

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

**Лаворенко А.А., Харченко А.С.,  
научный руководитель канд. техн. наук Василовская Г.В.  
Сибирский федеральный университет**

В настоящее время наблюдается непрерывный рост цен на сырьевые и энергетические ресурсы, что приводит к повышению стоимости производства новых строительных материалов. Поэтому актуальной задачей является замена традиционного дорогостоящего сырья на более дешевое, распространенное в данном регионе или на отходы промышленности. Многие отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью, из них можно получить новые качественные строительные материалы.

На сегодня использование промышленных отходов для потребностей строительной индустрии составляет меньше 20% ежегодного объема их образования. Например, в черной металлургии для изготовления строительных материалов разного назначения используется незначительная часть расплавленных шлаков, а большая часть отвалных шлаков не нашла применения. Накопление промышленных отходов приводит к нарушению экологического равновесия и резкому загрязнению окружающей среды. Кроме этого, для хранения отходов необходимо отводить огромные земельные участки, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве и в строительной области.

Цель данной работы заключалась в изучении и использовании промышленных отходов Красноярского края при изготовлении дорожного асфальтобетона. Изучались отходы электродного производства при получении алюминия в г. Красноярске и отвалы «хвосты» нейтрализации Надеждинского металлургического завода г. Норильска. Данные отходы предполагалось использовать в качестве минерального порошка в асфальтобетоне. Для этого проводились исследования этих порошков в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей». Свойства этих порошков в сравнении с требованиями ГОСТ для минеральных порошков марки МП-2 (порошки из некарбонатных горных пород, твердых и порошковых отходов промышленного производства) приводятся в табл. №1.

Таблица 1

Свойства минеральных порошков

Свойства	Порошок электродов	Отвалы «Хвосты»	Требования ГОСТ
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,92	2,95	-
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	1,3	1,82	-
Пористость, %	32,29	38,3	Не более 40
Показатель по битумоемкости, г	37,5	75,4	Не более 80
Содержание водорастворимых соединений, %	0,3	3,4	Не более 6
Влажность, %	0,14	-	Не более 2,5

Как видно из табл.1, по всем показателям минеральные порошки отвечают требованиям ГОСТ Р 52129-2003.

Изучались зерновые составы порошкообразных отходов промышленности. Зерновые составы порошков в сравнении с требованиями ГОСТ Р 52129-2003 приводятся в табл. №2 и №3.

Таблица 2

Зерновой состав порошка электродов

№ сита	Частные остатки, г	Частные остатки, %	Полный остаток, %	Прошло через сито, %	Требование ГОСТа
1,25	0	0	0	0	Не менее 95
0,63	0	0	0	0	
0,315	0	0	0	0	От 80 до 95
0,16	2,15	2,15	2,15	97,85	
0,071	17,9	17,9	20,05	79,95	Не менее 60
0	79,95	79,95	100	0	

Таблица 3

Зерновой состав отвальных «хвостов»

№ сита	Частные остатки, г	Частные остатки, %	Полные остатки, %	Прошло через сито, %	Требование ГОСТа
1,25	-	-	-	-	Не менее 95
0,63	0	0	0	100	
0,315	0	0	0	100	От 80 до 95
0,16	0	0	0	100	
0,071	11,2	11,2	11,2	88,8	Не менее 60
0	88,8	88,8	100	0	

Как видно из таблиц №2 и №3 по зерновому составу минеральные порошки отвечают требованиям ГОСТ.

В качестве мелкого заполнителя для асфальтобетона исследовались гранулированные шлаковые пески – отходы медно-никелевого производства Надеждинского завода г. Норильска.

Свойства песков приводятся в табл. №4, а зерновой состав песков в таблице №5.

Таблица 4

Свойства шлаковых песков

Свойства	Показатели
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,25
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	3,65
Пустотность, %	38,3
Влажность, %	0,2

Таблица 5

## Зерновые составы шлаковых песков

№ сита	Частные остатки, г	Частные остатки, %	Полные остатки, %	Прошло через сито, %
5	9,8	0,98	0,98	99,02
2,5	158	15,8	16,78	83,22
1,25	315,8	31,58	48,35	51,64
0,63	319,5	31,95	80,31	19,69
0,315	118,2	3,53	95,66	4,34
0,071	23,4	2,34	98	2
0	20	2	100	0

В качестве крупного заполнителя в асфальтобетоне применялся щебень Березовского карьера г. Красноярск. Свойства щебня приводятся в табл. №6 а зерновой состав щебня в табл. №7.

Таблица 6

## Свойства щебня

Свойства	Показатели
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,43
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,66
Пустотность, %	46,2
Дробимость, %	5,32
Содержание зерен лещадной и пластинчатой формы, %	7,5

Таблица 7

## Физико-механические свойства свойства щебня

№ сита	Частные остатки, г	Частные остатки, %	Полный остаток, %	Прошло через сито, %
15	343	6,86	6,68	93,14
10	2375	47,5	54,36	45,64
5	2151	43,02	97,38	2,62
2,5	97	1,94	99,32	0,68
1,25	34	0,68	100	0
0	0	0	0	0

На выбранных минеральных заполнителях был рассчитан состав горячего плотного дорожного асфальтобетона типа А, I – ой марки. Расчет состава проводился по предельным кривым для плотных смесей. Количество битума устанавливалось опытным путем при получении наилучших показателей по прочности и водонасыщению. Полученный состав асфальтобетона приводится ниже:

Щебень Березовского карьера г. Красноярск – 56,5%;

Шлаковый песок медно-никелевого завода г. Норильска – 34,8%;

«Хвосты» Надеждинского металлургического завода – 8,7%;

Битум марки БНД 90/130 Ачинского НПЗ – 5,5%.

Разработанный состав асфальтобетона будет внедряться в практику дорожного строительства Красноярского края.