

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 628.1.034.002.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ТЭЦ В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

А.В. Гречаников, А.П. Платонов, С.Г. Ковчур

Ежегодно на теплоэлектроцентралях Республики Беларусь в шламонакопителях образуется около 50-60 тонн отходов (шлам продувочной воды). Одно из направлений комплексной утилизации таких отходов – их использование в дорожном строительстве.

Применяемая в настоящее время в дорожном строительстве органоминеральная смесь имеет следующий состав [1]: щебень гранитный, фракция 5–10 мм – 38 %; песок природный, фракция 0–2,5 мм – 50 %; минеральный порошок, фракция 0–0,63 мм – 12 %; битум БНД 90/130 – 6 % от веса минеральных составляющих. Для обоснования возможности использования неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ проведены исследования основных показателей качества этих отходов. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели качества неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ

Наименование показателей качества шлама по НТД	Значение показателей качества по НТД	Фактическое значение показателя качества отходов в результате исследований
Удельный вес, кг/м ³	–	1920,0
Влажность, %	Не более 1,0	0,7
Плотность при уплотнении под нагрузкой, кг/м ³	–	2160,0
Пористость, %	Не более 35,0	12,0
Набухание образцов из смеси шлама с битумом, %	Не более 2,5	1,8
Показатель битумоемкости	Не более 65,0	32,0
Зерновой состав, %:		
мельче 1,25 мм	Не менее 100,0	100,0
мельче 0,315 мм	Не менее 90,0	94,2
мельче 0,071 мм	Не менее 70,0	75,6

Результаты проведённых исследований позволили сделать вывод о том, что по основным показателям качества неорганические отходы, образующиеся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, соответствуют требованиям ГОСТ 16557–78, СТБ 1033–2004, ТУ 17–2071665–1–97 и пригодны для использования в процессе приготовления асфальтобетонных смесей [2].

Физико-механические свойства органоминеральной смеси определялись на цилиндрических образцах, полученных при уплотнении 640 г смеси в стальных формах при прессовании под давлением 40 МПа. По истечении 12 часов после изготовления образцы испытывались по физико-механическим показателям,

регламентируемым СТБ 1115–98. Анализы проводились в усредненной пробе в трёх параллельных образцах [3].

Для определения наиболее эффективного соотношения между отходами и битумом в составе асфальтобетонной смеси был проведен эксперимент, в качестве входных факторов которого были выбраны:

X_1 – содержание битума БНД 90/130, %;

X_2 – содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, %.

Запланированные уровни входных факторов и интервалы их варьирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование входного фактора	Обозначение	Уровни варьирования			Интервал варьирования
		–1	0	+1	
Содержание битума БНД 90/130, %;	X_1	6	9	10	3
Содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, %.	X_2	0	16	32	16

В качестве выходных параметров были использованы следующие показатели:

Y_1 – модуль остаточной деформации при 50 °С, МПа;

Y_2 – предел прочности при растяжении при 0 °С, МПа;

Y_3 – предел прочности при сжатии при 50 °С, МПа;

Y_4 – водонасыщение, %;

Y_5 – набухание, %;

Y_6 – остаточная пористость, %.

При обработке результатов эксперимента получены следующие математические модели для выходных параметров:

– модуль остаточной деформации при 50 °С

$$Y_1 = 68,87 - 7,37 \cdot X_1^2 + 5,84 \cdot X_2 - 19,03 \cdot X_2^2; \quad (1)$$

– предел прочности при растяжении при 0 °С

$$Y_2 = 3,56 - 0,14 \cdot X_1 - 0,85 \cdot X_1^2 - 0,27 \cdot X_2 - 0,32 \cdot X_2^2 + 0,17 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (2)$$

– предел прочности при сжатии при 50 °С

$$Y_3 = 1,32 - 0,07 \cdot X_1 - 0,11 \cdot X_1^2 - 0,16 \cdot X_2^2; \quad (3)$$

– водонасыщение

$$Y_4 = 4,89 + 2,64 \cdot X_2 + 1,91 \cdot X_1^2; \quad (4)$$

– набухание

$$Y_5 = 0,13 + 0,11 \cdot X_1^2 - 0,17 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_2^2 - 0,17 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (5)$$

– остаточная пористость

$$Y_6 = 4,68 + 0,80 \cdot X_1 + 2,82 \cdot X_2 + 2,14 \cdot X_2^2 + 1,02 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (6)$$

Проведя анализ полученных моделей, можно сделать следующие выводы:

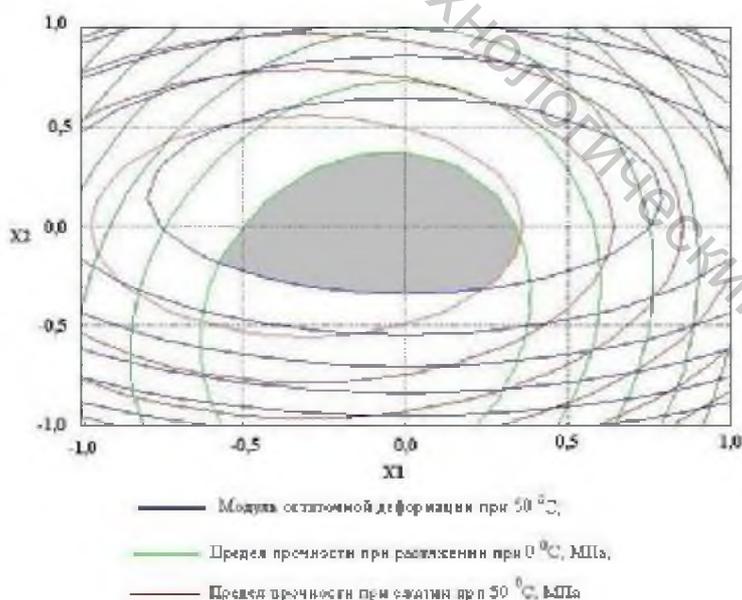
– на модуль остаточной деформации при 50 °С наибольшее влияние оказывает содержание неорганических отходов в составе асфальтобетонной смеси; наилучшее значение достигается при среднем значении содержания отходов (14 %–16 %);

- на предел прочности при растяжении при 0 °С оказывает влияние как содержание неорганических отходов, так и содержание битума в составе асфальтобетонной смеси;
- на предел прочности при сжатии при 50 °С оказывает влияние как содержание неорганических отходов, так и содержание битума в составе асфальтобетонной смеси. Причём содержание битума влияет в большей степени;
- на водонасыщение оказывает влияние только содержание неорганических отходов в составе асфальтобетонной смеси;
- на набухание наибольшее влияние оказывает процент вложения неорганических отходов в состав асфальтобетонной смеси;
- на остаточную пористость наибольшее влияние оказывает процент вложения неорганических отходов в состав асфальтобетонной смеси.

Для получения наиболее эффективных значений содержания неорганических отходов использовался метод совмещения графиков зависимостей выходных параметров (в данном случае к ним относятся модуль остаточной деформации при 50 °С, предел прочности при растяжении при 0 °С, предел прочности при сжатии при 50 °С) от входных факторов (X_1 , X_2). Для этого совмещаем графики зависимости для моделей модуля остаточной деформации при 50 °С, предела прочности при растяжении при 0 °С, предела прочности при сжатии при 50 °С, т.к. именно эти показатели наиболее полно отражают физико-механические свойства асфальтобетонной смеси (рисунок 3).

Анализируя совмещенный график и учитывая ограничения, наложенные на них, получили область рациональных значений содержания неорганических отходов и битума:

- 1) X_1 (содержание битума БНД 90/130, %) находится в пределах от -0,25 до 0,4 в кодированных значениях, что в натуральных единицах составляет от 8 до 10 %;
- 2) X_2 (содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ) находится в пределах от -0,6 до 0,3 в кодированных значениях, что в натуральных единицах составляет от 6 % до 21 %.



X_1 – содержание битума БНД 90/130, %; X_2 – содержание неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ

Рисунок 1 – Совмещенный график зависимости выходных параметров от входных факторов

Наиболее эффективные значения содержания битума и неорганических отходов в составе асфальтобетонной смеси составляет:

- содержание битума БНД 90/130 – 10 %;
- содержание неорганических отходов ТЭЦ – 14 %.

На основании исследований содержания неорганических отходов и битума в составе асфальтобетонной смеси разработан состав смеси, использование которого позволяет повысить физико-механические показатели асфальтобетона (модуль остаточной деформации при 50 °С увеличивается на 66%; предел прочности при растяжении при 0 °С – на 12 %; предел прочности при сжатии при 50 °С – на 16 %) [4].

Приготовление асфальтобетонной смеси происходит следующим образом (рис. 2). Холодный влажный песок и щебень подаются со склада в бункеры агрегата питания 1. Из бункеров агрегата питания холодный и влажный песок и щебень непрерывно подаются с помощью питателей в определенных пропорциях в барабан сушильного агрегата 2. В барабане песок и щебень высушиваются и нагреваются до рабочей температуры. Нагрев материала осуществляется вследствие сжигания жидкого или газообразного топлива в топках сушильных агрегатов. Температура нагрева регулируется интенсивностью подаваемого топлива и количеством минеральных материалов: 200–220 °С при использовании холодного минерального порошка и 160–180 °С при горячем минеральном порошке. Затем нагретые песок и щебень поступают из сушильного агрегата 2 в смесительный агрегат 3. Неорганические отходы ТЭЦ предварительно высушиваются до влажности 3 %, а затем с помощью дозаторов или питателей, обеспечивающих необходимый процент вложения их в составе смеси, поступают к смесительному агрегату 3 из агрегатов 4 и 5. Битум, разогретый до жидкотекучего состояния с помощью нагревательно-перекачивающего агрегата 6, подается в нагреватель битума 7, в котором он обезвоживается и нагревается до рабочей температуры. Обезвоженный и нагретый до рабочей температуры битум дозируется и вводится в смеситель [5].

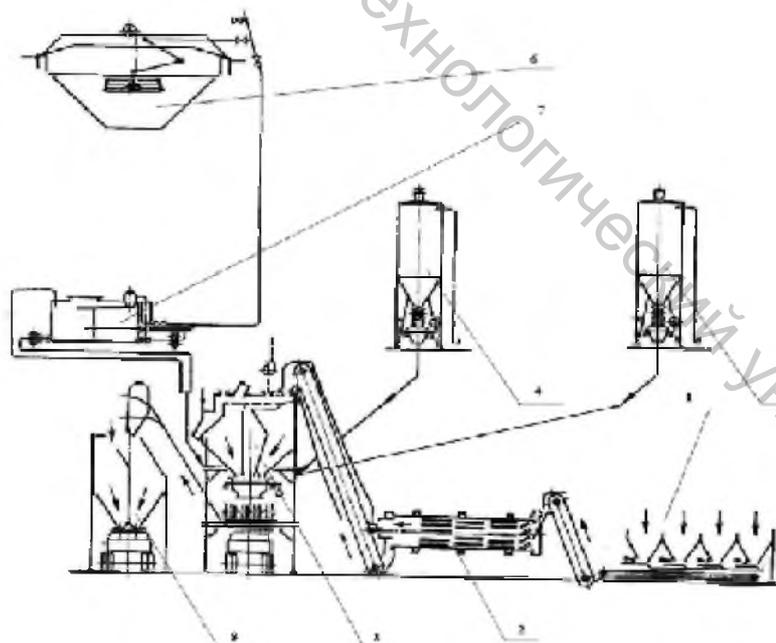


Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси с неорганическими отходами, образующимися в результате водоподготовки на ТЭЦ: 1 – агрегат питания; 2 – сушильный агрегат; 3 – смесительный агрегат; 4,5 – агрегат для неорганических отходов; 6 – нагревательно-перекачивающий агрегат для битума; 7 – нагреватель битума; 8 – бункер для готовой смеси

По результатам исследований в национальном центре интеллектуальной собственности получен патент № 8764 «Асфальтобетонная смесь с отходами ТЭЦ» от 21.04.2006 г. по заявке № а 20031083 от 24.11.2003 г.

На предприятии «Оршанский ремонтник», входящем в состав объединения «Витебскоблремстрой», изготовлена опытная партия нового состава асфальтобетона. Изготовление опытной партии проводилось в соответствии с технологическим регламентом. В составе асфальтобетона весь доломитовый порошок заменен шламом ТЭЦ «Южная» Витебского телезавода. Использование шлама ТЭЦ удешевляет стоимость строительства автомобильных дорог на 10-15 %. Поэтому устройство дорожных покрытий из местных материалов и отходов промышленности является актуальной задачей. Использование неорганических отходов, образующихся в процессе водоподготовки на ТЭЦ, в составе асфальтобетонной смеси позволит улучшить экологическую ситуацию на территории теплоэлектростанций.

Список использованных источников

1. СТБ 1033–96. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – Минск : Министерство архитектуры и строительства, 1996. – 16 с.
2. Гречаников, А. В. Применение отходов ТЭЦ в асфальтобетонных смесях / А. В. Гречаников, Н. Г. Тихонова, А. П. Платонов, С. Г. Ковчур // 36-я науч.-техн. конф. препод. и студ. ВГТУ : тез. докл., ВГТУ, Витебск, 23 апр. 2003 г. / Вит. гос. технол. ун-т. – 2003. – С. 60 – 61.
3. Гречаников, А. В. Физико-химические основы технологии комплексной утилизации отходов ТЭЦ / А. В. Гречаников, А. П. Платонов, С. Г. Ковчур, И. И. Лиштван // Научное издание журнал НАН Беларуси «Природные ресурсы». – № 1.– 2005. – С. 106 – 109.
4. Гречаников, А. В. Комплексная утилизация неорганических отходов водонасосных станций и теплоэлектростанций : автореф. дис. ... канд. тех. Наук : 25.00.36 / А. В. Гречаников ; ГНУ «Инст. Природопольз. НАНБ» . – Минск, 2009. – 25 с.
5. Платонов, А. П. Получение асфальтобетона с использованием отходов, образующихся на ТЭЦ / А. П. Платонов, В. А. Кондратенкова, С. Г. Ковчур // Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов : 4-я Междунар. науч.-техн. конф.: тез. докл., Гродно, 11–13 окт. 2000 г. / НАНБ. – 2000. – С. 149.

Статья поступила в редакцию 21.12.2009 г.

SUMMARY

Annually in heat-electric generation plants of Byelorussia in the raw sludge storage is formed about 50-60 tons of waste (a raw sludge of scavenging water). One of directions of complex salvaging of such waste is their using in highway engineering. On the basis of the researches of the content of inorganic waste and bitumen in composition of a road concrete mix is developed the mixing ratio which allows to raise physical-mechanical parameters of an asphaltic concrete (the module of a residual deformation at 50 °C increases for 66 %; a ultimate tension at 0 °C - on 12 %; compression strength at 50 °C - on 16 %). Using of the inorganic waste formed during a water reclamation on thermal power station, in composition of a road concrete mix allows to improve an ecological situation in territory of heat-electric generation plants.