

*д.т.н. Дрозд Г.Я.,  
Бизирка И.И.  
(ЛНАУ, г. Луганск, Украина)*

## **ОСАДОК СТОЧНЫХ ВОД КАК МОДИФИКАТОР АСФАЛЬТОБЕТОНА**

*Наведені експериментальні результати з отримання композитних в'язучих матеріалів на основі нафтового бітуму та відходів очищення стічних вод – депонованих осадів стічних вод (ОСВ). Досліджені основні фізико-хімічні властивості бітума і асфальтобетонів, модифікованих домішками осадів стічних вод та їх складових.*

**Ключові слова:** осад стічних вод, утилізація, асфальтобетон.

*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-химические свойства битума и асфальтобетонов, модифицированных добавками осадков сточных вод и их составляющих.*

**Ключевые слова:** осадки сточных вод, утилизация, асфальтобетон.

### **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, выкрашивания, колеиность и т.п. На ремонт и содержание дорог в стране расходуется более 60% всех по-

требляемых 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 органо-минеральные 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 влияние его компонентов на свойства асфальтового вяжущего и асфальтобетон.

#### **Материалы и методики исследований.**

Использовали: а) депонированный в течение 10 лет ОСВ Октябрьских очистных сооружений г. Луганска (соотношение: минеральная часть – 79%; органическая -21%) высушенный при температуре 105<sup>0</sup>С и измельченный до фракции минерального порошка ( $\approx 0,071$ мм); б) золу после сжигания ОСВ; в) минеральный порошок по ГОСТ Р52129-2003; г) имитатор органического загрязнения – высушенный и измельченный яичный белок; д) органическое вяжущее – битум дорожный БНД 60/90.

Исследовали: свойства асфальтового вяжущего на основе битума с добавками: минерального порошка, органо-минерального порошка (ОСВ), золы от сжигания ОСВ и белкового компонента. Количество добавки каждого компонента к битуму составляло 5, 10, 20, 40, 50%. Изучали пенетрацию по ГОСТ 11501; температуру размягчения по кольцу и шару (ГОСТ 11506) и растяжимость (дуктильность) по ГОСТ 11505.

#### **Результаты и их обсуждение.**

Все осадки сточных вод являются органо-минеральным комплексом, образующимся в процессе биологической очистки жидкости с последующим осаждением взвеси. В зависимости от времени хранения количество минеральной части может достигать 80%, а органическая часть представлена трудноокисляемой органикой.

Минеральная составляющая осадков сравнительно хорошо изучена и может быть охарактеризована химическим составом, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав минеральной части осадков сточных вод [1,4]

Хим. состав	Содержание, % масс.					
	Украина			Россия		
	Луганск	Донецк	Артемовск	Новосибирск	Омск	Москва
SiO <sub>2</sub>	46,3	33,8	54,2	56,2	54,6	55,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,05	8,9	9,1	12,4	9,6	12,1
Na <sub>2</sub> O	0,8	1,8	1,5	-	1,7	1,2
K <sub>2</sub> O	0,95	1,0	-	-	1,75	1,3
CaO	6,1	12,5	7,3	6,4	13,2	7,6
MgO	1,94	3,6	4,5	4,5	3,4	3,9
TiO <sub>4</sub>	0,4	-	-	1,8	0,7	1,7
MnO	-	-	-	0,3	0,1	0,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,25	7,2	5,7	6,0	6,8	6,5
SO <sub>3</sub>	1,6	1,8	2,0	2,7	-	1,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,84	-	-	4,5	-	2,2
Содержание органических веществ, (п. п. п.) %	21,1	47,0	41,2	60,1	60,5	59,8

Минеральная часть осадков представлена преимущественно алюмосиликатами – монтмориллонитом – (Ca, Mn, Na ...)(Al, Mg)<sub>2</sub>\*  
\*(OH)<sub>2</sub>[(Si, Al)<sub>4</sub>xO<sub>10</sub>]\*n\*H<sub>2</sub>O, каолинитом – Al<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>[Si<sub>4</sub>\*O<sub>10</sub>], иллитом – (Ca, Mg ...)(Mg, Fe<sup>2+</sup>)\*(OH)<sub>2</sub>[(Si, Al)<sub>4</sub>O<sub>10</sub>]\*4H<sub>2</sub>O; карбонатами – кальцитом CaCO<sub>3</sub>; кварцем, кремнеземом – SiO<sub>2</sub> [3].

Органическая часть осадка изучена очень слабо ввиду большого разнообразия органических составляющих и по современным представлениям состоит из белково-, жиро-, углеводоподобных веществ в сумме 80-85% и лигнино–гумусового комплекса соединений – 15-20% [5]. Оценим влияние каждого из компонентов осадка на температуру размягчения в сравнении с битумом и минеральным порошком (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-механические свойства битумного вяжущего, модифицированного различными добавками

Вид добавки	Температура размягчения, °С по кольцу и шару следующих составов:					
	Исходный битум БНД 60/90	Битум + 5%	Битум + 10%	Битум + 20%	Битум + 40%	Битум + 50%
Минеральный порошок	47,5	47,5	48	48	54	58
Органо-минеральный порошок (ОСВ)	47,5	48	49	50,5	55	59,5
Зола ОСВ	47,5	48	48	51	54	60
Белок	47,5	49,5	50	52	55	61

В таблице 3 и 4 приведены данные по растяжимости (диктулометрия) и пенетрации модифицированных добавками асфальтовых вяжущих.

Таблица 3 – Растяжимость (см) битума и битума, модифицированного добавками при 25°С

Вид добавки	Битум БНД 60/90	Битум + 5%	Битум + 10%	Битум + 20%	Битум + 40%	Битум + 50%
Минеральный порошок	94	40	37	27,5	22,5	14,5
Органо-минеральный порошок (ОСВ)	94	44	40	27	22	14
Зола ОСВ	94	26	22	19,5	11	6
Белок	94	26	13	5	3	2

Таблица 4 – Глубина проникновения иглы при пенетрации, \*0,1мм при 25<sup>0</sup>С

Вид добавки	Битум БНД 60/90	Битум + 5%	Битум + 10%	Битум + 20%	Битум + 40%	Битум + 50%
Минеральный порошок	59	55	51	47,5	40	31
Органо-минеральный порошок (ОСВ)	59	56	53	47,5	38	30
Зола ОСВ	59	51	50	45	34	28
Белок	59	56	53	46	37	29

Исследование модифицированного асфальтового вяжущего с добавками ОСВ, а также его минеральной и органической составляющей в пределах от 5 до 50% по массе показали, что во всех случаях введение этих добавок независимо от качественного состава уменьшает пенетрацию и растяжимость при 25<sup>0</sup>С и заметно повышает температуру размягчения вяжущего (таблица 2-4). Органическая составляющая не ухудшает качество асфальтового вяжущего, вероятно, из сродства к органическому вяжущему – битуму.

На основе битума БНД 60/90 с добавками минерального порошка и ОСВ с содержанием добавок по 6% масс. были изготовлены и испытаны образцы асфальтобетона (таблица 5).

Таблица 5 – Физико-механические свойства асфальтобетона с различным видом добавок

№ п/п	Состав асфальтобетона (плотный, тип Б)	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Водонасыщенность, %	Набухание, %	Предел прочности, МПа при температуре		Коэффициент водоустойчивости
					20 <sup>0</sup> С	50 <sup>0</sup> С	
1	Щебень - 35% Отсев дробления щебня – 59% Минеральный порошок – 6%	2,29	1,71	0,8	6,6	2,2	0,85

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Состав асфальтобетона (плотный, тип Б)	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Водонасыщенность, %	Набухание, %	Предел прочности, МПа при температуре		Коэффициент водоустойчивости
					20 <sup>0</sup> С	50 <sup>0</sup> С	
2	Щебень – 35% Отсев дробления щебня – 59% ОСВ – 6%	2,28	2,93	0,13	5,6	2,9	0,91
3	Требования ДСТУ Б В.2.7 -119-2003		1,5-3,5	Не более 0,85	2,4	1,2	Не менее 0,85

Как следует из таблицы 5, образцы с добавкой 6% ОСВ вместо традиционного минерального порошка соответствуют требованиям ДСТУ и имеет лучшие в сравнении с контрольным составом (с минеральным порошком) прочность при 50<sup>0</sup>С, меньшее набухание и более высокий коэффициент водостойкости.

### Выводы

1. Осадки сточных вод можно рассматривать как сырьевой ресурс и заменитель традиционного минерального порошка в дорожно-строительной отрасли.

2. Органо-минеральный порошок на основе ОСВ является модификатором асфальтобетона, повышающим долговечность дорожного полотна в условиях повышенных летних температур.

3. В структурообразовании такого строительного материала как асфальтобетон, эффективную роль, вероятно, играет наряду с минеральной и органическая составляющая органо-минеральной добавки.

### Библиографический список

1. Дрозд Г.Я. Предложения по вовлечению депонированных осадков сточных вод в хозяйственный оборот: Матер. Международного конгресса "ЭТЭВК - 2009". - Ялта, 2009. – С.230-242.

2. Дрозд Г.Я. Утилизация осадков сточных вод в дорожном строительстве / Г.Я. Дрозд, Р.В. Бреус // Вісті автомобільно-дорожнього інституту - №1 (8), 2009. – Горлівка: ДНТУ. – С. 186-193.

3. Бреус Р.В. Зниження об'ємів накопичених відходів водоочищення – осадів стічних вод, шляхом їх утилізації в асфальтобетонів: Автореф. дис. ...к.т.н., Харків: УНДІЕП, 2007. – 21с.

4. Симонов А.Д. Сжигание осадков сточных вод коммунального хозяйства в псевдооживленном слое катализатора / А.Д. Симонов, Н.А. Языков, А.В. Трачук и др. // Альтернативная энергетика и экология. - №6 (86). - 2010. – С.61-66.

5. Яковлев С.В., Водоотведение и очистка сточных вод/ С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – Москва: АСВ, 2004. – 704 с.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. Должиковым П.Н.**