

УДК 691.328: 699.86

В.В. ЩЕРБА^{*}, аспірант, Л.И. КОЗЫРЬ, Н.И. ГОНЧАРЕНКО, ГП «ГПИ «Кривбаспроект»**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ ПЕНОБЕТОН,
МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СОЕДИНЕНИЯМИ ЖЕЛЕЗА**

В статье рассмотрены вопросы получения пенобетона повышенного качества за счет применения концентрированной железо-силикатной суспензии, которая представляет собой молотые железосодержащий компонент и бой стекла, а также применение специального порядка смешивания компонентов пенобетона, который заключается в приготовлении технической пены путем смешивания пенообразователя, железосодержащего компонента и части расчетного количества воды и приготовления раствора путем смешивания цемента, концентрированной железо-силикатной суспензии и второй части расчетного количества воды с последующим смешиванием пены и раствора приводит к уменьшению количества пенообразователя, которая необходима для получения пенобетонной смеси определенной плотности и, как следствие, повышения прочности пенобетона.

Проблема и ее связи с научными и практическими задачами. Тенденция развития рынка строительных материалов в мире, так и в частности на территории Украины, устанавливает более высокие требования к ним. Большое внимание стало уделяться развитию энергосберегающих материалов, сокращающих затраты на топливно-энергетические ресурсы, путем сокращения тепловых потерь. Также, немаловажной частью, требующей внимания, является снижение себестоимости производства данных материалов, что в конечном итоге приведет к снижению их рыночной стоимости и как следствие более высокой конкурентоспособности. Одним из способов снижения себестоимости производства может являться использование отходов. На данный момент на Украине использование промышленных отходов в производстве строительных материалов невелико. Поэтому разработка эффективных материалов для теплоизоляции в наши дни является актуальной.

Производство теплоизоляционных материалов с использованием вторичных сырьевых ресурсов и отходов промышленного производства можно в полной мере отнести к технологии ресурсосбережения, являющейся эффективным способом в борьбе с загрязнением окружающей среды. В частности использование отходов обогащения железных руд позволит сократить земельные участки, занятые этими отходами, снизить пылевыделения, сократить транспортные расходы, улучшить экологическую обстановку в регионе.

Анализ исследований и публикаций. Как показывает анализ литературных данных [1-3], одним из наиболее перспективных теплоизоляционных материалов для массового строительства, может стать пенобетон средней плотностью 200-300 кг/м³. В свете наметившейся в последнее время тенденции к увеличению доли индивидуального и малоэтажного строительства наиболее веским преимуществом пенобетона представляется возможность его монолитной заливки в построечных условиях: обычно применение монолитного способа возведения конструкций требует меньших материальных и финансовых затрат, позволяет сократить сроки строительства [8]. На данный момент для теплоизоляции зданий на Украине используют пенобетоны средней плотности 350-400 кг/м³ при прочности на сжатие 0,6-1,0 МПа.

Постановка задачи. Перспективным как с технической, так и с экономической точки зрения является снижение средней плотности теплоизоляционного пенобетона. Однако это снижение приводит к ряду технических трудностей. В первую очередь это необходимость использования высокомарочных цементов, что влечет к увеличению их себестоимости. Так же обеспечение устойчивой формовочной массы, необходимой для получения изделий плотностью 200-300 кг/м³ является практически не решенной задачей.

Эта работа посвящена решению этих задач и основывается на разработке технологии приготовления устойчивой формовочной массы из концентрированной вяжущей силикатной суспензии (КВСС), являющейся альтернативой высокомарочного цементного теста.

Изложение материала и результаты. Основой формовочной массы является концентрированная вяжущая силикатная суспензия, полученная путем помола отходов обогащения железных руд и боя стекла.

Одновременно из пенообразователя подготавливается стабилизированная техническая пена. Смешивание технической пены с концентрированной вяжущей силикатной суспензии при-

^{*} © Щерба В.В., Козырь Л.И., Гончаренко Н.И., 2014

водит к получению формовочной массы, что обеспечивает изготовление теплоизоляционных материалов средней плотности 250-300 кг/м³.

Для проведения экспериментальных работ в качестве основных сырьевых материалов использовались бой оконного стекла, оксиды железа, отходы обогащения железных руд Южного горно-обогатительного комбината и портландцемент марки М400 (производитель «Хайдельберг цемент» г. Кривой Рог).

Исследования влияния компонентов на свойства полученного материала производились с использованием математического планирования эксперимента.

Для математической обработки результата использовался метод корреляционного анализа.

Для исследования физико-механических и теплофизических свойств камня и бетона использовались стандартные методы.

Параметром оптимизации была принята прочность камня на сжатие.

Результаты исследования влияния концентрированной вяжущей силикатной суспензии, включающей молотый бой стекла и молотый железосодержащий компонент отходов обогащения железных руд (ООЖР), на прочность полученного камня приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер исследования	Влияние КВСС на прочность камня			Среднее значение прочности на сжатие после сушки, МПа
	Вміст компонентів, мас. %			
	ООЖР	бой стекла	портландцемент	
1	20	0,4	79,6	14,5
2	20	20	60	21
3	30	0,4	69,6	10
4	30	20	50	30
5	40	0,4	59,6	16
6	40	20	40	14,8

Анализируя результаты исследования определена рациональная область состава камня, включающая 55-62% портландцемента, 37-42% ООЖР, 2,8-7,7% боя стекла. Для дальнейших исследований был выбран состав, включающий 58,2% - портландцемента, 36,4% - ООЖР, 5,4% - боя стекла.

Так же установлено, что при введении в состав исследуемого материала помеленного отвального доменного шлака в количестве 3-8% интенсифицирует формирование первичной структуры (твердение), повышая предел прочности камня через трое суток твердения от 1,0 до 3,2 МПа.

После определения оптимального состава сырья были проведены исследования по оптимизации микропористой структуры, обеспечивающей получение теплоизоляционного материала плотностью 250-300 кг/м³. С этой целью было изучено влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ): смолы древесной обмыленной (СДО), сульфонола, ПО-6 на степень поризации суспензии молотого доменного отвального шлака. Поризацию суспензии молотого доменного отвального шлака проводили при В/Т = 10.

Исследование показало возрастание степени поризации со стабилизацией пены при определенной концентрации, при увеличении содержания всех используемых ПАВ. Наибольшая степень поризации была получена при использовании СДО в количестве 1%.

Результаты исследований показали, что оптимальное водотвердое отношение при изготовлении технической пены из СДО и концентрированной железо-силикатной суспензии является В/Т=10, что и было принято для дальнейших исследований. Низкая плотность материала была достигнута вспениванием смеси из ООЖР и молотого боя стекла. Для этих целей в растворную смесь вводили СДО в количестве 0,9% от массы твердых компонентов и вспенивали в роторном смесителе. Водотвердое отношение варьировалось в пределах 0,6-1,4.

Исследованием было выявлено влияние на плотность полученного материала, как водотвердым отношением составной раствора, так и затратой пены на 1 т формовочной массы.

Так для получения материала плотностью 200 кг/м³ при В/Т=0,6 затрата пены составила 1420 л на 1 т, а при В/Т=1,4 - 1130 л.

Для дальнейших исследований водотвердое отношение было принято 1,25. Затрата пены соответственно принята для материала плотностью 200 кг/м³ - 1480 л, 250 кг/м³ - 1250 л, 300 кг/м³ - 980 л на 1 т формовочной массы.

Исследованием дифференциальной пористости теплоизоляционного материала средней плотности 200-300 кг/м³ установлено, что в материале с меньшей плотностью в большей степе-

ни присутствуют большие ячеистые поры и в меньшей капиллярные, чем в материале большей плотности. Снижение средней плотности теплоизоляционного материала приводят к увеличению его пористости, и как следствие к снижению его прочности.

Для изучения влияния технологических факторов в процессе изготовления смеси на свойства пенобетона, были проведены опыты с использованием технологии получения пенобетона состоящей из двух стадий. В ходе данных стадий отдельно изготовленная пена и раствор смешивались между собой. Порядок смешивания компонентов пенобетона приведен в табл. 2.

Таблица 2

Порядок смешивания компонентов пенобетона, использованный в опытах

№ порядка смешивания	Порядок смешивания компонентов при получении пены	Порядок смешивания компонентов при получении раствора
1	ПО + Ц ₁ + В ₁	Ц ₂ + КЖСС + В ₂
2	ПО + ВЗЗР + В ₁	Ц + КЖСС + В ₂
3	Ц + ООЖР + ПО + В	

Примечание. ПО – пенообразователь; Ц – расчетное количество цемента; В – расчетное количество воды; КЖСС – концентрированная железосиликатная суспензия; Ц₁, Ц₂ – части расчетного количества цемента; В₁, В₂ – части расчетного количества воды.

В процессе проведения исследований выявлено значительное влияние порядка смешивания компонентов на свойства пенобетонной смеси (табл. 3).

Таблица 3

Плотность пенобетонной смеси

Номер порядка смешивания	ККоличество ПО, л/м ³	Густота смеси, кг/м ³
1	0,4	1000
1	0,5	720
2	0,25	860
2	0,5	680
3	0,5	920
3	0,75	720

Примечание. ПО – пенообразователь.

Характерно, что использование второго принятого порядка смешивания компонентов пенобетона, при получении пены путем смешивания пенообразователя, железосодержащего компонента (ООЖР) и части расчетного количества воды, а раствора - смешиванием цемента, концентрированной железосиликатной суспензии и второй части расчетного количества воды, привело к уменьшению количества заполнителя, необходимого для получения смеси наименьшей плотности.

Выводы и направления дальнейших исследований. Таким образом, проведенными исследованиями установлено:

Использование концентрированной железосиликатной суспензии, полученной совместным помолом железосодержащего компонента с боем стекла, в качестве компонента пенобетона приводит к увеличению его прочности на сжатие.

Использование специального метода, заключающегося в приготовлении технической пены путем смешивания пенообразователя, железосодержащего компонента (ООЖР) и части расчетного количества воды и изготовления раствора путем смешивания цемента, концентрированной железосиликатной суспензии и второй части расчетного количества воды, приводит к уменьшению количества пенообразователя, необходимого для получения пенобетона заданной плотности.

Предполагаемый способ производства пенобетона за счет оптимизации процесса формирования структуры на этапе смешивания компонентов позволяет повысить устойчивость пеноцементной смеси, получить мелкодисперсную пористую структуру, тем самым улучшить теплофизические характеристики пенобетона.

Список литературы

1. **Бородская Р.М.** Безавтоклавный газозолошлакобетон / **Р.М. Бородская, Б.П. Данилов.** К.: Госстройиздат УССР, 1964. – 78 с.
2. **Кевеш П.Д.** Газобетон на пергидроле / **П.Д. Кевеш, Э.Я. Эршлер.** М.: Госстройиздат, 1961. – 86 с.
3. **Настич О.Б.** Свойства пористого бетона, модифицированного железосодержащими добавками и окислителями / **О.Б. Настич, А.А. Шишкин** // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2007. – вып. 43. – С. 314-321.

4. Пузанов С.И. Использование вяжущих свойств дисперсного стекла при утилизации стеклобоя / С.И.Пузанов, А.С. Россомагина, А.А. Кетов // Инновационный потенциал естественных наук: в 2 т Труды междунар. научн. Конф. / Перм. Университет, Естественнонаучный ин-т – Пермь: Пермский университет, 2006. Т. 1.- С.33-36.
5. Пузанов С.И. Оценка комплексного воздействия стеклобоя на окружающую среду и совершенствование технологий его вторичного использования: автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук: спец. 03.00.16 – «Экология»/С.И. Пузанов. – Пермь, 2010г. -18с.
6. Пухальский Г.В. Свойство бетонов на песках из отходов горнообогатительных комбинатов / Г.В. Пухальский, Г.Н. Бондаренко // Бетон и железобетон. – 1973. – №5. – С. 26-28.
7. Шишкин А.А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред: Дис ... докт. техн. наук: 05.23.05. / Шишкин Александр Алексеевич – Кривой Рог: КТУ, 2003. – 336с.
8. Young J.F. High performance densified cement pastes, mortars and concretes (DSP cements) // Advanced in cement chemistry: Proceedings of the International Colloquium held in Mogilani 18-19 September 1997. Krakow, 1997. – P.5-19.

Рукопись поступила в редакцию 17.02.14

УДК 631.315: 629.783: 525

В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц., І.І. ДУБОВИК, аспірант
Криворізький національний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОШНИКОМ СІВАЛКИ

У статті наведено результати дослідження роботи сошника, за умови забезпечення глибини посівної борозни з урахуванням в ній вологості ґрунту. На основі побудованої математичної моделі визначено раціональні кінематичні і динамічні параметри переміщення сошника при керуванні від пневмоприводу.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Які тільки не пропонуються науково-технічні рішення спеціалістами для поліпшення конструкції сівалок, і не дивно, адже сівалка повинна бути дуже простою, дотепною і акуратною сільськогосподарською машиною. Вона повинна висівати і дрібні (морква, редис), і середні (ячмінь, пшениця), та великі (кукурудза, соняшник) насіння і не дробити їх, не кидати на поверхні, та не висаджувати глибоко, щоб у зерна вистачило сил пробитися до світла. При цьому вона повинна розкласти насіння рівномірно по полю, забезпечивши кожному зернятку свою потрібну площину ґрунту для надійної життєдіяльності. Ось скільки повинна вміти робити сівалка, а невиконання хоча б однієї з цих вимог приводить до недобору врожаю.

Аналіз досліджень та публікацій. Для забезпечення високої точності та стабільної глибини висіву просапних культур, заданої продуктивності роботи посівного, в останні роки широко використовують різні типи сівалок для посіву просапних культур і спостерігається тенденція до їх інтенсивного розвитку [1,2].

Сівалка має в своєму складі: сошник; насіннепровід, що висіває, з поєднаним до нього датчиком висіву насіння; висівний апарат з cellular диском; котки, що накочуються; шлейф; встановлений перед сошником пристрій грудковідведення; патрубок для введення в ґрунт порції активованих добрив і стимуляторів росту, який приєднаний до ємності для рідини та керується від контролера керування електроклапаном і електронасосом та механізмом регулювання жорсткості пружини колеса, що накочується, обід якого відповідає профілю борозни; блок живлення [3].

У стандартних моделях сівалок сошники піднімаються і опускаються всі разом, перемиканням важеля з кабіни трактора. Сошник - це компонент обладнання, що обробляє ґрунт і створює в ньому канавку для розміщення зерна, добрив і пестицидів. При нульовій технології обробки, сошник повинен фізично підготувати ґрунт і висіяти зерно. Сошники, що використовуються в традиційній та нульовій технології, мають різні форми висівної щілини. Практика свідчить, що найбільш важливим показником його механічних властивостей є форма висівного отвору, завдяки якій створюється необхідна мікроструктура в ґрунті, що впливає на проростання зерна. Зазвичай, використовуються сошники з трьома варіантами профілю висівного отвору і ще два варіанти висіву насіння без створення канавок: (I) V-образна щілина; (II) U-подібна