

Таким образом, исходя из результатов расчетных и экспериментальных исследований можно сделать выводы о том, что оптимальное содержание модификатора в полимерном связующем находится в пределах 5...8% фенолоформальдегидная смола и 3...5% каменноугольная смола. При этом установлено, что введение в систему модификаторов в количестве, превышающем оптимальное, может привести к разрыхлению пространственной сетки полимера, ослаблению сил межмолекулярного взаимодействия, а также снижению эксплуатационных характеристик раствора. Прочность при сжатии характеризует структурно-механические свойства материала и в значительной степени зависит от концентрации смолы в растворе, с повышением которой прочность возрастает, составляя 60-80 МПа. Разработанная композиция обладает хорошими адгезионными свойствами.

Выводы. Результаты исследований позволяют заключить, что оптимальное содержание модификатора в полимерном связующем находится в пределах 9% - 12% от массы смолы, из них содержание фенолоформальдегидной смолы составляет 3,6% - 4,8%, а содержание каменноугольной смолы 2,4% - 3,3%. При этом установлено, что введение в систему модификаторов в количестве, превышающем оптимальное, может привести к разрыхлению пространственной сетки полимера, ослаблению сил межмолекулярного взаимодействия, а также снижению эксплуатационных характеристик раствора.

На основании анализа результатов экспериментов были выбраны оптимальные составы по прочностным показателям полимерного камня, при этом учитывались технологические характеристики полимерной смеси и стоимость составов. Полимерная композиция содержит диановую эпоксидную смолу, аминный отвердитель, фенолоформальдегидную смолу, каменноугольную смолу, спиртово-ацетоновый растворитель при соотношении частиц спирта и ацетона 1:1, а так же наполнитель – ПГПФ (пыль газоочистки производства ферросилиция).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пахаренко В.А., Яковлева Р.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов. – Киев: Воля, 2006. - 552 с.
 2. Рекомендации по применению новых типов защитно-конструкционных полимеррастворов для реставрации и консервации памятников и исторических зданий из камня и бетона / НИЛЭП ОИСИ. – М.: Стройиздат, 1987. – Ч. 2. – 107с.
 3. ДБН Д.2.2-13-99. Захист будівельних конструкцій та устаткування від корозії. – Введ. 01.02.2000. – К.: Держбуд України, 2000. – 88 с.
 4. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам. М.: Энергия, 1973. –С.73.
 5. Липатов Ю.М. Структура, свойства наполненных полимерных систем и методы их оценки // Пластические массы. – 1976. – № 11. – С.6–11.
- УДК 658:699.86:666.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЛАКА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАРГАНЦА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ КВСС ПРИ НАГРЕВАНИИ

д.т.н., проф. Пшинько А.Н., д.т.н., проф. Савицкий Н.В.*,

Гончаренко А.А., асп.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта

**Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

Введение. Постановка проблемы. Анализ литературных источников показывает, что одним из наиболее экономичных твердых материалов для теплоизоляции кровель, полов, а также для теплоизоляции стен из кирпича, при кольцевой кладке из мелких блоков, из бетонных панелей, типа «сендвич» являются пенобетон средней плотностью 200..300 кг/м³. Преимуществом твердых теплоизоляционных материалов перед деформируемыми волокнистыми материалами в процессе их эксплуатации является исключение возможности появления пустот в результате их деформации. Следует отметить, что наилучшим (наиболее долговечным и наименее теплопроводным) твердым неорганическим материалом является пеностекло. Пеностекло фирмы «Питер Корнинг» торговой марки «Фоамгласс» производится средней плотностью 100..150 кг/м³, с коэффициентом теплопроводности 0,04..0,05 Вт/мК и пределом прочности при сжатии 1,0..1,5 МПа. Высокая стоимость пеностекла связана с большими энергетическими затратами и ограничивает его применение в строительстве.

Разработка эффективного теплоизоляционного материала для массового строительства с применением дисперсных отходов плотностью 200..300 кг/м³, характеризующегося низкой теплопроводностью и более высокой прочностью, чем пенобетон на основе цемента, является актуальной задачей [1..6].

Состояние вопроса. В последнее время достаточно широко разрабатываются альтернативные цементу вяжущие – концентрированные вяжущие силикатной суспензии (КВСС) [7..9].

Результаты исследований вяжущих на основе пыли газоочистки производства ферросилиция (ПГПФ) и водного раствора жидкого стекла при их нагревании до 300⁰С показывают незначительное повышение прочности. В то же время из проведенных исследований видно, что в вяжущих протекают процессы полимеризации или поликонденсации с образованием связей типа $\equiv \text{Si}-\text{O}-\text{Si} \equiv$. Вышеизложенное дает основание предположить, что образование связей типа $\equiv \text{Si}-\text{O}-\text{Si} \equiv$ протекает в контактной зоне в результате чего в ней формируется силикатная пленка. Однако с повышением температуры нагрева связь этой пленки с поверхностью частиц ПГПФ увеличивается незначительно, что и приводит к малому повышению прочности. Это явление вызвано вероятно тем, что при дегидроксилировании поверхности пленки и частиц ПГПФ в процессе нагрева не все активные поверхностные атомы кислорода участвуют в образовании связей $\equiv \text{Si}-\text{O}-\text{Si} \equiv$ между поверхностями пленки ПГПФ [10].

Часть активных поверхностных атомов кислорода участвует в образовании силоксановых связей, т.е. замыкается на своей поверхности.

В результате дегидроксидирования поверхности частиц ПГПФ при нагревании вяжущих более 200⁰С она приобретает отрицательный заряд.

В связи с этим повысить прочность вяжущего, по нашему мнению, возможно за счет введения в его состав положительно заряженных частиц в указанном интервале температур. В качестве таких частиц нами предложено использовать шлак металлического марганца (ШММ). ШММ представлена, в основном, $\gamma\text{-C}_2\text{S}$, $\text{C}_2\text{C}_2\text{Mn}$, MnCO_3 и MnO [11]. При температурах выше 250⁰С карбоксилат марганца разлагается с выделением оксида марганца [12]. При этом марганец переходит из двух в трехвалентное состояние и частицы приобретают положительный заряд. О разложении карбоксилата марганца и переходе марганца из двух в трехвалентное состояние в ШММ свидетельствует начавшаяся потеря массы ШММ при температуре выше 300⁰С (кривая TG №1 на рис.1) и последующее ее увеличение при более высокой температуре, связанное с окислением марганца, а также экзоэффект при 450⁰С на кривой ДТА (рис.1).

Для выявления влияния ШММ на физико-механические свойства вяжущего ее вводили в формовочную массу в количестве от 2 до 10% сверх 100%.

При проведении дифференциально-термического анализа образцов вяжущих твердевших при 20⁰С также как и у образцов вяжущих из КВСС обнаружена полимеризация кремнезема в контактной зоне при 300⁰С по экзоэффекту на кривой ДТА (рис.1). У образцов вяжущих с добавкой ШММ, высушенных при 300⁰С, полимеризации обнаружено не было (рис. 1), что свидетельствует о полном ее завершении в процессе сушки. Поэтому образцы вяжущих с добавкой ШММ для проведения дальнейших исследований подвергали сушке при 300⁰С.

Для определения влияния добавки ШММ на прочность вяжущих из КВСС готовили образцы размером 2х2х2 см, вяжущее до сушки; 3 – вяжущее после сушки, а – дифференциально-термический анализ, б – термогравиметрический анализ которые в течение 3-х суток сушили на воздухе, а затем при 300⁰С до постоянной массы.

Высушенные и охлажденные образцы нагревали до 100, 20, 300, 400, 500⁰С с изотермической выдержкой в течение 4-х часов. После этого образцы охлаждали и испытывали на прочность. Результаты исследований представлены на рис. 2.

Как видно из рис.2 увеличение содержания ШММ в вяжущем с 2 до 10% приводит к повышению его прочности после сушки с 10,5 до 13,4 МПа. Это объясняется следующим. При смешении КВСС с жидкой фазой из ШММ переходят заряженные катионы кальция в виде комплексов $[\text{Ca}(\text{OH})_6]^{2+}$ и $[\text{Ca}(\text{OH})(\text{OH}_2)_5]^+$. Так как в результате ионизации поверхности частиц ПГПФ с течением времени понижается рН жидкой фазы твердеющего вяжущего, то со

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

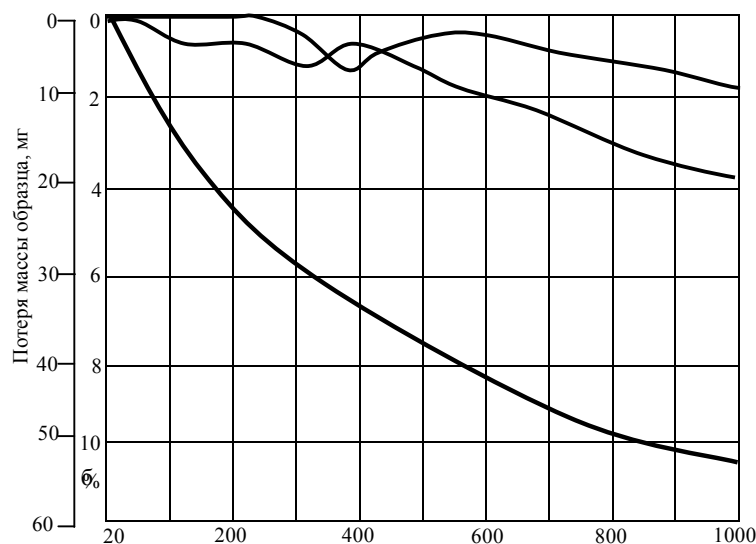
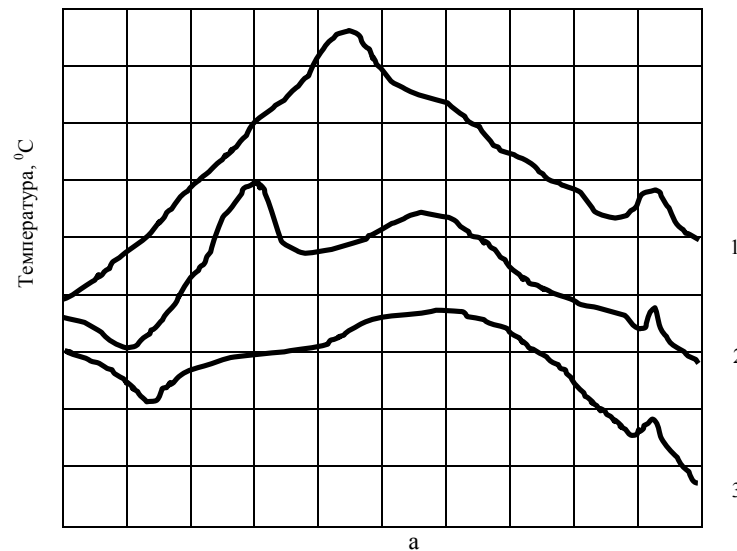
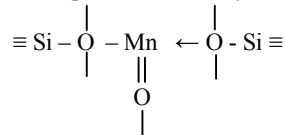


Рис 1. Термограммы вяжущего на основе КВСС и ШММ: 1 – ШММ; 2 – вяжущее до сушки; 3 – вяжущее после сушки.
а – дифференциально-термический анализ
б – термогравиметрический анализ
снижением рН увеличивается в системе содержание комплексов $[\text{Ca}(\text{OH})_6]^{2+}$ и уменьшается $[\text{Ca}(\text{OH})(\text{CaOH}_2)_5]^+$.

Заряженные комплексы $[Ca(OH)_2]^{2+}$ адсорбируются на поверхности кремнеземистых частиц пыли и усиливают коагуляцию системы вызванную комплексами $[Na(OH)_2]^{2+}$ в вяжущих без добавки ШММ.

Нагревание вяжущих до 200..300⁰С приводит к удалению из гидратной воды и образованию между кремнеземными частиц пыли дополнительных, по сравнению с вяжущими из КВСС, связей типа $\equiv Si - O - Ca - O - Si \equiv$. Появление этих связей с введением в вяжущее из КВСС шлака металлического марганца, а следовательно и увеличение общего числа связей в единице объема и приводит к повышению прочности системы. При дальнейшем повышении температуры нагрева вяжущих с добавкой ШММ до 500⁰С их прочность увеличивается (рис.2).

Увеличение их прочности, как и предполагалось, связано с образованием дополнительных, по сравнению с вяжущими из КВСС связей типа



образовавшимися в результате разложения карбоксилата марганца, перехода из двухвалентного в трехвалентное состояние и взаимодействия марганца с отрицательно заряженной поверхностью кремнеземистых частиц. Это подтверждается результатами ИК-спектроскопического анализа.

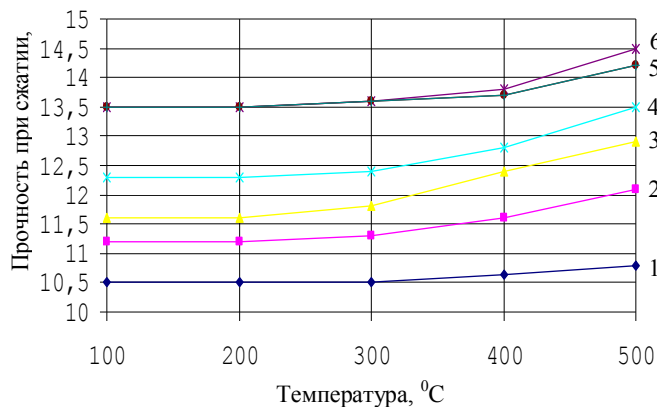


Рис. 2. Зависимость прочности вяжущих от температуры обработки: 1 – вяжущее из КВСС; 2,3,4,5,6 – вяжущее дополнительно содержащее ШММ сверх 100% от первого соответственно 2,4,6,8 и 10%

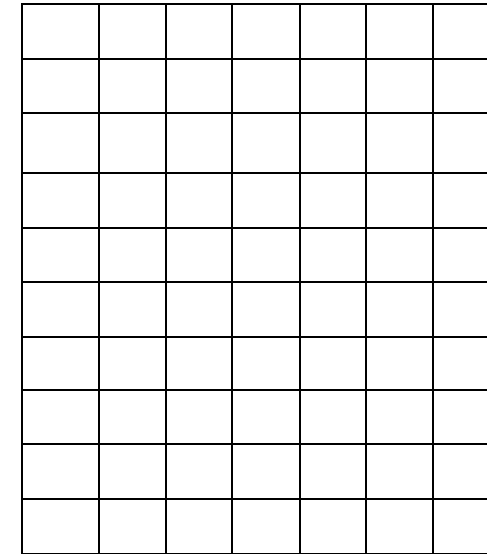


Рис. 3. ИК-спектры вяжущего на основе ШММ, жидкого стекла и ПГПФ: 1 – 25⁰С; 2 – 350⁰С, 3 – 850⁰С

Разложение карбоксилата хорошо обнаруживается по ИК-спектрам, образцов вяжущих, снятых при различных температурах. Так, в ИК-спектрах образцов, снятых при 25⁰С и термообработке при 300⁰С, хорошо видны характерные для карбоксилата полосы поглощения в диапазоне 1400..1480 см⁻¹ (рис. 3). В то время, как на ИК-спектре образца, обработанного при 500⁰С, они не проявляются.

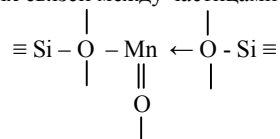
Однако, на ИК-спектре образца вяжущего с ШММ, обработанного при 500⁰С, появляется новая полоса поглощения в области 600..610 см⁻¹ (рис.3), характерная для колебаний – Mn – O -, что и свидетельствует об образовании вышеприведенного типа связи.

Увеличение содержания ШММ в вяжущем с 2 до 6% повышает его прочность при 500⁰С на 12%, а дальнейшее увеличение содержания ШММ до 10% приводит к незначительному снижению прочности вяжущего при 500⁰С.

Вывод. Исходя из вышесказанного выявлено, что введение в рациональный состав вяжущего на основе КВСС шлака металлического марганца (ШММ), содержащего карбонат марганца и оксид кремния, в количестве 8% приводит к повышению прочности. Физико-химическими методами исследований (термическим, ИК-спектроскопическим) установлено, что повышение прочности вяжущих при введении в них шлака



металлического марганца и нагревании до 250⁰С связано с образованием дополнительных связей между частицами КВСС и ШММ типа



образовавшимися в результате разложения карбоксилата марганца, перехода из двухвалентного в трехвалентное состояние и взаимодействия марганца с отрицательно заряженной поверхностью кремнеземистых частиц.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.Н. Пшинько., Н.В. Савицкий., С.А. Корецкая., А.А. Гончаренко Решение вопросов энерго- и ресурсосбережения путем организации производства и технологии получения теплоизоляционного материала. // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. – Вып. 4. – Д.: Изд-во Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, 2004. –С. 200-202.
2. В.Н. Гребенников., А.Г. Григоренко., С.В. Федоренко., А.Ф. Подпольный., Н.В. Савицкий., В.А. Ткаченко., А.Н. Пшинько., А.А.Гончаренко., Н.М. Федорченко Концептуальный подход к организации производства и технологии получения теплоизоляционного материала и изделий. // Сб. науч. тр. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2002. – Вып. №21. –С. 71-74.
3. А.А. Гончаренко Актуальность производства и применения новых теплоизоляционных материалов в строительстве. // Сб. науч. тр. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2003. – Вып. №22. –С. 160-164.
4. А.А. Гончаренко Изготовление качественного пеностекла путем введения соединений влияющих на рекристаллизацию стекла. // Сб. науч. тр. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2005. – Вып. №35. –С. 162-166.
5. А.Н. пшинько., Н.В. Савицкий., С.А. Корецкая., А.А. Гончаренко Использование отходов металлургической промышленности при получении модифицированного теплоизоляционного материала «Heatisol-2». // Сб. науч. тр. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2004. – Вып. №7-8. –С. 81-85.
6. А.А. Гончаренко Оптимизация состава теплоизоляционного материала «Heatisol-2» на основе стеклобоя и отходов промышленности. // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. – Вып. 9. – Д.: Изд-во Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, 2005. –С. 163-165.
7. Чумак Л.И. Теплоизоляционные материалы на основе пылей газоочисток производства ферросилиция и металлического марганца: автореф. дисс. на

соиск. канд.техн.наук: спец.05.23.05 «Строительные материалы и изделия»/ Чумак Л.И. - Д., 1992. –18с.

8. Полтавцев А.П. Безобжиговые высокотемпературные перлитоволокнистые теплоизоляционные изделия на шлакожидкостекольных связующих: автореф. дисс. на соиск. канд.техн.наук: спец.05.23.05 «Строительные материалы и изделия»/ Полтавцев А.П. - Д., 1984. –24с.
9. Корецкая С.А. Облицовочная плитка на основе концентрированной вяжущей силикатной суспензии и пыли газоочистки производства металлического марганца автореф. дисс. на соиск. канд.техн.наук: спец.05.23.05 «Строительные материалы и изделия»/ Корецкая С.А. - Д.,2001. –21с.
10. А.Н. Пшинько., Н.В. Савицкий., А.А. Гончаренко Влияния силикатных вяжущих веществ на свойства пенобетона. // Сб. науч. тр. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2007. – Вып. №43. –С. 398-405.
11. Пивинский Ю.Е. Керамические вяжущие и керамобетоны. /Пивинский Ю.Е.// М.: Металлургия, 1990.-272с.
12. Ребиндер П.А. Физико-механическая механика. /Ребиндер П.А.// Изд. «Знание», 1958, С.59.

УДК 625.7/8:69.002.51

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕТИ ДОРОГ НА РАССТОЯНИЕ И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕБАЗИРОВОК ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

д.т.н., проф. Радкевич А.В., к.т.н. Степаненко А.А., Яковлев С.А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Постановка проблемы. Так как рассредоточенность объектов строительства на местности является основной особенностью транспортного строительства [1, 2 и др.], построение простой и в то же время близкой к реальному процессу модели, учитывающей форму обслуживаемой территории, связано с необходимостью проведения дополнительных исследований.

Связь с научными и практическими заданиями и анализ последних исследований и публикаций. В действительности перебазировки дорожно-строительной техники существуют не по прямым участкам дорог, связывающим пункты её убытия и прибытия, а по сети дорог, что приводит к увеличению действительного расстояния перебазировок. Решение задачи нахождения параметров расстояния перебазировки дорожно-строительных машин для формы территории, отличной от окружности (когда обслуживаемая территория имеет форму, ограниченную окружностью радиуса R – это простейший случай), является сегодня предметом практических и научных исследований [3, 4, и др.].

Формулировка целей. Необходимо найти математическое выражение для определения расстояния и длительности перебазировок дорожно-строительных машин с учетом сети дорог на обслуживаемой территории.