DOI: 10.17117/na.2015.10.03.075

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.075.pdf>

Поступила (Received): 12.10.2015

Гилязидинова Н.В., Рудковская Н.Ю., Санталова Т.Н. Подбор состава конструктивно-теплоизоляционного бетона для наружных ограждающих конструкций

Gilyazidinova N.V., Rudkovskaya N.Yu., Santalova T.N.
Selection of the composition of constructively insulating
concrete for exterior enclosing constructions

В статье описывается подбор состава конструктивно-теплоизоляционного бетона для наружных ограждающих конструкций. Новизной научных исследований является использование керамзита в сочетании с золошлаковыми отходами от сжигания Кузбасских углей. Ожидаемый экономический эффект от использования бетона на золошлаковых заполнителях заключается в снижении стоимости продукции за счет использования более дешевых материалов и повышении производительности труда исключением дополнительных операций по утеплению наружных конструкций

Ключевые слова: конструктивно-теплоизоляционный бетон, керамзит, золошлаковые заполнители

The article describes the selection of the composition constructive heat-insulating concrete for exterior enclosing constructions. The novelty of research is the use of expanded clay in combination with ash and slag waste after burning Kuzbass coals. The expected economic effect from the use of concrete on ash and slag placeholders is to reduce the cost of production with the help of using cheaper materials and increase of labor productivity exception of the heat-insulation for exterior enclosing constructions

Key words: constructive heat-insulating concrete, expanded clay, ash and slag placeholders

Гилязидинова Наталья Владимировна
Кандидат технических наук, доцент
Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Gilyazidinova Natalya Vladimirovna
Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor
Kuzbass state technical university named T.F.
Gorbachev
Kemerovo, Vesennyaya st., 28

Рудковская Надежда Юрьевна
Доцент
Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Rudkovskaya Nadezhda Yurievna
Associate Professor
Kuzbass state technical university named T.F.
Gorbachev
Kemerovo, Vesennyaya st., 28

Санталова Татьяна Николаевна
Доцент
Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Santalova Tatiana Nikolaevna
Associate Professor
Kuzbass state technical university named T.F.
Gorbachev
Kemerovo, Vesennyaya st., 28

На протяжении многих лет в Кузбасском государственном техническом университете имени Т.Ф. Горбачева ведутся исследования по подбору составов бетонов с использованием отходов промышленности для изготовления различных строительных материалов, изделий и конструкций. Среди промышленных отходов одно из первых мест по объему выпуска занимают золы и шлаки от сжигания твердых видов топлива (уголь разных видов) на тепловых электростанциях (ТЭС). На многих ТЭС ежегодный выход золы и шлака превышает 1 млн. т. Содержание золошлаковых отвалов требует значительных затрат.

Актуальная проблема необходимости использования зол и шлаков диктуется не только экономическими соображениями, но и особо важными требованиями охраны окружающей среды. Замена природного сырья золами и шлаками способствует охране недр. Ликвидация золошлаковых отвалов благоприятно сказывается на атмосферном воздухе, который в местах отвалов содержит частицы пыли, разносимые ветром на значительные расстояния и отрицательно влияющие на окружающую среду и здоровье людей.

В то же время золы и шлаки ТЭС являются материалами, прошедшими высокотемпературную обработку и получившими специфические свойства, предопределяющие возможность их эффективного использования в производстве различных строительных материалов, что подтверждается научными исследованиями и практическим опытом. Повышенная химическая активность зол и шлаков ТЭС по сравнению с материалами, не прошедшими термической обработки, позволяет снизить топливно-энергетические затраты при последующем их использовании в производстве строительных материалов.

Результаты исследований позволили разработать широкую гамму составов легких и тяжелых бетонов на золошлаковых заполнителях. Из таких бетонов возможно производство практически всех строительных материалов, изделий и конструкций, необходимых при возведении жилых и промышленных зданий, сельскохозяйственных объектов, дорожных и гидротехнических сооружений. Но область применения бетонов с использованием золы и шлака может быть существенно расширена. Их можно использовать для монолитного строительства коттеджей, а также при изготовлении стеновых панелей для 12-16 этажных жилых зданий.

В 2012 году КузГТУ со своими научными разработками по использованию отходов промышленности, выиграл грант в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы по научному направлению «Строительные технологии».

В процессе выполнения научно-исследовательской работы решались задачи по разработке оптимального состава конструктивного и конструктивно-теплоизоляционного бетона на золошлаковых заполнителях классов В5-В15 с маркой по морозостойкости F35-F75 для наружных ограждающих конструкций, а также устанавливались закономерности влияния состава бетона на их прочность и долговечность.

При проведении лабораторных экспериментальных исследований по установлению закономерности влияния состава легкого бетона на прочность и долговечность конструкций, в качестве вяжущего использовался портландцемент марки 400-500. В качестве крупного заполнителя использовался керамзит. Наличие дробленых частиц в керамзитовом гравии составляет 0,5%, что укладывается в нормативный максимум по ГОСТ 9757-90. Морозостойкость керамзитового гравия при испытании по ГОСТ 9758-86 определялась потерей массы после 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания и составляла 12%, что превышает нормативные характеристики (8%). Следовательно, согласно требованиям ГОСТ керамзитовый гравий может быть использован в конструктивных и конструктивно-теплоизоляционных легких бетонах только после проверки бетона на морозостойкость.

В ходе испытаний керамзитового гравия было установлено, что керамзит по средней плотности и зерновому составу неоднороден. Его насыпная плотность колеблется от 400 до 800 кг/м³, следовательно, при назначении заданной средней плотности нужно исходить из максимально возможных значений его насыпной плотности. В исследуемом керамзитовом гравии отсутствуют фракции 0,14-5, соответствующие мелкому заполнителю для легкого бетона, поэтому целесообразно использовать для приготовления бетона турбулентный смеситель – активатор. В процессе работы смесителя происходит частичное дробление керамзита с образованием мелких фракций, а так же вскрытие наружной поверхности и его активация, что благоприятно сказывается на физико-механических характеристиках бетона. Насыпная плотность керамзита после дробления возрастает на 3%, прочность при сжатии на 58%. Но получаемое при дроблении керамзитового гравия количество мелких фракций остается не достаточным для получения легкого бетона плотной структуры. Возникает необходимость введения в его состав недостающего количества мелкого заполнителя. В качестве недостающей части мелкого заполнителя в бетоне исследовалась возможность использования: золы-уноса сухого удаления по ГОСТ 25818-91, золошлаковой смеси гидроудаления Кемеровской ГРЭС по ГОСТ 25592-91 и природного песка.

Характеристики золы-уноса сухого удаления: насыпная плотность – 1030 кг/м³; истинная плотность – 2100 кг/м³; потери при прокаливании – 2,25%; удельная поверхность по остатку на сите 008 – 1,3%. Тонкость помола золы-уноса сухого удаления соответствует тонкости помола цемента, потери при прокаливании ниже допустимых и зола-унос пригодна для применения в бетоне.

Характеристики золошлаковой смеси: насыпная плотность – 780 кг/м³; влажность – 17%; потери при прокаливании составили – 4,8%. Тонкость помола части смеси прошедшей через сито 014 составляет 64% по остатку на сите 008.

Характеристики природного песка: насыпная плотность песка – 1425 кг/м³; наличие глинистых частиц – 21%. Полный остаток на сите 0,63 – 33%. Данный песок относится к мелким заполнителям (ГОСТ 8736-93*) и может быть использован для получения бетона повышенной прочности.

При подборе состава конструктивно-теплоизоляционного бетона учитывалась цель проектирования – получение экономичного бетона с маркой по средней плотности Д1100-Д1300 классов по прочности В5-В15 подвижностью 9-12 см осадки стандартного конуса к моменту укладки.

Общий расход мелкого и крупного заполнителя для конструктивно-теплоизоляционного бетона составляет 1,55 м³. При этом доля песка (или золошлаковой смеси) в смеси заполнителей определяется исходя из исследований, в ходе которых она изменилась от 18 до 45%.

Для определения влияния соотношения мелкого и крупного заполнителя на структуру бетона предварительный подбор составляющих бетона производился экспериментально, путем порционного введения мелкого заполнителя (песка или золошлакового материала).

Плотность и качество поверхности бетона определялись визуально на образцах кубах 150×150×150 мм и цилиндрах 100×400 мм.

Приготовление бетонной смеси осуществлялось принудительным способом перемешивания и в турбулентном смесителе с дроблением в нем керамзитового гравия.

После проведенных экспериментов был сделан вывод, что минимальное количество мелкой фракции, обеспечивающее удовлетворительное качество структуры и наружной поверхности образцов, должно быть не менее 22%, от общего объема заполнителя. Рекомендуется введение пластифицирующих добавок для бетонов повышенной прочности. Турбулентная активация керамзита в течение 120 с, с последующим перемешиванием бетонной смеси, в которую вводится недостающая часть песка, обеспечивает получение бетона с необходимыми прочностными характеристиками и удовлетворительным внешним видом поверхности.

При определении предельно уменьшенного и оптимального содержания керамзитового гравия в бетонной смеси, исходя из физико-механических характеристик и качества нужной поверхности образцов, было выявлено, что оптимальные характеристики по прочности и средней плотности образцов бетона достигаются при содержании в нем песка до 27%, золошлакового материала – 28%, без учета части песка образованного при дроблении керамзита в турбулентном смесителе (8-10% от объема керамзита).

В задачу исследования входило также предварительное определение минимального расхода цемента в бетонной смеси, исходя из физико-механических характеристик, средней плотности, структуры и качества наружной поверхности образцов.

В соответствии с требованиями СНиП 82-02-95 для монолитных армированных конструкций из легкого бетона расход цемента должен приниматься не менее 200 кг/м³, а в случае применения золошлаковых материалов – не менее 180 кг/м³. Для неармированных конструкций минимальные значения не ограничиваются, при условии, что бетон изделий имеет требуемую по проекту морозостойкость.

Проведенными исследованиями было установлено, что керамзитобетон с мелким заполнителем на природном песке при расходе цемента 220 кг/м³ от-

вечает по прочности и средней плотности требованиям, предъявленным к материалам верхних этажей, а при расходе 250 кг/м³ – нижних этажей. Для наружных стен цоколя расход цемента должен быть увеличен ориентировочно до 280 кг/м³. Бетон с расходом цемента от 180 кг/м³ до 220 кг/м³, в котором в качестве недостающего вяжущего и мелкого заполнителя использована зола-унос сухого удаления, которая имеет показатели по прочности и средней плотности в сухом состоянии, отвечающие требованиям предъявляемых к наружным стенам верхних и нижних этажей. Характеристики прочности и плотности бетона аналогичного состава, в котором вместо золы-уноса сухого удаления использована золошлаковая смесь мокрого удаления ГРЭС несколько ниже предыдущих показателей, но достаточны для требований, предъявляемых к бетону наружных ограждающих конструкций.

Новизной данных научных исследований является то, что нами был использован керамзит в сочетании с золошлаковыми отходами от сжигания Кузбасских углей для получения конструктивно-теплоизоляционного бетона для наружных ограждающих конструкций в монолитном домостроении. Также в результате проведения работы еще раз была доказана огромная эффективность применения золошлаковых отходов ТЭС, которая заключается в уменьшении расхода сырьевых материалов, топливно-энергетических ресурсов, сокращении технологического цикла производства изделий и улучшении их свойств. Помимо этого существенная экономия достигается в результате ликвидации золошлаковых отвалов, которые оказывают вредное воздействие на окружающую природную среду.

Список используемых источников:

1. Гилязидинова Н.В., Ильин А.Н. Use the slag concrete in building underground structures and mines // *Modern scientific research and their practical application. International periodic scientific journal SWorldJournal*. Украина. 2014.
2. Угляница А.В., Гилязидинова Н.В., Рудковская Н.Ю., Санталова Т.Н. Analysis of compositions of ceramsite ash-slag-concrete for monolithic building construction // *International Journal of Applied Engineering Research*. Vol. 10. №8 (2015). P. 19235-19246.

© 2015, Гилязидинова Н.В., Рудковская Н.Ю., Санталова Т.Н.

Подбор состава конструктивно-теплоизоляционного бетона для наружных ограждающих конструкций

© 2015, Gilyazidinova N.V., Rudkovskaya N.Yu., Santalova T.N.

Selection of the composition of constructively insulating concrete for exterior enclosing constructions