

12. Лесовик, Р. В. Высокопрочный бетон для покрытий автомобильных дорог на основе техногенного сырья / Р. В. Лесовик, М. С. Ворсина // Строительные материалы. – 2005. – № 5. – С. 46 – 47.

13. Денисова, Ю.В. Долговечность штукатурных фасадных систем гражданских зданий / В.Н. Тарасенко, Р.В. Лесовик, А.А. Митрохин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 7. – С. 22-26.

УДК 691.33

**Богусевич Г.Г., канд. техн. наук, доц.
Сопин Д.М., канд. техн. наук,
Богусевич В.А., канд. техн. наук,
Гасанов О.Д., маг.,
Гончаров Р.С., маг.**

(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КМА И ВЯЖУЩИХ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

В работе исследуется возможность применения техногенного сырья Курской Магнитной Аномалии в качестве компонента композиционного вяжущего и сырья для мелкозернистого бетона для работ при отрицательных температурах.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, композиционные вяжущие, техногенное сырье, отходы горнорудной промышленности, зимнее бетонирование.

В настоящее время в стране интенсивно развиваются технологии возведения зданий и сооружений из монолитного бетона с применением комплексных модификаторов различного функционального назначения. Вместе с тем одной из острых проблем является повышение эффективности бетонирования при низких положительных и отрицательных температурах, поскольку продолжительность зимнего периода для климатических условий средней полосы России составляет 5–6 месяцев.

Известно, что процессы гидратации и твердения бетона при снижении температуры замедляются и практически прекращаются при снижении ее ниже нуля. Поэтому столь важным являются вопросы проектирования, приготовления, транспортирования, укладки и ухода за бетоном, твердение которого происходит в зимних условиях.

В технологии зимнего бетонирования достаточно широко и эффективно применяются различные способы предотвращения

замораживания бетона, не набравшего критической прочности, достаточной для восприятия внутренних напряжений, связанных с процессами льдообразования в массиве бетонируемой конструкции.

Электропрогрев (электродный прогрев) бетона является одним из экономичных методов термообработки, поскольку проходящий сквозь бетон электрический ток разогревает изнутри всю массу материала. Целесообразна область применения прогрева бетона в неармированных или малоармированных конструкциях. Сегодня получают все более широкое распространение в строительстве мелкозернистые бетоны. Большая однородность структуры и широкая возможность ее модификации позволяют получать мелкозернистые бетоны самых различных свойств и назначения. Повышение эффективности производства мелкозернистых бетонов, отличающихся повышенным содержанием цемента, связано с использованием местного сырья и отходов промышленности [1-3].

Поэтому в развитии технологии мелкозернистого бетона актуальным является снижение расхода цемента и получение однородной структуры материала за счет применения композиционных вяжущих, а получение таких вяжущих с использованием техногенных отходов, в частности отсева дробления кварцитопесчанника Лебединского месторождения КМА в качестве заполнителя, позволяет значительно понизить себестоимость мелкозернистых бетонов [4-6].

Для оценки возможности применения отсева кварцитопесчанника как сырья для производства бетона и получения композиционных вяжущих, были разработаны составы мелкозернистого бетона с использованием портландцемента Цем I 42,5Н, а также вяжущих низкой водопотребности (ВНВ), которые в дальнейшем прогревались с помощью электропрогрева и твердели в условиях отрицательных температур в течении 28 суток, их характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-механические характеристики вяжущих

Вид вяжущего	Нормальная густота теста, %	Сроки схватывания, мин		В/Ц	Активность вяжущего, (МПа)	
		начало	конец		при изгибе	при сжатии
ЦЕМ I 42,5Н	26,2	2-40	3-50	0,4	7,2	50,4
ГМЦ-50 (КВГ)	27,1	2-30	4-40	0,43	6,8	44,7
ВНВ-50 (КВГ)	24,3	2-10	4-10	0,35	8,8	55,1

Исследования физико-механических характеристик показало, что свойства бетонов изготовленных на ВНВ-50 превышают характеристики образцов аналогичного состава изготовленных на портландцементе. Отсюда можно сделать вывод, что применение композиционных вяжущих с добавкой суперпластификатора позволяет существенно увеличить прочностные характеристики бетона (таблица 3).

Таблица 3 - Физико-механические характеристики мелкозернистых бетонов

Вид вяжущего	Расход материалов			Подвижность, ОК, см	R _{ср} , МПа
	Цемент, кг/м ³	Заполнитель, кг/м ³	Вода, л/м ³		
ЦЕМ I 42.5Н	415	1800	250	10-12	25,2
ТМЦ-50	415	1800	286	10-12	22,9
ВНВ-50	415	1800	230	10-12	29,6

Установлено, что прочностные свойства мелкозернистого бетона с применением ВНВ-50 выше, чем у бетона контрольного состава на обычном портландцементе, что можно объяснить высокими характеристиками самого вяжущего низкой водопотребности, его высокой дисперсности, низкой водопотребности, высокой активности, за счет чего улучшается состояние контактной зоны на границе раздела цементный камень – заполнитель, а также состав и структура новообразований в этой зоне.

В связи с тем, что разработанные мелкозернистые бетоны планируется использовать в монолитном строительстве, важным является изучение их деформативных характеристик (таблица 4).

Таблица 4 - Деформативные характеристики мелкозернистых бетонов

Вид вяжущего	Призменная прочность, кг/см ² (МПа)	Модуль упругости и E _b · 10 ⁻³ , МПа
ЦЕМ I 42.5Н	17,7	15,6
ТМЦ-50	16,0	13,7
ВНВ-50	19,5	17,3

Исследовав деформативные показатели, были получены следующие результаты, дающие основание сделать вывод о том, что на отсеке дробления кварцито-песчаников и композиционных вяжущих возможно получение мелкозернистых бетонов для

изготовления ответственных изделий и конструкций, соответствующих нормативной документации для данного вида строительства.

Таким образом, использование техногенного сырья региона КМА в качестве заполнителя и компонента композиционных вяжущих, позволяет получить мелкозернистые бетоны для работ при отрицательных температурах и будет способствовать как удешевлению строительства, так и улучшению экологической ситуации в регионе.

Библиографический список

1. Lesovik R.V. Fine-grain concrete from mining waste for monolithic construction / Lesovik R.V., Ageeva M.S., Lesovik G.A., Sopin D.M., Kazlitina O.V., Mitrokhin A.A. / IOP Conference Series: Material Science in Mechanical Engineering. – Vol.11. - 2018. - 032028.
2. Лесовик В.С. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих / Лесовик В. С., Агеева М.С., Иванов А.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. – № 3. – С. 29 – 32.
3. Лесовик Р.В. Перспективы использования техногенного сырья для получения закладочных смесей / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Сопин Д.М., Казлитина О.В., Селоков М.А. // Фундаментальные основы строительного материаловедения Сб. докл. Междунар. онлайн-конгресса. - 2017. - С. 115-120.
4. Лесовик Р.В. К вопросу об оптимизации структуры высокопрочного фибробетона за счет использования нанодисперсного модификатора / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Митрохин А.А. // Вестник ВСГУТУ. - 2017. - № 4 (67). - С. 64-70.
5. Лесовик Р. В. Активация наполнителей композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2009. – № 1. – С. 87 – 89.
6. Лесовик Р. В. Выбор кремнеземсодержащего компонента композиционных вяжущих веществ / Лесовик Р. В., Жерновский И.В. // Строительные материалы. - 2008. – № 8. – С. 78 – 79.

УДК 662.99

**Васильченко Ю.В., канд. техн. наук, доц.,
Крючков М.И., маг.**
(БГТУ им. В.Г.Шухова, г.Белгород, Россия)

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗВЕСТИ

Рекомендуемые к применению оборудование и методы комплексной утилизации отходящих технологических газов агрегатов для обжига карбонатных пород, решают не только вопросы охраны окружающей среды, но позволяет сделать процесс производства практически безотходным.