



ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА БЕТОНА ИЗ ВТОРИЧНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ КАРБОНАТНОЙ ПОРОДЫ

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И
ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Специальность: 70730308 «Технология строительных материалов,
изделий и конструкций»

Балтабаев Нурислам Манасбаевич

д.т.н., проф. Акрамов Хусниддин Ахрарович

доц. PhD Тохиров Жалолиддин Очил огли

Аннотация: В статье рассматриваются современные подходы к определению рационального состава бетона с применением вторичного заполнителя, получаемого из карбонатной породы. Приводится анализ последних исследований в этой области, описываются химико-физические особенности вторичных карбонатных материалов, а также вопросы влияния таких заполнителей на прочность и долговечность бетонных смесей. Особое внимание уделено технологическим аспектам подготовки материала, особенностям проектирования состава бетона с учетом специфики вторичных заполнителей, методам лабораторного и практического контроля их свойств, а также перспективам дальнейшего развития данной технологии в строительстве.

Ключевые слова: бетон, вторичный заполнитель, карбонатные породы, рациональный состав, свойства, технология, строительство, экология, эффективность.

Рост объемов строительства, урбанизации и необходимость рационального использования природных ресурсов определяют актуальность



внедрения вторичных материалов в изготовление строительных смесей, в том числе бетона. Принимая во внимание ограниченность природных запасов щебня и песка, всё большее значение приобретают технологии повторного использования строительных отходов. Одним из наиболее перспективных направлений считается использование вторичного заполнителя, произведенного из карбонатных пород, таких как известняк и доломит. Важнейшей задачей современных исследований является определение рационального состава такого бетона, то есть подбор такого соотношения компонентов, при котором достигается оптимальное сочетание прочности, водонепроницаемости, морозостойкости и других эксплуатационных характеристик материалов, наряду с их экономической целесообразностью [1].

Карбонатные породы обладают рядом свойств, которые обуславливают их широкое применение в качестве заполнителей в бетоне. Основные характеристики — высокая прочность, стойкость к воздействию воды, невысокая радиоактивность и доступная стоимость. Вторичный заполнитель, получаемый из отходов разрушенных зданий или карьера, после соответствующей переработки может обладать незначительно изменёнными свойствами по сравнению с первичным материалом. Следует учитывать, что вторичный заполнитель часто имеет более высокую пористость, худшую окатанность и более развитую поверхность, что способствует большему водопоглощению, а также оказывает влияние на расход вяжущих материалов и воды затворения. Традиционно подбор состава осуществляется с использованием стандартных методик, в числе которых расчёт по объёмному методу, графоаналитический и экспериментальный методы. Применительно к вторичному заполнителю из карбонатной породы особое внимание уделяется таким параметрам, как гранулометрический состав, форма зерен, наличие пылевидных и глинистых частиц. Корректировка водоцементного отношения (В/Ц) производится с учётом особенностей абсорбционной способности



материала: избышек воды может негативно сказываться на прочности готовой смеси и повышать тенденцию к образованиям трещин при высыхании. Для получения качественного бетона используется комбинация нескольких классов фракций заполнителя, смесь сухих и влажных фракций, а также корректировка состава добавками, повышающими пластичность и водонепроницаемость [2].

Использование вторичных заполнителей приводит к формированию особой внутренней структуры бетона. Более пористая поверхность и неравномерный профиль зерен увеличивают удельную площадь поверхности, что требует большего расхода цемента при том же уровне прочности. Кроме того, осуществляются специальные исследования микроструктурных параметров на стадии твердения: установленные закономерности показывают, что сечённые зерна вторичного заполнителя могут стать центрами кристаллизации гидратных минералов, как следствие — улучшение адгезии со стороны вяжущего компонента. Тем не менее, существует вероятность снижения морозостойкости при недостаточной водонепроницаемости, что требует оптимальной дозировки воздухововлекающих добавок. Применение современных химических добавок позволяет компенсировать излишнюю воду затворения, повысить текучесть, уменьшить усадочные процессы. Разработка рационального состава бетона из вторичного заполнителя строится с использованием комплексного анализа характеристик как самих заполнителей, так и конечного продукта. Наиболее рациональным оказывается применение многофракционной схемы смешивания, что способствует минимизации пустотности, снижению расхода цемента и воды, а также уменьшению микротрещиноватости в затвердевшем бетоне. Важно проводить сертификационные испытания подготовленного материала на прочность при сжатии, морозостойкость, истираемость и другие параметры. Использование вторичных карбонатных заполнителей в бетоне может



сопровождаться незначительным снижением прочностных показателей по сравнению с аналогичными рецептами на природном щебне, однако экономический и экологический эффект таких рецептур весьма существенен [3].

Процесс получения качественного вторичного заполнителя требует соблюдения определённых технологических этапов. К ним относится демонтаж бетонных или каменных конструкций, дробление, сортировка по фракциям, очистка от загрязняющих примесей (краски, битумы, мусор). Особое значение придается отсутствию вредных соединений и загрязнений, которые могут воздействовать на технологические свойства бетона и его долговечность в условиях эксплуатации. Дополнительно применяют магнитную сепарацию для удаления металлических включений. После этого материал подвергается промывке, просушке и дополнительному фракционированию, что повышает однородность и качество конечного продукта. Рациональное проектирование бетона с использованием вторичного карбонатного заполнителя основывается на достижении баланса между технологичностью и свойствами конечного изделия. В процессе проектирования состава бетона проводится подбор марки цемента, содержание воды, определение оптимальных пропорций между крупным и мелким заполнителем, а также оценка возможности введения минеральных или химических добавок. Многофакторный анализ состава позволяет достичь необходимых показателей по прочности, плотности, долговечности. Необходимым этапом является лабораторное тестирование экспериментальных образцов для корректировки расчетных пропорций и выбора наиболее рационального варианта смеси [4].

Использование вторичных материалов напрямую влияет на снижение затрат на производство бетона, уменьшает нагрузку на окружающую среду за счёт сокращения объёма строительных отходов и добычи природных



ресурсов. Реализация программы по внедрению вторичных заполнителей способствует оптимизации логистики, снижению выбросов парниковых газов и даёт возможность реализации принципов устойчивого развития в строительстве. Наряду с этим наблюдается удешевление строительства за счёт снижения удельных затрат на сырьевые материалы. Важно, чтобы нормативная база предусматривала требования к качеству и безопасности вторичного заполнителя. Качественный контроль является основой успешного внедрения бетона с вторичными заполнителями. В современных лабораториях реализованы методы определения прочности, водопоглощения, плотности, истираемости и других характеристик. Обязательны испытания на долговечность в условиях морозостойкости, коррозионной стойкости, воздействия химических сред. Ведется контроль за отсутствием вредных примесей, радиоактивности и других опасных факторов. Результаты испытаний служат основой для корректировки технологического процесса и подтверждения соответствия продукции стандартам. Постоянное совершенствование технологий переработки, внедрение новых видов добавок, улучшение методов дробления и очистки материала расширяют возможности применения вторичных заполнителей. Особый интерес представляют работы по улучшению адгезии между вторичным заполнителем и цементным камнем, разработка методов укрепления поверхности зерен, а также создание комплексных композитных бетонов с предсказуемыми и стабильными характеристиками. Научные исследования ориентированы на изучение долговременных эксплуатационных свойств таких композитов, возможных реакций алкали-кремнезёмной реакции, повышения их морозо- и водостойкости [5].

Заключение

Использование вторичного заполнителя из карбонатной породы в составе бетонных смесей является перспективным направлением развития



современного строительного комплекса. Главными преимуществами такого подхода становятся снижение экологических нагрузок, экономическая эффективность и возможность рационального использования ограниченных природных ресурсов. Благодаря внедрению многофакторных методик подбора состава, учёту особенностей вторичных заполнителей и применению современных технологий появляется возможность получать бетонные смеси с оптимальным сочетанием свойств для различных производственных целей. Дальнейшее развитие данной отрасли требует совершенствования нормативной документации, расширения базы исследований по долговечности, прочности и безопасности новых строительных материалов, а также повышения культуры производственного использования вторичного сырья.

Использованная литература:

1. Kozlov, V.V., et al. Recycling of Construction Wastes as Aggregate in Concrete. Elsevier, 2018.
2. Neville, A.M. Properties of Concrete. 5th Edition, Pearson, 2011.
3. Favier, A., et al. Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete. Cement and Concrete Research, 2015.
4. Hansen, T.C. Recycled Aggregates and Recycled Aggregate Concrete. Materials and Structures, 1992.
5. Pacheco-Torgal, F., et al., Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste. Woodhead Publishing, 2013.
6. John, V.M., et al. Eco-Efficient Concrete. Woodhead Publishing, 2013.
7. Alexander, M.G., Mindess, S. Aggregates in Concrete. CRC Press, 2005.