

2. Казанцев, Т. Искусственный интеллект и Машинное обучение. Основы программирования на Python/ Т. Казанцев. – 2020.

3. Гэддис, Т. Начинаем программировать на Python / Т. Гэддис. – 4-е изд. – 2019.

4. Коркин, Л. Р. Подготовка материалов для машинного обучения с помощью виртуальной студии/ Л. Р. Коркин [и др.] // 7-я Международная научно-практическая конференция «Big Data and Advanced Analytics. Big Data и анализ высокого уровня». – Минск, 2021. – 418 с.

УДК 625.074

## **АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ВЛИЯНИЯ ОТХОДОВ ВОДООЧИСТКИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ**

Корончик А. В., Жуковский Е. М., Глинский Д. В.

Белорусский национальный технический университет  
coronio@yandex.ru, zhukovskye@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрен тонкодисперсный материал, образующийся в результате водоочистки на теплоэлектростанциях (шлам). Исследованы возможности применения шламов в асфальтобетонной смеси. Были проведены исследования свойств и влияния шлама при добавлении в асфальтобетонную смесь. В результате получены сравнительные результаты испытаний стандартных образцов с использованием шлама водоочистки в качестве минерального порошка.

**摘要。** 这篇文章研究火电厂水处理过程中形成的精细分散的物质（污泥）。研究了污泥在沥青混凝土混合料中的应用可能性。对污泥添加到沥青混合料中的性能和影响进行了研究。结果获得了以水处理污泥为矿粉的标准样品的比较试验结果。

В настоящее время считается, что решение проблемы использования техногенных отходов в строительной промышленности является одной из важнейших задач. Авторами выдвигается теория о возможности использования шламов водоочистки тепловых электростанций в качестве наполнителя и связующего в асфальтобетонной смеси. Таким образом, основная работа направлена на одновременное улучшение экологии посредством использования, а не накопления отходов, а также снижению себестоимости и улучшению свойств асфальтобетонов.

Как правило шламы продувочной воды накапливаются и складываются в картах на территории предприятий.

Объемы карт значительны. Ресурсы, в которых нуждается предприятие по освобождению карт – велики, тем самым все расходы по содержанию, очистке, и уплате утилизационных сборов являются частью расходов, что отрицательно

сказывается на себестоимости продукции предприятий, а также на экологическую безопасность районов вблизи шламонакопителей.

В таблице 1 представлены результаты определения [1] основных показателей для минеральных порошков согласно ГОСТ 16557.

Таблица 1 – Сравнение характеристик шлама и минерального порошка

№ п/п	Наименование показателя	МП	Шлам
1	Зерновой состав, % по массе, мельче 1,25 мм	>100	98,2
	мельче 0,315 мм	>90	96,8
	мельче 0,071 мм	>70–80	95,0
2	Пористость, % по объему	<35	46,33
3	Влажность, % по массе	<1	0,95
4	Битумоемкость, г	<65	75,47

Из таблицы видно, что результаты в целом удовлетворяют требованиям технических нормативных правовых актов. Важно понимать, что действующие стандарты составлены для минерального порошка получаемых дроблением карбонатных горных пород, а не для шлама водоподготовки, и делать вывод о невозможности их использовании является преждевременным. Шлам – очень мелкие частицы, хорошо подходящие для роли наполнителя органоминеральной смеси, они адсорбируют на своей поверхности битум, тем самым обеспечивая хорошую адгезию асфальтового вяжущего к минеральному остову в асфальтобетонной смеси.

Для определения свойств асфальтобетона была запроектирована плотная мелкозернистая горячая асфальтобетонная смесь типа Б марки П. Марку асфальтобетона также необходимо было принять для уточнения основных показателей полученных в ходе испытаний образцов с нормативными. Состав смеси, следующий: 58 % – щебень, 30 % – песка и 12 % шлама, а количество битума 5,5 % сверх массы минеральной части. [2]

Физико-механические свойства определялись на стандартных образцах цилиндрической формы, приготовленных в соответствии с СТБ 1115.

Анализ результатов в сравнении с требованиями СТБ 1033 приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение характеристик образцов с применением шлама и требований СТБ 1033 для минерального порошка для смеси типа Б

№ п/п	Наименование показателя	Требования СТБ 1033 для асфальтобетонов марок			Асфальтобетон со шлам водоподготовки
		I	II	III	
1	Водонасыщение, % по объему	1,0–4,0			2,56
2	Набухание, % по объему, не более	0,5/0,7	1,0/1,5	1,0/1,5	0,15
3	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С, не менее	1,1/0,9	1,0/0,9	0,9/0,7	1,7 (при 20 °С)
4	Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре 0 °С	1,5–3,5			4,3
5	Предел прочности при сдвиге, МПа, при температуре 50 °С Для улиц категории А, Б, В, Г, Е, М, или при соответствующей интенсивности движения	2,5–3,0			5,7

Таким образом, проведенные испытания показывают на возможность использования отходов водоочистки теплоэлектростанций для приготовления горячих асфальтобетонных смесей. Однако стоит учитывать высокую дисперсность материала при подборе состава для обеспечения наиболее рациональной по зерновому составу и физико-механическим показателям асфальтобетонную смесь, которая будет отвечать всем требованиям действующих стандартов.

#### Список использованных источников

1. Ходан, Е. П. Использование шламов водоочистки тепловых электростанций в дорожном строительстве / Е. П. Ходан, А. В. Корончик, А. Н. Каренский // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 15-й Международной научно-технической конференции. – Минск : БНТУ, 2017. – Т. 3. – С. 49.
2. Гречаников, А. В. Использование неорганических отходов ТЭЦ в составе асфальтобетонных смесей / А. В. Гречаников, А. П. Платонов, С. Г. Ковчур // Вестник ВГТУ. – 2010. – № 1 (18).