

позволит определить наиболее перспективное направление и повысить качество многокомпонентных мелкозернистых цементных композиций.

Список литературы

1. Баженов Ю. М., Дворкин Л. И. Ресурсосбережение в строительстве за счет применения побочных промышленных продуктов. М. : ЦМИПКС, 1986. 66 с.
2. Завьялова О. Б. Учет ползучести и старения бетона в строительной механике наращиваемых тел (обзор) / Перспективы развития строительного комплекса. 2015. № S1. С. 237–243.
3. Разинкова О. А., Акчурин Т. К. Мелкозернистые цементные и асфальтовые бетоны с использованием порошковых модификаторов и наполнителей из отвальных кеков гидрOMETаллургического производства // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства : мат-лы. III Междунар. науч.-техн. конф. Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2012. С. 158–172.
4. Разинкова О. А., Созаева Ж. И., Слонов А. Л. Исследование технологического процесса гидрOMETаллургического производства с целью утилизации отходов // Перспектива-2008 : междунар. науч. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов. Нальчик : КБГУ, 2008. Т. 3. С. 218–220.

УДК 666.97

МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Н. А. Страхова, Б. Б. Утегенов**, Б. Н. Середин**,
А. М. Кокарев**, Л. П. Кортovenko***

**Государственный морской университет*

имени адмирала Ф.Ф. Ушакова,

***Астраханский государственный*

архитектурно-строительный университет (Россия)

Применение отечественных, дешевых, экологически приемлемых модификаторов позволяет решать проблему ценовой политики при внедрении в производстве новых высококачественных материалов в строительной и дорожной индустрии.

Способ производства серного вяжущего (серного цемента) из газовой серы Астраханского газоперерабатывающего завода основан на химическом взаимодействии серы и модификатора, при их совместной обработке в аппарате с вихревым слоем типа В - 150 К - 04.

Серный цемент используется при изготовлении разнообразных строительных конструкций, взамен традиционного вяжущего – портландцемента.

Изготовленный на основе серного цемента бетон выгодно отличается от обычного бетона тем, что обладает более высокой прочностью, морозоустойчивостью, устойчивостью к агрессивным средам, быстрым набором прочности, термопластичностью, возможностью формовки при отрицательных температурах и меньшей себестоимостью

Ключевые слова. Композиционные материалы, серный цемент, экологически приемлемые модификаторы, серное вяжущее, полимерная сера, серные бетоны.

Application of domestic low-cost, environmentally acceptable modifiers allows you to solve the problem of pricing policy for integrating into the production of new high-quality materials in construction and road building industry.

Method of producing sulfur Binder (sulfur cement) of gas of sulphur Astrakhan gas processing plant is based on the chemical interaction of sulfur and modifier, when their joint processing apparatus with cyclonic layer-150 to-04.

Sulfur cement is used in the manufacture of various building designs, to replace the traditional Binder-Portland cement.

Manufactured on the basis of sulphur cement concrete differs from conventional concrete that has higher durability, frost resistance, resistance to aggressive Wednesday, rapid set of durability, termoplastichnostju, opportunity forming at negative temperatures and lower cost

Keywords. Composite materials, sulphur, cement, environmentally acceptable modifiers, brimstone astringent, polymeric sulfur, sulfur concrete.

Для получения серных цементов необходима стабилизированная полимерная сера.

Существует большое число разработок способов стабилизации полимерной серы.

Для стабилизации полимерной серы применяются галогены, терпентин, сосновое масло, сосновый деготь или смола и их производные в небольших количествах, а также высокомолекулярные алифатические соединения с длинными или разветвленными цепями с двойной связью или без нее в количестве, около 1% массы расплава серы.

Для модификации предложено вводить в расплав серы тиokol, йод в количестве 0,02-0,5%, красный фосфор 1-3%, селен от 0,2 до 3,0%, бензол от 1,0 до 3,0%, церезин от 9,0 до 13,0%, анилин от 0,1 до 2,1% в сочетании с битумом, нафталин 3,0%, смесь битума 0,5 до 1,5%, церезина 0,2 до 1,0% и полиизобутилена, трисульфидпиперидин 1,0% до 1,1% , хлорпарафин от 2,0 до 4%, смесь битума 5,0%, канифоли 5,0% и скипидара 10,0%, полистирола 2,0%, битум 2,0 до 6,0% в сочетании с поливинилхлоридом,

целлофот, являющийся отходом полиграфической промышленности, этинолевый лак, резиновую крошку, порошок тиурама, битум гексахлорпаксилон, дициклопентадиен (ДЦПД), олигомеры циклопентадиена (ЦПД), стирол, идеен-кумароновые смолы, каучуки, нефтеполимерные смолы СНП, полистирол, полиизопрен и другие [1].

Наполнитель и полимерный продукт реакции серы с модификатором, который представляет собой смесь олигомеров циклопентадиена и дициклопентадиена (ДЦПД) содержит бетонный состав [2].

Серные бетоны, растворы и формируемые в горячем состоянии водостойкие смеси содержат нефтяную добавку и многоатомный спирт [3].

Пластифицированная сера с улучшенной стабильностью, получается при добавлении к расплавленной сере при 150⁰С и перемешивании гексагидродиметанафталина в количестве 5-50% от массы серы, а также соединений с двумя связями ДЦПД, дипентен, мирценлимонен [4].

Предложен способ стабилизации серы олефинами при 115-160⁰С смешиванием серы с 10-15% по массе ДЦПД и олефинового материала, в качестве которого используют циклические углеводороды с двойными связями на молекулу из группы ненасыщенных производных (бициклооктана, циклические или алициклические терпены с двумя или тремя двойными связями из группы дипентена, мирцена, терпиноленов, фелландренов, циклодиеновые с ароматическими кольцами из группы индена, азулена, ацетонафталина) в которых соотношение по массе ДЦПД и олефинов составляет 25:75 до 75:25 [5].

Для модификации серной композиции применяется добавка содержащая 6% серы, 13% винилтолуола, 13% ДЦПД, 13% угольной пыли [6].

В качестве пластификатора предлагается использовать ДЦПД, стирол, полисульфид терпенового ряда или их смесь в количестве 1-5% по массе серы [7] и предлагается твердеющий состав расплавленной при 120-150 ⁰С серы порошкообразного сульфида железа [8].

Пластичная невоспламеняющаяся композиция получается путем совместного плавления серы и трех соединений, таких как акрилового эфира дитиофосфорной кислоты, винилакрилового углерода и полиэтиленовой смолы, в которой каждое вещество вводится отдельно и для взаимодействия вещества с серой необходимо время от 30 минут до 2 часов при температуре от 120 до 180⁰С[9].

Серные композиции с повышенной стойкостью к замораживанию и оттаиванию в виде бетона, раствора и покрывающих составов содержат серу, крупный заполнитель 15-40 мм, мелкий заполнитель 4,4 мм-150 мкм, тонкодисперсные минеральные добавки менее 150 мкм, и в композицию вводят в количестве 0,1-50% от массы серы модификаторы (сырую нефть, остатки от ее перегонки, а также фракции, отгоняемые при 250-400⁰С, ДЦПД, стирол, винилтолуол, деготь, терпеновые полисульфиды), ПАВ (низкомолекулярные силиконы), полисиликонаты, натрийсульфонаты, газо- и воздухоовлекающие добавки – газообразователи (карбонаты натрия, кальция, сульфиды), пористые материалы (вспученные сланцы, глины, шлаки, пористые стеклянные шарики) [10].

Реакцией серы с олефиновым полисульфидом проводилась модификация серы с целью ослабления влияния кристаллизации серного вяжущего при переходе из жидкой фазы в орторомбическую серу [11].

Приведенные выше добавки для модификации серы имеют высокую токсичность, они дефицитны, их отличает длительность процесса реакции, дороговизна.

Способ производства серного вяжущего из газовой серы Астраханского газоперерабатывающего завода основан на химическом взаимодействии серы и модификатора, при их совместной обработки в аппарате с вихревым слоем типа В - 150 К – 04.

Предлагаемые нами модификаторы на основе мазутов Астраханского газоперерабатывающего завода приготавливались при температуре 140 ⁰С с

применением серы элементной и 300 °С при атмосферном давлении в аппарате с вихревым слоем [12].

Характеристики мазутов, прошедших электромагнитную обработку в аппарате с вихревым слоем, полученных по разным вариантам приведены в таблице. В обоих образцах продолжительность обработки составила 10 секунд. По вариантам: 1 - при температуре обработки 140 °С в присутствии серы в количестве 3,0 масс. %, 2 - при 300 °С без добавления серы приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика модификаторов сополимерной серы

№ n/n	Показатели	Модификатор по вариантам	
		1	2
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	945,0	935,0
2	Вязкость условная, °ВУ, при 80 °С	8,7	8,75
3	Температура, °С, вспышки в открытом тигле застывания	165,0	100,0
		23,0	24,0
4	Массовая доля %, серы воды	4,0	3,05
		0,15	0,18
5	Йодное число, г I ₂ /100 г	1,5	3,5
6	Фракционный состав, °С: начало кипения (н.к.)	248,0	250,0
	10,0 об. %	345,0	343,0
	20 об. %	365,0	383,0
	50 об. %	425,0	423,0
	к.к. (88,0 об. %)	506,0	505,0

В таблице 2 приведена техническая характеристика сополимерной серы, значения показателей качества которой, в дальнейшем обеспечивают высокие эксплуатационные свойства серных бетонных конструкций.

Таблица 2.

Техническая характеристика образцов сополимерной серы

№ n/n	Показатели	Единица измерения	Величина показателя
1	Массовая доля: серы не растворимой серы в гексане, не менее сероводорода, не более	%	95,0
		%	30,0
		%	следы
2	Термостабильность в среде горячего растворителя, не менее	%	25
3	Гарантийный срок хранения, не более	год	1,0

Сополимерная сера предназначена для использования ее в качестве серного вяжущего (серного цемента) при изготовлении разнообразных строительных конструкций, взамен традиционного вяжущего – портландцемента.

Результаты испытания образцов серного бетона, приготовленные с использованием модифицирующих добавок на основе мазутов Астраханского газоперерабатывающего завода, проведенные в научно – исследовательском, проектно – конструкторском и технологическом институте бетона и железобетона (НИИЖБ) г. Москва, показали их достаточно высокое качество, что послужило решением полного отказа от использования вышеупомянутых токсических веществ, для получения серного вяжущего.

На изделия и конструкции из химически стойких серных бетонов Астраханского газоперерабатывающего завода в соответствии с проведенными испытаниями требованиям СН и П 2.01.02-85 [13], выданы рекомендации по применению, это:

- подземные конструкции - сваи, фундаменты, подпорные стены, стены опускных колодцев, ограждающих конструкций тоннелей, предназначенных для транспортирования не горючих материалов и руды, ограждающие конструкции отдельно стоящих заглубленных закровов для хранения не горючих сыпучих материалов;

- изделия - элементы заборов, подоконные доски, трубы для самотечных и напорных систем канализации, трубопроводы, транспортирующие агрессивные и токсичные сточные воды, тротуарные плиты, ступени, покрытия;

- полы в производственных, складских, животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданиях и сооружениях всех степеней стойкости;

- кровля - (верхний элемент покрытия) с уклоном до 2,5 % в зданиях всех степеней огнестойкости любого назначения;

- черепица для кровли и зданий пятой степени огнестойкости любого назначения;

- несущие и ограждающие конструкции зданий V степени огнестойкости: одно и двухэтажные жилые здания с наибольшей допустимой площадью этажа 800 м²; одноэтажные производственные здания категорий В с наибольшей площадью этажа 1200 м²;

- элементы покрытий - (плиты, настилы, прогоны, балки, фермы, арки, рамы) жилых производственных, складских, административных и бытовых, холодильников, животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий III и IV степеней огнестойкости.

Изготовленный на основе серного цемента бетон выгодно отличается от обычного бетона тем, что обладает более высокой прочностью, морозостойкостью [14], устойчивостью к агрессивным средам, быстрым набором прочности, термопластичностью, возможностью формовки при отрицательных температурах и меньшей себестоимостью.

Список литературы

1. Волгушев А. Н., Шестеркина Н. Ф. Производство и применение серных бетонов. ЦИИИТЭИМС. М., 1991. Выпуск № 3.
2. Патент США 4.348.313.
3. Патент Канады 4.188.230.
4. Патент США 4.155.771.
5. Патент США 4.190.450.
6. Патент США 4.290.876
7. Патент Великобритании 1.465.058
8. Патент Японии 5.329.172
9. Патент США 3.560.451
10. Патент США 4.426.456
11. Салливан Т. А. Разработка серных бетонов : перевод № КС-15408 от 01.05.1989.
12. Страхова Н. А., Розенталь Д. А., Белинский Б. И., Литвинова Г. И., Кортовенко Л. П. Обработка высокопарафинистого мазута в аппарате вихревого слоя. Газовая промышленность. № 12. 2001. С. 52–53.
13. СН и П 2.01.02-85 «Противопожарные нормы».
14. Середин Б. Н., Страхова Н. А. К вопросу об использовании серы в промышленном и гражданском строительстве // Энергосберегающие технологии: Наука. Образование. Бизнес. Производство : мат-лы V Международной научно-практической конференция. Астрахань. 2011. С. 30–31.

УДК 624.154.1; 624.154.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ВОКРУГ СВАЙНЫХ КУСТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШАГА, ДИАМЕТРА И ДЛИНЫ СВАИ

Н. В. Купчикова, А. С. Азаров, Е. Е. Купчиков

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия)*

В статье рассмотрено решение проблемы по определению зоны уплотнения грунта вокруг куста свай (в том числе с уширениями) в результате экспериментальных испытаний, численного моделирования и достоверных аналитических методов расчёта для определенных инженерно-геологических условий.

Ключевые слова: зона уплотнения грунта, куст свай, эксперимент, численное моделирование, метод расчёта, инженерно-геологические условия.

The article considers the solution of the problem of determining the soil compaction zone around the pile bush (including with widening) as a result of experimental tests, numerical modeling, and reliable analytical calculation methods for certain geotechnical conditions.

Keywords: soil compaction zone, pile bush, experiment, numerical simulation, calculation method, engineering and geological conditions.

Определение зон уплотнения грунтов аналитическим методом вокруг свайных кустов в зависимости от шага, диаметра и длины сваи для различных инженерно-геологических условий является актуальной задачей в современной геотехнике, ввиду высоких трудозатрат на экспериментальные