.M. Jensen, RILEM Publications S.A.R.L., Bagnaux, France, 2007, pp. 71-104.
4. Kovler, K., Chapter 8 "Effect of Super Absorbent Polymers on the Mechanical Properties of Concrete", *RILEM State of the Art Reports 2 "Application of Super Absorbent Polymers (SAP) in Concrete Construction"*, Edited by V. Mechtcherine and H.-W. Reinhardt, Springer, 2012, pp. 99-114.