

Это также подтверждено рентгенографическими исследованиями, которые показывают, что в образцах на глубине 20 см наблюдается в большом количестве полуводный гипс, а на глубине 50 см присутствует двуводный гипс, кроме того, сера, а также следы полуводного гипса. Для полуводного гипса характерны интенсивные линии с межплоскостными расстояниями 0,508; 0,345; 0,212; 0,189; 0,184; 0,169 нм.

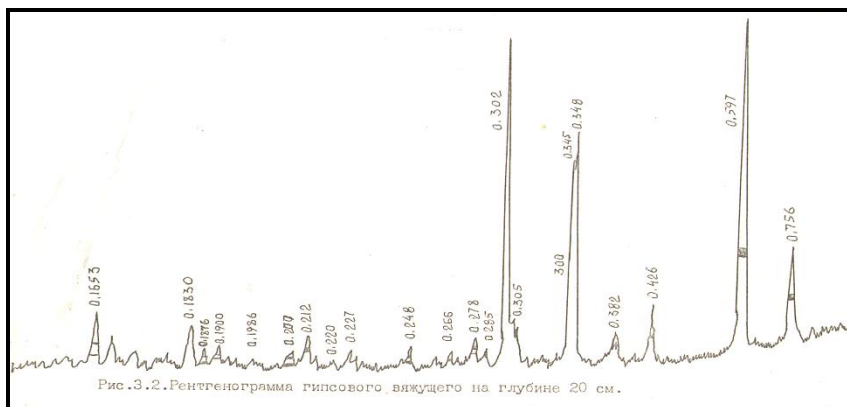


Рис. 1 Рентгенограмма исходного сырья

Сконструировали специальную этажерку с поддонами высотой 20 см (на основании указанных выше экспериментов), в которые засыпали слегка увлажненные хвосты флотации в рыхлом состоянии. Термическую обработку продукта проводили по оптимальному режиму.

Несмотря на достаточно высокие показатели прочности гипсового вяжущего по данной технологии, следует отметить, что отдельные процессы производства, в частности, выгрузка, трудоемки и увеличивают затраты на себестоимость вяжущего.

В связи с этим необходимо тонкоизмельченные хвосты флотации укрупнить в гранулы или брикеты и проводить термическую обработку.

Как отмечалось ранее, отходы серного производства – хвосты флотации как попутный гипсосодержащий продукт при получении серы представляют собой пульпу со значительным количеством воды (до 45 %), а в высушенном состоянии (при обезвоживании в естественных условиях) – порошкообразное вещество серовато-белого цвета. Получить отходы с определенной влажностью не удастся. Это затрудняет использование отходов серного производства без проведения дополнительных операций по их кондиционированию.

Из литературы известен ряд способов кондиционирования (гранулирования) гипсосодержащих отходов [1, 2], разработанных в основном, для фосфогипса. Они не лишены недостатков, что делает их неприменимыми для кондиционирования отходов серного производства – хвостов флотации, поскольку предусматривает либо введение добавок в качестве связующих веществ, не применяемых в основном производстве, что существенно усложняет процесс кондиционирования, делает его неэкономичным, либо сложным и многоступенчатым.

Все это вызывает необходимость разработки более экономичного и простого способов кондиционирования исходного сырья.

Литература

1. Передерий И.А. Высокопрочный гипс ГП. – М.: Строиздат, 1968. – 198 с.
2. Производство и применение высокопрочных гипсовых вяжущих // Реф. инф. ВНИИЭСМ.МИСИ. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих. – Москва. – 1982. – Вып.2. – С. 3 – 10.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЯЖУЩЕГО ПРИ СМЕШЕНИИ ЗОЛЫ, СЕРЫ И БИТУМНОЙ ЭМУЛЬСИИ С ПЕРСПЕКТИВОЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

У.В. Бедрицкая, А.Б. Доржиева

Научный руководитель – доцент И.В. Фролова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день существует проблема все больших количеств разнообразных отходов различных промышленных предприятий. Таковыми можно назвать золы теплоэнергетических, представляющие собой экологическую опасность в связи с мелкодисперсной структурой, а также серу – отход нефтехимических, горно-металлургических и других предприятий.

Кроме того, увеличивается количество автотранспорта, как легкового, так и грузового. В связи с этим, увеличивается износ дорожных покрытий, ведущий к их разрушению. Исходя из этого, большое значение для долговечности верхнего дорожного покрытия имеет качество дорожного битумного вяжущего, на основе которого изготовлена асфальтовая смесь. Достижение повышения качества стало возможным путем модификации битумных составляющих различными добавками, позволяющими существенно улучшить их эксплуатационные характеристики.

Поэтому актуальным на сегодняшний день становится вопрос об использовании в дорожном строительстве вяжущего на основе серы и золы. Кроме того, это позволит экономить основной компонент асфальтовой смеси – битум.

Целью данной работы явилось получение вяжущего на основе золы, серы и битумной эмульсии.

На основании исследований различных авторов [1, 2] было выявлено, что сера в качестве модифицирующей добавки к дорожному битуму улучшает такие его характеристики, как пенетрация, дуктильность, реологические показатели, повышает сдвигустойчивость битума и жесткость в условиях воздействия высоких температур, а также при этом снижается стоимость асфальтовой смеси за счет замещения части битума серой.

Также в работах [3, 4] показаны возможные способы связывания серы в битуме. Сера может находиться в битуме в трех состояниях:

- Химически связанная сера: небольшое количество (5 – 7 мас. %, иногда 10 мас. %) серы входит в химические взаимодействия с битумом. При температуре, превышающей температуру плавления серы, восьмичленные серные кольца распадаются на удлиненные цепи, по мере повышения температуры длина этих цепей увеличивается, а затем они объединяются с битумом. Это количество серы оказывает наиболее активный модифицирующий эффект на вяжущее.

- Сера, растворенная в битуме: в дорожном битуме может расплавиться до 20 – 30 мас. % серы, так как количество растворенной серы в битуме зависит от вязкости, происхождения битума и температуры приготовления серобитумного вяжущего (СБВ). Кроме того, предельное количество такой серы может увеличиваться с содержанием ароматических углеводородов, находящихся в части мальтенов (масло и смола) битума. Растворение серы ароматическими углеводородами мальтеновой части битума подтверждается увеличением пенетрации (глубины проникания иглы в битум) при 25 °С и при 0 °С и снижением температуры хрупкости. С уменьшением температуры СБВ количество растворенной серы уменьшается. Большая часть серы, которая расплавляется в битуме, кристаллизуется со временем, выделяется в виде твердой фазы и ведет себя как диспергированный наполнитель. Кроме того, появление кристаллизационной структуры в битуме возможно при высоком содержании серы в СБВ, поскольку происходит слияние частиц серы, которые выделяются в виде кристаллов.

- Сера в виде свободной мелкой дисперсии (играет роль наполнителя в битуме). Когда в битум добавляют серу в количестве более 20 – 30 мас. %, она больше не может плавиться в нем и поэтому появляется в битуме в виде мельчайших диспергированных частиц, имеющих диаметр около 0,1 мкм. Эта сера в битуме служит структурообразующим наполнителем. В этом случае содержание серы может составлять более половины от общего количества серы, добавленной к битуму, и эффективность заполнения увеличивается с уменьшением вязкости битума. Кроме того, существенное влияние на свойства таких битумов (СБВ) оказывает размер зерен серы, которая не растворилась в битуме. Особенно это влияние наблюдается на вязкости и когезии (межмолекулярные силы взаимодействия в объеме битума) СБВ. На количество образовавшихся зерен серы влияют такие условия наложения компонентов СБВ, как температура, время, интенсивность гомогенизации, а также скорость охлаждения СБВ.

На основании этого был подобран состав смеси, представленный в таблице 1. Объектами исследования были: зола Северной ТЭЦ (фракция меньше 0,5 мм), сера Норильского горно-металлургического комбината и битумная эмульсия марки ЭБК-1.

Таблица 1

Содержание компонентов в смеси массой 100 г

Компонент	Зола	Битумная эмульсия	Сера
Содержание, %	60	30	10

Отдельно были нагреты до 145 °С зола и смесь битумной эмульсии с серой. Далее после расплавления серы к горячей смеси была добавлена разогретая зола. При перемешивании образовалась достаточно однородная смесь, которая в дальнейшем была сгранулирована.

Гранулирование окатыванием представляет собой четырехстадийный процесс:

- смешивание исходного материала с ретуром (при необходимости) и вяжущим;
- образование зародышей гранул и измельчение комочков;
- образование окатышей и уплотнение гранул при перемещении их по поверхности гранулятора;
- упрочнение связей в результате перехода жидкой фазы в твердую, то есть происходит стабилизация структуры гранулы [5].

Уплотнение частиц происходит в процессе удара их о неподвижный слой материала, перегородку и стенки тарели гранулятора. В процессе уплотнения комков приобретает кинетическую энергию при скатывании вниз. Эта кинетическая энергия в большей степени расходуется на перемещение частиц и уплотнение гранулы.

При многократных сыпаниях и ударах уплотняются образовавшиеся комочки, а также плотно укладываются отдельные частички. При этом происходит выдавливание избыточной влаги на поверхность комка, в результате к нему в дальнейшем становится возможным прилипание сухих частичек. По мере того, как частички приближаются друг к другу, пленки связанной воды истончаются, и повышается прочность сцепления.

В процессе гранулирования внутри образующейся гранулы (зародыша) создается определенная минимальная толщина водных пленок, которая соответствует динамическим нагрузкам. При достижении этой толщины дальнейшее выделение воды на поверхность комка прекращается, гранула перестает расти, и ее прочность становится максимальной для данного режима.

Таблица 2

Испытание на прочность при раздавливании

№	Размеры, см	Значение, г/гранулу	Среднее значение, г/гранулу
I	1,4×1,4	4480	4658
II	1,8×1,6	4980	
III	1,8×1,5	4514	

Гранулы различных размеров от 1,8×1,6 см до 1,4×1,4 см, представленных на рисунке 1, получены на грануляторе тарельчатого типа: диаметр тарели 0,5 м, угол наклона 46 – 48 ° и скорость вращения тарели 36 об/мин. Время гранулирования составило 15–20 мин. Полученные гранулы подверглись испытаниям на прочность при раздавливании и данные сведены в таблицу 2.



Рис. 1 Гранулы из смеси на основе золы, серы и битумной эмульсии

Таким образом, проведенные исследования показали, что существует возможность получения вяжущего на основе золы, серы и битумной эмульсии, а также получения на основе данного вяжущего гранул с достаточной прочностью.

Литература

1. Kennepol G.Dzh.A., Logan A., Bin D.S. Mixtures for road surfaces with sulfurasphalt binders. Technology of asphalt pavement. 1975. Report, Technologists Association of asphalt paving, Phoenix, Arizona, pp. 485 – 518.
2. Strikljend D., Kolanzh D., Shou P., Pag N. Study of the properties of asphalt mixes with sulfur additives at low temperatures. Shell Sulphur Solutions, 16 p.
3. McBee W. C., Sullivan T. A. Improved resistance of sulfur-asphalt paving formulations to attack by fuels //Industrial & Engineering Chemistry Product Research and Development. – 1977. – Т. 16. – №. 1. – С. 93-95.
4. Иваньски М. Асфальтобетон как композиционный материал (с нанодисперсными и полимерными компонентами) / М.: Техполиграфцентр, 2007. – 668 с.
5. Классен П. В., Гришаев И. Г. Основы техники гранулирования. – М.: Химия, 1982. – 272 с.

ПОРИСТЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДА УГЛЕДОБЫЧИ И МЕСТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

У.А. Газиев, Т.Т. Шакиров, Ш.Т. Рахимов

Ташкентский архитектурно-строительный институт, г. Ташкент, Узбекистан

Использование отходов промышленности и местных сырьевых ресурсов – это экономия природных материалов, труда, уменьшение топливно-энергетических и транспортных расходов, исключение затрат на геологоразведочные работы, на строительство и эксплуатацию карьеров, уменьшение пахотных площадей, занятых под отвалами, а также решение проблемы защиты окружающей среды [1].

Следует отметить, что промышленность строительных материалов является отраслью строительства, для которой вопросы ресурсо- и энергосбережения особенно актуальны. Сегодня для создания различных строительных материалов используется сотни миллионов тонн различного минерального сырья, причем доля затрат на исходное сырьё в себестоимости готовой продукции составляет от 30 до 50 %. В этих условиях привлечение многотонных отходов может принести и уже приносит значительный народнохозяйственный экономический эффект [2].

На кафедре «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» Ташкентского архитектурно-строительного института разработана и проводится научно-исследовательская работа по комплексному исследованию и применению отходов промышленности и местных сырьевых ресурсов для производства различных строительных материалов и изделий. Разработанная программа научно-исследовательских работ позволяет решать следующие задачи:

1. Теоретическое обоснование и экспериментальное доказательство возможности использования минеральных и органических отходов различных отраслей промышленности, в том числе и Республики Узбекистан, для производства строительных материалов и изделий.
2. Разработка оптимизированных составов вяжущих, растворов, легких заполнителей и бетонов, а также изучение процессов их структурообразования.
3. Разработка технологических параметров производства исследуемых материалов и изделий.