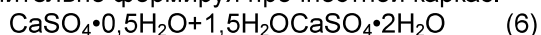


Данный процесс может привести частично к образованию не только дигидрата сульфата кальция, но и полугидрата, который активно поглощая воду из пор, переходит в дигидрат дополнительно формируя прочностной каркас.



Образующийся гипс реагирует с цементным клинкером и способствует более быстрой выкристаллизации новообразований из цементного геля. При этом гипс, который формируется в процессе химической реакции является мелко дисперсным, равномерно распределен по всему объему, что также

способствует формированию равномерной прочностной структуры уже на ранних сроках твердения [1,2,3]. Об этом свидетельствуют и рентгенограммы образцов, полученных при введении добавки Релаксол.

**Выводы.** Таким образом введение добавки Релаксол приводит к формированию более прочной структуры, что связано с химическими процессами происходящими как при контакте цементного раствора с компонентами добавки, так и за счет интенсификации процессов кристаллизации за счет новообразований в гелевой фазе.

#### Литература

1. Грано Н.В. Про деякі аспекти структуроутворення при тужавинні композиції «грунт – цемент – релаксол» // Н.В. Грано, В.П. Кожушко //: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і аспірантів. – Харків: ХНАДУ, 2008, С. 159 – 164.
2. Химические и минеральные добавки в бетон. / Под ред. Проф. – А. Ушерова – Маршака. – Харків: Копорит, 2005. – 28 с.
3. Батраков В.Г. Модифицирование бетона. Теория и практика: 2-е изд. – М., 1998. – 768 с.

УДК 691:624.01:625.7

### ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ИЗВЕЩЬЮ И ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ «РЕЛАКСОЛ»

Грано Н.В., Кожушко В.П., Ткаченко В.Б.

В статье рассмотрены вопросы химических процессов при формировании смеси в присутствии добавки «Релаксол».

Ключевые слова: дериватограмма, известь, цемент, связный грунт, релаксол, доменный шлак, структурообразование.

#### Постановка проблемы в общем виде.

Исследования по использованию укрепленных грунтов в транспортном, промышленном и гражданском строительстве представляют интерес и являются актуальными.

Рационально подобранная смесь необходимых компонентов укрепленных грунтов, в том числе и химических добавок, определяется не только составом, но в первую очередь, характером структурообразований. Например, добавки в бетон применяются уже более ста лет. Их применение, как одно из наиболее перспективных направлений технического прогресса, стало возможным в результате фундаментальных исследований по объяснению механизма их действия на процессы схватывания и твердения. Одновременно с улучшением технологических свойств смесей добавки способствуют повышению их морозостойкости, непроницаемости и долговечности [1,2,3].

#### Анализ последних исследований и публикаций.

Известны способы укрепления грунтов и отходов промышленного производства минеральными и органическими вяжущими материалами. [4].

Ближайший аналог – патент Украины за № 17559 «Суміш для влаштування дорожнього покриття автомобільних доріг та аеродромів», зареєстрований в реєстрі України 16 жовтня 2006 року. В этой смеси недостаточно используются отходы промышленного

производства. Этот недостаток устраняется в предложенной Сумским национальным аграрным университетом «Композиції для укріплення зв'язних ґрунтів», которая подтверждена патентом за № 58654 от 26 апреля 2011 года. Недостатки устраняются в предложенной композиции за счет того, что композиция имеет в своем составе дополнительно доменный шлак (продукт отхода металлургического производства), известь и систему химической добавки «Релаксол». Кинетика набора прочности композиции приведена в таблице 1.

Таблица 1  
Кинетика набора прочности на сжатие  
грунтоизвестковой композиции

Сутки	Грунт + известь 10% МПа	Грунт + известь 10%+ «Релаксол» 1,5% МПа	Грунт + известь 10%+ Шлак 30% МПа	Грунт + известь 10%+ Шлак 30%+ «Релаксол» 1,5% МПа
3	-	-	1,35	1,93
7	-	-	1,97	2,81
14	0,56	0,78	2,7	3,86
28	0,92	1,2	3,5	4,8
90	1,2	1,5	4,12	5,3
180	1,43	1,76	4,63	5,81
$K_{мрз}$ В 90 сутки	0,58	0,67	0,7	0,78

Предложенная композиция позволяет укреплять связные грунты, повышать прочность композиции как в ранние сроки твердения, так и в последующие, уменьшает расход минерального вяжущего.

**Источник:** исследования аспиранта, проведенных в лаборатории Сумского облавтодора.

Основные характеристики исходных материалов:

– грунт суглинок:

число пластичности – 10,4;

оптимальная влажность – 22%;

максимальная плотность – 1,68 г/см<sup>3</sup>;

кислотность pH – 6;

– известь ОАО «Химпром», г.Сумы:

активность CaO + MgO – 96;

– «Релаксол» ТОВ «Будіндустрія ЛТД», г.Запорожье:

плотность – 1,20 г/см<sup>3</sup>;

– доменный шлак ОАО МК «Азовсталь»:

насыпная плотность – 1,4 г/см<sup>3</sup>;

кислотность pH – 7.

Исследовано следующее соотношение компонентов: грунт-суглинок оптимальной

влажности, известь 10% от массы композиции, доменный шлак –30% от массы грунта, 1,5% добавки «Релаксол» от массы извести.

**Формулировка целей статьи.** На основе дериватографических исследований подтвердить теоретическую гипотезу структурообразований в предлагаемой композиции.

**Изложение основного материала исследований.** Данные дериватографического анализа для образцов составов 5 (грунт + известь + Релаксол) и 6 (грунт + известь) показали, что приведенные потери массы в составе 6 несколько выше, чем в составе 5 (12,13% в отличие от 11,85%). В области 80...120°C на обеих термограммах на кривых DTA имеются эндозффекты, характерные для потерь физически связанной влаги из гидросиликатного геля, а также межслоевой влаги глинистых минералов. Площадь пиков для состава 5 меньше, чем площадь пика для состава 6 в 1,7 раза. Потери массы на кривой TG в составе 5 также несколько меньше, чем в составе 6 (1,1% и 0,95%). Это может свидетельствовать о меньшем количестве геля в составе 5 и большем количестве межслоевой влаги (рис 1, 2).

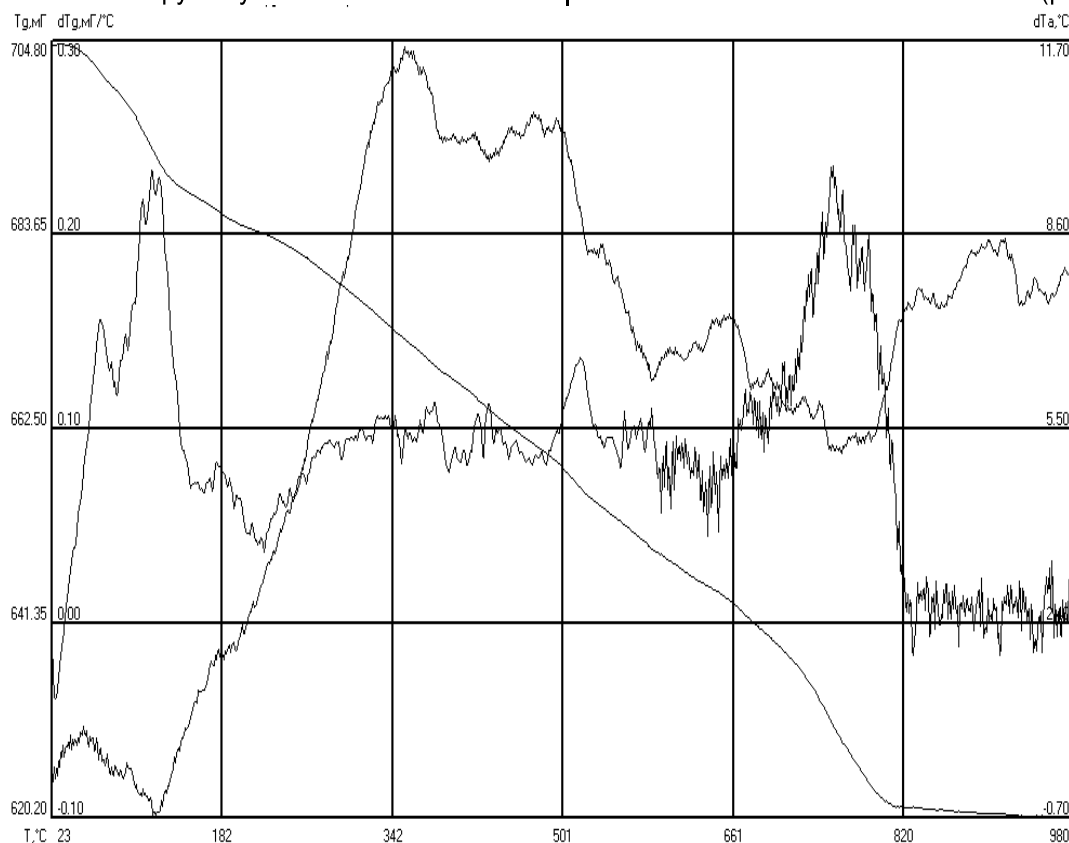


Рис. 1. Дериватограмма композиции грунт-известь-релаксол.

Источник: исследования аспиранта статьи, проведенные в лаборатории ХНАДУ.

На кривой DTA состава 5 имеются эндозффекты в областях 390 и 430°C, которые характерны для гидросиликатов. Им соответствует увеличение скорости потерь массы на кривой DTG. Аналогичные эффекты отсутствуют на кривых состава 6.

В составе 5 на кривой DTA в области

530°C имеется характерный для разложения портландита эндозффект, дублированный эндозффектом в области 585°C. На кривой DTA состава 6 присутствует слабо выраженный эффект в области 585°C и эндозффект при 575°C, вероятнее всего характеризующий переход кварца из β-модификации в α-

модификацию. Характерные эндоэффекты, соответствующие разложению кристаллического  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в областях 450...500 и 505°C, отмечены

на обеих кривых DTA, однако по площади эффектов можно сказать, что количество портландита в составе 5 больше, чем в составе 6

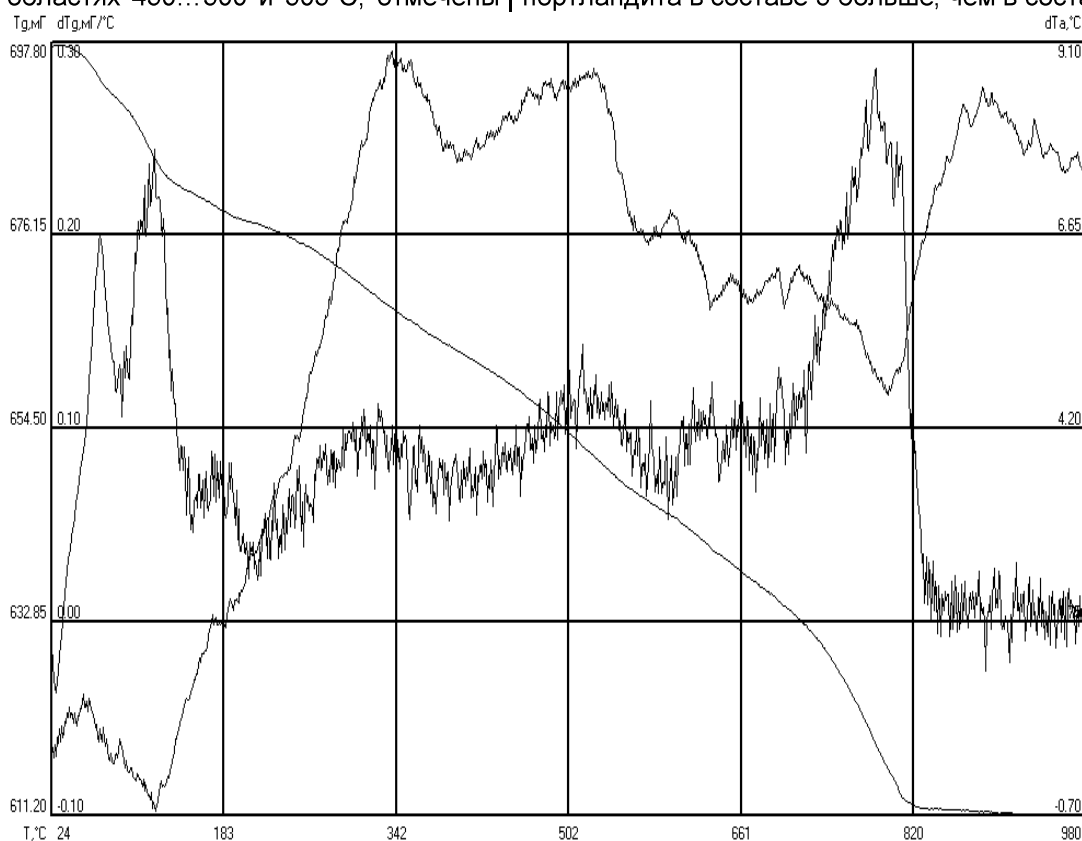


Рис. 2. Дериватограмма композиции грунт-известь.

Источник: исследования аспиранта статьи, проведенные в лаборатории ХНАДУ.

Эндоэффект с максимумом при 790...800°C на кривой DTA в составе 6 характерный для разложения  $\text{CaCO}_3$ , образовавшегося при карбонизации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , имеет в 1,5 раза большую площадь, чем размытые эффекты в области 750...790°C в составе 5. Размытость пиков и смещение пика к 750°C свидетельствует о более сложном составе карбонатных соединений в составе 5 по сравнению с чистым карбонатом кальция в составе 6. Скорость потери массы (кривая DTG) выше для состава 6, что подтверждает большую прочность связи карбонатов в составе 5. Величина потерь массы (кривая TG) при разложении карбонатов одинакова для образцов состава 6 и состава 5.

Экзоэффекты в области 930...950°C на кривой DTA принадлежат вероятнее всего глинистым алюмосиликатам и свидетельствуют о потере кристаллизационной влаги. Величина этого эффекта больше для состава 6, что свидетельствует об их большем количестве и подтверждает меньшую степень связанности алюмосиликатов в комплексные соединения в составе 6, по сравнению с составом 5.

На дериватограммах составов 1 (грунт + шлак + известь) и 4 (грунт + шлак + известь + Релаксол) в диапазоне температур 60...120°C можно идентифицировать эффекты, аналогичные тем, что были в составах 5 и 6. Потери массы в

этом случае примерно одинаковы (рис. 3,4).

В составе 4 наблюдаются отчетливые эндоэффекты с максимумами в области 200, 410 и 640°C (кривые DTA) характерные для алюмосиликатов и их гидратов. Для состава 1 пик при 200°C отсутствует, при 410 смещен в сторону уменьшения, а при 640°C размыт. Это позволяет сказать, что количество алюмосиликатов и их гидратов в составе 4 (кривые DTA и TG) превышает их содержание в составе 1 в 3 раза. В области 390...410°C на эти эндоэффекты могут накладываться эффекты потери влаги из гидросиликатного геля. Однако, содержание гелевой составляющей в составе 4 больше, чем в составе 1.

Эндоэффект в области 505°C ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в кристаллической форме) для состава 1 смещен в сторону 510°C, а для состава 4 – в сторону 500°C. Содержание портландита в составе 4 превышает его количество в составе 1 в два раза.

Эндоэффекты на кривых DTA в области 570...585°C, характерные для портландита, показывают, что содержание этого минерала в составе 1 меньше на 40%, чем в составе 4. Более точный количественный анализ потерь массы по кривой TG показывает, что содержание портландита в составе 4 в 1,9 раза больше, чем в составе 1 (1,68% и 1,36%).

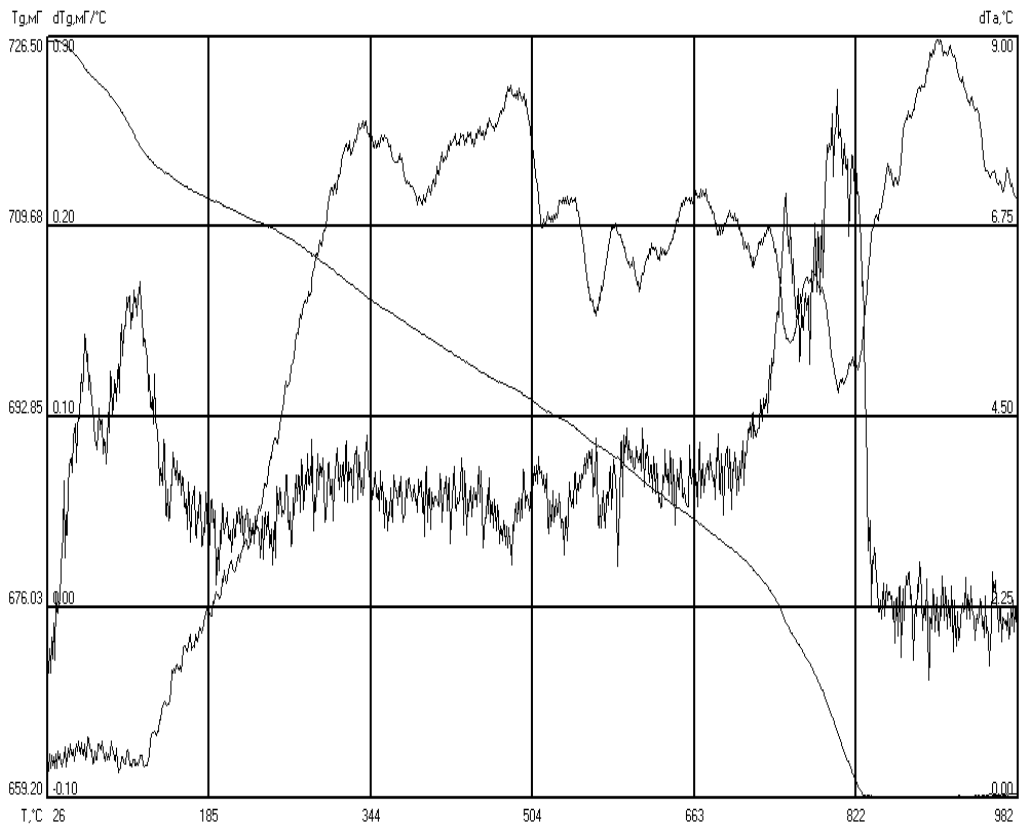


Рис.3. Дериватограмма композиции грунт-известь-доменный шлак.

Источник: исследования аспиранта статьи, проведенные в лаборатории ХНАДУ.

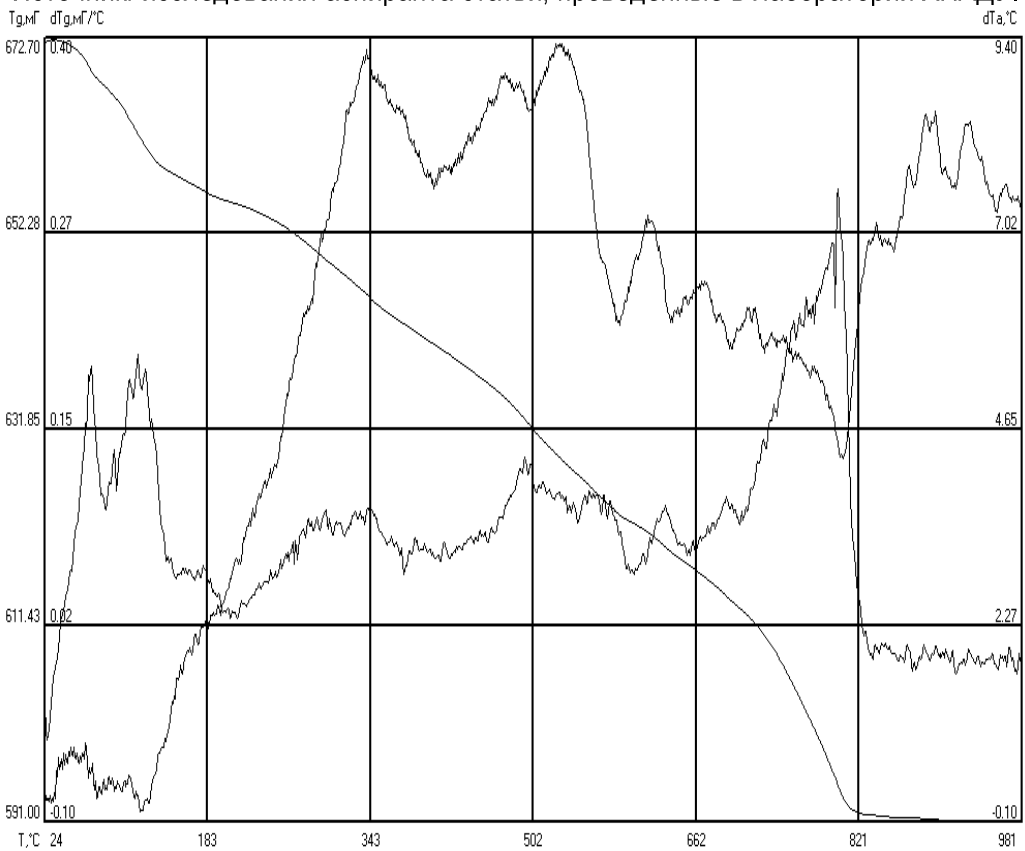


Рис.4. Дериватограмма композиции грунт-известь-доменный шлак-релаксол.

Источник: исследования аспиранта статьи, проведенные в лаборатории ХНАДУ.

В области 690...720<sup>o</sup>C (кривые DTA) можно наблюдать эндоэффекты, характерные для разложения гидросиликатов средней основности с наложенными эндоэффектами диссоциации кальцита. Количественно их содержание в составах одинаково.

На кривых DTA обоих составов можно идентифицировать эндоэффекты в области 750...820°C. Содержание кальцита и карбонатных соединений по потерям массы (TG) и площадям эффектов (DTA) в составе 1 превышает их содержание в составе 4 в 1,5 раза. Преобладающее содержание кальцита в составе 1 подтверждает эндоэффект с максимумом 910°C.

Экзоэффект в интервале 890...950°C характерен для реакции расстеклования шлака (кривые DTA). Содержание шлаковых минералов в составе 1 в 2 раза превышает их количество в составе 4. Это свидетельствует о большем количестве непрореагировавшего шлака в

составе 1 по сравнению с составом 4.

**Выводы.** По результатам дериватографического анализа можно сказать, что введение добавки Релаксол в систему «грунт-известь» позволяет повысить количество гидросиликатного геля, степень гидратации извести, характеризуемой количеством портландита, увеличить прочность системы за счет кристаллизации гидроксида кальция и магнезия, а также их перехода в карбонаты. Введение в такую систему дополнительно шлака позволяет улучшить образуемую структуру за счет более полного реагирования шлаковых минералов с известью в присутствии химической добавки.

#### **Литература**

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика/ В.Г. Батраков. – М., 1998. – 768 с. – 2-е изд.
2. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов/ О.П. Мчедлов-Петросян. – М.: Стройиздат, 1988. – 304 с.
3. Ушеров-Маршак А.В. Колориметрия цемента и бетона/ А.В. Ушеров-Маршак. – Харьков : Факт, 2002. – 183 с.
4. БН України «Проектування і будівництво основ та покриттів автомобільних доріг із кам'яних матеріалів, промислових відходів і ґрунтів, укріплених цементом». БН В.2.3-218-002-95. Видання офіційне. Українська державна корпорація по будівництву, ремонту та утриманню автомобільних доріг (Укравтодор). – К., 1995. – 47 с.

УДК 628.47+625.855.3

## **ОРГАНО - МИНЕРАЛЬНЫЙ ПОРОШОК ИЗ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД КАК МОДИФИКАТОР АСФАЛЬТОБЕТОНА**

**Дрозд Г.Я., Бизирка И.И.**

*Приведены экспериментальные результаты по получению композитных вяжущих материалов на основе нефтяного битума и отходов очистки сточных вод – депонированных осадков сточных вод (ОСВ). Исследованы основные физико-механические свойства битума и асфальтобетонов, модифицированных добавками осадков сточных вод и их составляющих.*

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Для кардинального решения проблем экологии и снижения ресурсоемкости производства необходимо обеспечить кругооборот сырья, утилизировать вторичные ресурсы. Это обусловлено, прежде всего, огромными объемами накопленных (депонированных) отходов ОСВ (в Луганской области свыше 200тыс.т., в Украине около 500млн.т. [1]).

Такие отходы, будучи крупнотоннажными, характеризуются относительной однородностью химического и физического состава и одинаковым происхождением. Крупнотоннажным потребителем отходов может служить дорожно-строительная отрасль. Битум и минеральный порошок – основные структурообразующие компоненты асфальтобетона определяют его свойства и являются достаточно дефицитными материалами. Все дорожные покрытия подвергаются воздействию климатических и эксплуатационных факторов. В результате износа покрытий появляются выбоины, трещины, выкрашивание, колейность и т.п. На ремонт и содержание дорог в стране расходуется более 60% всех потребляемых органических вяжущих и минеральных материалов. Поэтому задачей

материаловедения является ресурсосбережение как основной источник материального обеспечения дорожного строительства и создание мощной отраслевой индустриальной базы по переработке и использованию техногенных отходов данного типа.

Такие органоминеральные смеси, достаточно сложные по составу, с успехом могут применяться в составах экологически чистых дорожных покрытий, характеризующихся повышенной стойкостью и долговечностью [2].

**Анализ последних достижений и публикаций.** Наиболее полно вопрос утилизации ОСВ в асфальтобетон освещен в работе [3]. В ней показана возможность использования этого органо-минерального отхода в качестве компонента (аналога минерального порошка) асфальтобетона. При замене минерального порошка на органо-минеральный порошок получается асфальтобетон с высокими физико-механическими свойствами. Остается открытым вопрос, за счет чего ОСВ, являющиеся органо-минеральным веществом конкурирует с чистым минеральным порошком? Ведь нарушаются материаловедческие каноны, предписывающие тщательную очистку минеральных составляющих от органических включений.

**Цель работы.** Изучить состав ОСВ и