

*д.т.н. Дрозд Г.Я.,
к.т.н. Бреус Р.В.
(ЛНАУ, г. Луганск, Украина),
к.т.н. Соколенко В.М.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ В НЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей асфальтобетону, який в якості замітника мінерального порошку містить комунальний відхід – осад стічних вод. Отримані результати свідчать про позитивний вплив осадів стічних вод на фізико-механічні властивості асфальтобетону і відкривають шлях до широкого застосування способу утилізації даного виду відходів в господарському обороті в сфері дорожнього будівництва.

Ключові слова: *депонований осад стічних вод, асфальтобетон, гранулометричний склад.*

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований физико-механических свойств асфальтобетона, который в качестве заменителя минерального порошка содержит коммунальный отход – осадок сточных вод. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии осадков сточных вод на физико-механические свойства асфальтобетона и открывают путь к широкому применению способа утилизации данного вида отходов в хозяйственном обороте в сфере дорожного строительства.

Ключевые слова: *депонированные осадки сточных вод, асфальтобетон, гранулометрический состав.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

Предприятия по очистке сточных вод являются крупнейшим производителем отходов – осадков сточных вод. Большие объемы осадков (ежегодный прирост достигает 40 млн.т), их многокомпонентность и наличие в составе тяжелых металлов, а также отсутствие соответствующих технологий по утилизации приводит к все большему их накоплению и, соответственно, отторжению земель для складирования, что создает проблемы экологического характера.

Эффективным решением данной проблемы является утилизация накопленных отходов в сфере крупнотоннажного промышленного производства, например в дорожном строительстве [1,2].

Анализ исследований и публикаций

Ранее проведенными исследованиями [3-5] было показано, что депонированные осадки сточных вод (ОСВ), после проведения предварительных подготовительных операций, могут быть утилизированы в асфальтобетон, выступая при этом в качестве его наполнителя с заменой одного из компонентов – минерального порошка. Однако эти исследования ограничивались ОСВ только г. Луганска. Ввиду того, что в различных регионах Украины ОСВ могут иметь различия в качественном плане, представляет интерес исследовать влияние отходов разных городов на свойства асфальтобетона.

Цель и постановка задачи

Изучить физико-механические свойства асфальтобетона, модифицированного минеральным порошком на основе депонированных осадков сточных вод предприятий ООО «Лугансквода» (г. Луганск) и ООО «Азот» (г. Черкассы), провести их сравнительный анализ и дать заключение о возможности использования данных материалов в дорожном строительстве.

Изложение материала и его результаты

На сегодняшний день объемы депонированных ОСВ по сухому веществу составляют: для ООО «Азот» - около 300 тыс. т., для ООО «Лугансквода» - около 130 тыс. т. Их химический состав приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический анализ ОСВ, %

Вид осадков сточных вод	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn	Zn	Cr	Cu	Pb	SO ₃	п.п.п.
Вид 1 «Лугансквода»	46,4	10,05	9,25	6,10	1,94	0,1	0,2	0,2	0,1	0,01	2,5	24,1
Вид 2 «Азот»	71,4	1,9	2,3	8,10	0,4	0,02	0,15	0,02	0,03	0,02	-	6,9

Из таблицы 1 следует, что ОСВ ООО «Азот» по своему составу и степени минерализации (п.п.п. 6,9%, Al₂O₃ + Fe₂O₃ < 5%) вполне соответствует требованиям ДСТУ [6]. Состав ОСВ ООО «Лугансквода» рез-

ко отличается (в 1,5-5 раз) от осадка ООО «Азот» и ДСТУ, хотя имеет аналогичную природу образования и фракционный состав.

Для исследования асфальтобетонов с данными отходами в качестве заменителя минерального порошка в соответствии с [7] изготовлены серии образцов, содержащие отходы данных предприятий и для сравнения контрольная партия образцов состава, соответствующего применяемому в дорожном строительстве в Луганской области.

Характеристики минеральных материалов использованных при изготовлении образцов асфальтобетона приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Характеристики минеральных материалов

Характеристика	Показатель
Щебень фр. 5-20	
Марка	1200
Место происхождения	Комсомольский карьер, Запорожская обл.
Дробимость, %	9,2
Истираемость, %	26,0
Объемный насыпной вес, г/см ³	1,41
Содержание глинистых пылеватых частиц, %	1,2
Удельный вес, г/см ³	2,65
Влажность, %	0
Содержание зерен пластинчатой и игловой формы (лещадность), %	19,0
Песок из отсевов дробления щебня фр. 0-5	
Марка	1200
Место происхождения	Мокрянский карьер, Запорожская обл.
Объемный насыпной вес, г/см ³	1,57

Продолжение таблицы 2

1	2
Влажность, %	6,3
Содержание глинистых пылеватых частиц, %	3,4
Содержание органических примесей, %	0,01
Набухание, %	1,23
Модуль крупности, %	2,5
Удельный вес, г/см ³	2,64

*Данные согласно протоколов лабораторных испытаний ОАО «Автомобильный завод» от 14.10.09г.

Таблица 3 - Гранулометрический состав используемых материалов для изготовления образцов асфальтобетона

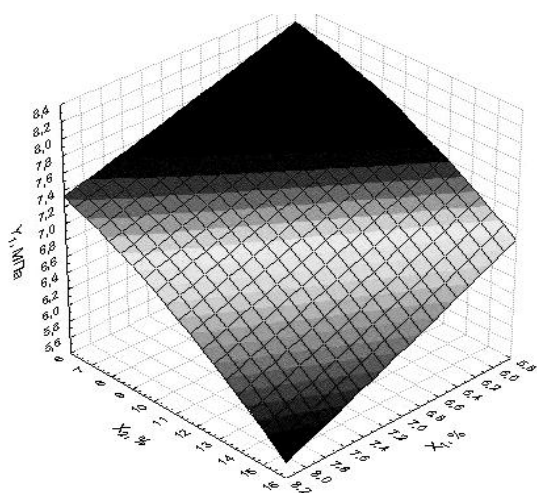
Наименование материалов	Содержание зерен, % мельче мм										
	20	12,5	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Щебень 5-20	6,0	72,4	–	18,9	–	–	–	–	–	–	–
Песок из отсева дробления щебня 0-5	–	–	–	16,9	11,5	8,9	12,8	10,3	15,3	8,5	15,8
Осадок сточных вод из отвалов ОС-БО г. Луганск	–	–	–	–	–	–	0,54	0,82	26,47	33,9	38,27
Осадок сточных вод из отвалов г. Черкассы	–	–	–	–	–	–	3,2	12,8	17,0	13,0	54,0

Совокупность факторов, определяющих структурообразование асфальтобетонного камня: X_1 , % - количество вяжущего – битума и X_2 , % - соотношение количества добавки ОСВ и песка из отсева дробления щебня (ОДЩ), являются определяющими для физико-механических характеристик асфальтобетона (Y_1 – прочность при сжатии при темпера-

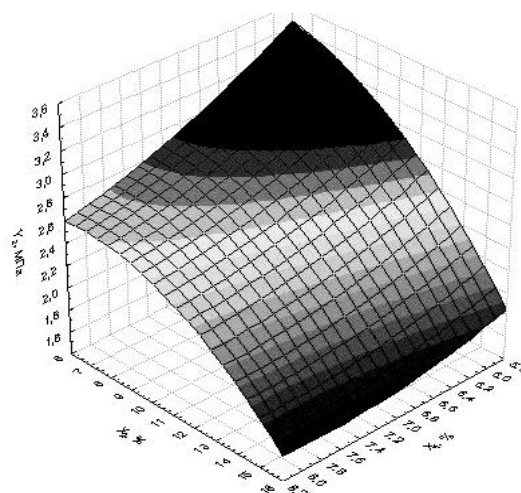
туре 20°C, МПа; Y_2 – прочность при сжатии при температуре 50°C, МПа; Y_3 – водопоглощение, %; Y_4 – набухание, %).

В данных экспериментальных исследованиях использовался битум БНД 90/130.

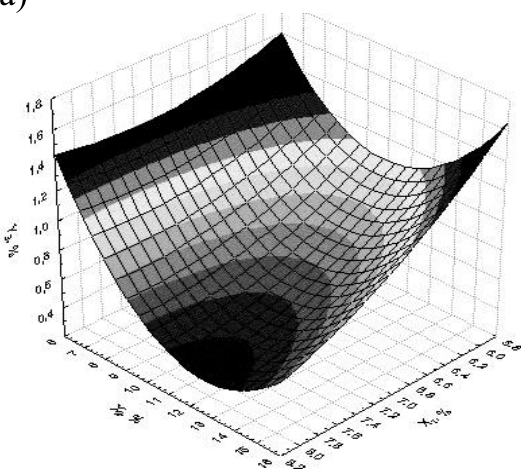
При оптимизации системы применен метод экспериментально-статистического моделирования, результаты которого приведены на рисунке 1.



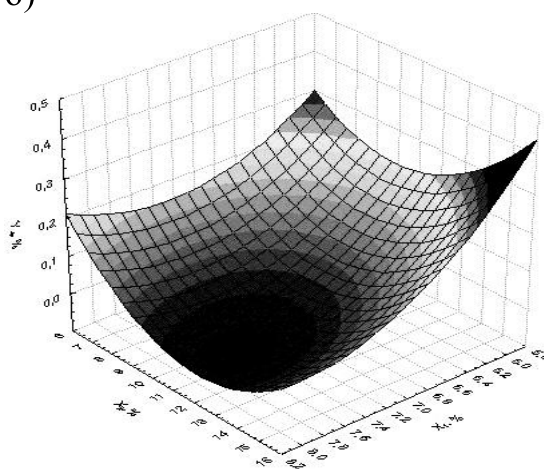
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Зависимости физико-механических параметров от влияния количества битума и вводимого наполнителя ОСВ:

- а) предела прочности при сжатии при 20°C, R_{20} , МПа; б) предела прочности при сжатии при 50°C, R_{50} , МПа; в) водонасыщения, W , %;
- г) набухания, H , %.

Исходя из полученных результатов, были установлены оптимальные показатели процентного содержания вводимых компонентов: битума – 7%, наполнителя ОСВ – 6-8%.

По данным гранулометрического состава, приведенного в таблице 3, в соответствии с [8], подбирались оптимальные составы асфальтобетонных смесей при содержании в них ОСВ 6 и 8% и устанавливался тип асфальтобетона.

Сравнительные испытания образцов асфальтобетонных смесей, в состав которых в качестве заменителя минерального порошка введены порошкообразные компоненты – депонированные осадки сточных вод (в объеме 6 и 8%) двух предприятий приведены в таблице 4.

Результаты испытаний свидетельствуют, что образцы асфальтобетонов, содержащие в качестве заменителя минерального порошка сухие порошкообразные осадки сточных вод удовлетворяют требованиям [8].

Таблица 4 – Физико-механические свойства образцов асфальтобетона с различным видом и содержанием добавки ОСВ

№ п/п	Состав асфальтобетона (плотный, тип Б)	Объемный вес, г/см ³	Водонасыщение, %	Набухание, %	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре			Коэффициент водостойчивости
					220°С	550°С	водонас. сост.	
1	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 65% (контроль)	2,29	5,5	1,2	3,45	1,5	3,1	0,91
2	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 59%; Осадок с площадок складирования (г. Луганск) – 6%.	2,28	1,71	0,13	6,6	2,2	5,1	0,85
3	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 59%; Осадок с площадок складирования (г. Черкассы) – 6%.	2,3	2,93	0	5,6	2,9	7,2	1,3
4	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 57%; Осадок с площадок складирования (г. Луганск) – 8%.	22,25	33,44	00,8	66,6	22,0	4,6	0,67

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5 5	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 57%; Осадок с площадок складирования (г. Черкассы) – 8%.	22,2 5	77,1	00,4	66,0	11,4	4,8	0,8
	Требования ДСТУ Б В.2.7-119-2003 (марка II, верхние слои)		11,5- 3,5	не бо- лее 0,85	22,4	11,2	-	не ме- нее 0,85
	Требования ДСТУ Б В.2.7-119-2003 (марка II, нижние слои)		не бо- лее 10	--	11,5	--	-	не ме- нее 0,6

*В исследованиях количество вяжущего (битум БНД 90/130 – 7%) и щебня принималось постоянным, менялось только соотношение песка из отсева дробления щебня к порошку ОСВ.

Анализируя таблицу 4, можно отметить, что введение в состав асфальтобетона отходов – осадков сточных вод, несмотря на различие их химического состава в количестве 6-8% по массе, благотворно сказывается на физико-механических показателях материала: в 2 и более раз увеличивается прочность при сжатии, в том числе при повышенных температурах, снижается водопоглощение и набухание, что позволяет предполагать их повышенную долговечность в сравнении с контрольными (традиционными составами).

Выводы

1. Депонированные осадки сточных вод предприятий ООО «Азот» и ООО «Лугансквода» при использовании их в качестве аналога минерального порошка в асфальтобетоне в пределах 6-8 % мас. существенно улучшают его физико-механические свойства и могут быть рекомендованы в качестве компонента асфальтобетонных смесей.

2. В зависимости от содержания ОСВ в асфальтобетоне, последний по своим характеристикам (ДСТУ Б В.2.7-119-2003 [8]) может применяться для различных слоев дорожной одежды: при 6% мас. – в верхних слоях; при 8% мас. – в нижних слоях.

Библиографический список

1. Бреус Р.В. *Технология утилизации лежалых осадков сточных вод в асфальтобетон. // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. Серия: Архитектура и технические науки, выпуск 76. – К: «Техніка», 2007. – С. 90-95.*

2. Дрозд Г.Я., Бреус Р.В. Утилизация осадков сточных вод в дорожном строительстве. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник. АДІ ДонНТУ. – Горлівка, 2009 - №1. – С. 186-193.

3. Бреус Р.В. Зниження об'ємів накопичених відходів водоочищення – осадів стічних вод, шляхом їх утилізації в асфальтобетон.//Автореф. дис. канд.. тен.наук, Х., 2007, 21 с.

4. Бреус Р.В., Дрозд Г.Я., Гусенцова Є.С. Асфальтобетонна суміш: Патент на корисну модель № 17974. Україна. МПК С04В26/26 – № u200604831; Заявл. 03.05.2006; Опубл. 16.10.2006, Бюл. №10.

5. Бреус Р.В., Дрозд Г.Я. Спосіб утилізації осадів міських стічних вод: Патент на корисну модель № 26095. Україна. МПК С02F1/52, С02F1/56, С04В26/26 – № u200612901; Заявл. 06.12.2006; Опубл. 10.09.07, Бюл. №14.

6. ДСТУ Б В.2.7-121-2003. Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови. – К.: Держбуд України, 2003.

7. ДСТУ Б В.2.7-89.99 Матеріали на основі органічного вяжущого для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи испытаний. – К.: Держбуд України, 1999.

8. ДСТУ Б.В.2.7-119-2003 Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон дорожній і аеродромний. Технічні умови.– К.: Держбуд України, 2003.