

УДК 691.32:620.169.1

В. А. Перфилов, У. В. Канавец, И. Г. Лукина

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК И БУРОВОГО ШЛАМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Использование сажевых отходов теплогенерирующих установок и бурового шлама позволит повысить реологические свойства смесей при увеличении прочности и трещиностойкости фибробетонов, улучшить экологическую обстановку и снизить стоимость за счет использования неутилизованных отходов производства.

К л ю ч е в ы е с л о в а: утилизация отходов теплогенерирующих установок, фибробетоны, сажа, буровой шлам, модифицирующая добавка, прочность.

The use of carbon-black wastes of heat-generating systems and drilling cuttings enables to enhance flow properties of mixes with the increase of durability and fracture strength in fibrous concrete, and to improve environment situation, and to reduce costs at the expense of unutilized wastes.

К е у w o r d s: recycling of wastes of heat-generating system, fibrous concrete, carbon-black, drilling cuttings, modifying agent, durability.

В настоящее время при очистке паровых и водогрейных котлов путем обдувки паром или дробеочистки большое количество сажи в смеси с водой поступает в городские канализационные стоки. В результате ухудшается экологическая обстановка в атмосферной и подземной средах. В процессе добычи нефти вместе с выбуренной породой извлекается буровой шлам, включающий большое количество химических соединений, используемых для приготовления строительных материалов. Отработанный буровой шлам, являясь отходом нефтедобычи, оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду. Его запасы, складываемые в незащищенные отвалы, составляют тысячи тонн. Поэтому утилизация бурового шлама является актуальной задачей научных исследований.

Произведен предварительный анализ фазового, гранулометрического и компонентного состава бурового шлама, извлеченного из сухопутной скважины. Установлено, что около 90 % бурового шлама составляют кварцевые пески и известьсодержащие компоненты.

Для утилизации сажевых отходов теплогенерирующих установок и бурового шлама предлагается их использование при изготовлении фибробетонов.

Фибробетон возрастающими темпами применяется в США, Германии, Бельгии и других странах, как правило при строительстве дорожных и аэродромных покрытий. В России сталефибробетон находит незначительное применение в (банковские хранилища, небольшие участки аэродромных покрытий и автомобильных дорог), в основном в Москве и Санкт-Петербурге. В Волгограде применение изделий, конструкций и сооружений из фибробетона практически полностью отсутствует. В первую очередь, наиболее широкое применение фибробетона в Волгограде можно осуществлять при строительстве дорожного полотна через плотину Волжской ГЭС, нового моста через р. Волгу, дорожных покрытий — как в качестве подосновы под асфальтовое покрытие,

так и путем нанесения на готовое асфальтовое полотно, при возведении промышленных полов и др. При этом будут решены проблемы долговечности конструкций и сооружений и уменьшены затраты на их изготовление и ремонт.

Фибробетон, являясь неоднородным материалом, характеризуется микроструктурой цементного геля, а также макроструктурой, обусловленной взаимодействием вяжущего и заполнителей. Формирование микроструктуры цементного камня, от которой зависят основные физико-механические свойства бетонов, начинается с надмолекулярного уровня дисперсности частиц размером $3 \dots 5 \cdot 10^{-9}$ м ($3 \dots 5$ нм). Образующиеся в результате взаимодействия вяжущего с водой в начальный период гидратации цемента гидросиликаты кальция на надмолекулярном уровне имеют размер элементарных зародышей новой кристаллической фазы до 3 нм. Дефекты структуры в виде дислокаций, имеющие подобные размеры, также начинают формироваться на этой стадии образования цементного камня.

Разработана технология получения высокопрочных фибробетонов, не имеющих аналогов, с применением комплексных добавок, модифицирующих гелевую на наноуровне структуру применяемых вяжущих, что позволило создать бетоны с исключительными свойствами. Для повышения прочности и трещиностойкости бетона на макроуровне вводились стальные волокна-фибры, блокирующие развитие трещин.

Массовое применение фибробетона, как правило, зависит от использования стальных фибр различной конструкции, которые обладают высокой технологичностью при перемешивании и низкой себестоимостью. В настоящее время применяются фибры зарубежных фирм Naгex (Япония) и Dramix (Бельгия), а также ЗАО «Фибробетон» (г. Москва, Россия). Использование стальных фибр, выпускаемых вышеперечисленными производителями, ограничено ввиду их невысоких технологических и физико-механических свойств, а также высокой стоимости. В рамках научных исследований предлагается использовать фибру «Миксарм» на основе стальной проволоки, выпускаемой ОАО «Северсталь-метиз» по ТУ 1211-205-46854090—2005. Эта фибра с конусообразными анкерами разработана люксембургской компанией AWD, мировым лидером в производстве фибры. Миксарм — единственная в России фибра, которая прошла сертификацию в Госстрое РФ. Компания «Северсталь-метиз» получила эксклюзивное право производителя этого вида фибр. Учитывая, что эта компания входит в холдинг, объединяющий Череповецкий, Орловский и Волгоградский сталепроволочно-канатные заводы, то стоимость фибры значительно снижается для волгоградских потребителей. Применение предлагаемой оригинальной конструкции металлических фибр и модифицирующей комплексной добавки, включающей сажевые отходы, с высоким значением свободной поверхностной энергии способствует в условиях начального надмолекулярного уровня становления структуры цементного камня более полному связыванию гидросиликатов и гидроксидов кальция, что значительно снижает их растворимость и увеличивает прочность, трещиностойкость, водонепроницаемость и морозостойкость фибробетона.

Были проведены экспериментальные исследования подобранных составов фибробетонов и определены их основные физико-механические свойства. Сажевые отходы предварительно смешивались в соотношении 1 : 1 с известными

добавками С-3 и Д-11. Подготовленная комплексная добавка вместе с водой затворения вводилась в фибробетонную смесь, включающую буровой шлам в качестве частичной замены обычного заполнителя. В результате совместного перемешивания компонентов подвижность смеси увеличилась по сравнению с известным составом фибробетона без комплексной добавки на 15 %.

Влияние комплексной добавки на прочность при сжатии разработанных составов фибробетона оценивалось путем испытаний образцов на гидравлическом прессе. В результате исследований была определена оптимальная дозировка комплексных добавок, буровых шламовых отходов, при которой получены максимальные значения прочности при сжатии. Так, при использовании комплексной добавки, включающей сажевые отходы и суперпластификатор С-3, прочность фибробетона по сравнению с бетоном без добавки увеличилась на 38 %. Применение сажевых отходов в сочетании с многофункциональной добавкой Д-11 позволило получить фибробетоны с прочностью на сжатие, превышающей прочность бетона без добавки на 65 %.

Фибробетон, включающий равномерно распределенные металлические волокна-фибры, буровой шлам и комплексную добавку, включающую сажевые отходы, позволяет по сравнению с традиционным бетоном, увеличить:

- прочность на сжатие на 50 % и более;
- прочность на растяжение в 2...6 раз;
- ударную прочность в 2...3 раза;
- истираемость на 30 %;
- трещиностойкость в 3 раза;
- морозостойкость до 400 циклов и более;
- марку по водонепроницаемости W14 и более.

Таким образом, использование предлагаемых составов фибробетонов с использованием буровых шламов, модифицированной комплексной добавки, включающей сажевые отходы, позволяет повысить подвижность смеси на 15 % и увеличить прочность фибробетона на 38...65 %, улучшить экологическую обстановку и снизить стоимость за счет использования неутраченных отходов производства.

В связи с высокой долговечностью значительно повышаются сроки эксплуатации конструкций и сооружений из фибробетона, что увеличит межремонтные сроки в 2...3 раза, снизит трудовые и материальные затраты. Это многократно сократит бюджетные расходы, в частности, на строительство и содержание дорог. Социальный эффект, помимо высвободившихся бюджетных средств, направленных на первоочередные муниципальные нужды, проявляется в значительном улучшении качества конструкций и сооружений, например, дорог. Это позволит снизить количество транспортных происшествий, увеличит срок эксплуатации автомобилей и т. п.

© Перфилов В. А., Канавец У. В., Лукина И. Г., 2013

Поступила в редакцию
в сентябре 2013 г.

Ссылка для цитирования:

Перфилов В. А., Канавец У. В., Лукина И. Г. Утилизация отходов теплогенерирующих установок и бурового шлама для повышения экологической безопасности окружающей среды // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013. Вып. 2(27). URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/PerfilovKanavetsLukina-2013_2\(27\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/PerfilovKanavetsLukina-2013_2(27).pdf)