



УДК 625.731:624.138.23

А.И. Брехман, О.Н. Ильина

НОВЫЙ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕФТЯНОГО ШЛАМА

Успешное решение экономических и социальных проблем тесно связано с необходимостью значительного увеличения объемов строительства автомобильных дорог. При этом предусмотрено широкое использование прогрессивных технологий сооружения дорог, эффективных нетрадиционных дорожных конструкций, местных материалов и побочных продуктов производства.

Исходя из экологических и экономических предпосылок, в дорожном строительстве для обработки минеральных материалов дефицитные и относительно дорогие вяжущие используются в минимальных объемах, а основную часть материала составляют отходы и побочные продукты промышленности.

В Республике Татарстан имеются значительные запасы низкопрочных минеральных материалов, которые после специальной обработки органическими и неорганическими вяжущими могут эффективно использоваться при строительстве оснований дорожных одежд на автомобильных дорогах III-V технической категории.

Основным минеральным вяжущим для обработки низкопрочных минеральных материалов на данный момент является относительно ценный портландцемент. Для экономии цемента при устройстве слоев оснований дорожных одежд все чаще используют композиции с применением отходов нефтедобывающей, энергетической и других видов промышленности.

Побочные продукты и отходы разных отраслей народного хозяйства вводят в качестве добавок и реагентов, повышающих строительно-технические свойства обработанных материалов. Такие технологии строительства автомобильных дорог одновременно решают проблему утилизации отходов.

Перспективным представляется использование для этих условий отхода нефтедобывающей промышленности - нефтяного шлама. Масштабы образования нефтяного шлама достаточно велики: ежегодно в стране накапливается 600 тыс. т этого отхода, в настоящее время скопилось более 4,5 млн. т нефтяного шлама. Из всего объема реально утилизируется только 0,5 % образующегося нефтяного шлама.

На нефтяных промыслах Татарстана запасы нефтяного шлама продолжают увеличиваться. Так, только на 2005 г. объемы всех видов нефтесодержащих отходов составили 250 тыс. т, а ежегодный прирост - 25-50 тыс. т.

Основная масса отходов сбрасывается в пруды-накопители, занимающие большие территории, что исключает их из рационального землепользования и является источником значительного загрязнения окружающей среды.

В таких условиях разработка новых, перспективных способов утилизации нефтяного шлама приобретает государственное и народнохозяйственное значение и является актуальной задачей.

В соответствии с Программой развития и совершенствования дорожной сети в Республике Татарстан до 2005 года в Институте транспортных сооружений КГАСУ проведены исследования возможности применения местных минеральных материалов, обработанных нефтяным шламом и другими добавками, в конструкциях дорожных одежд.

В работе использованы в качестве минеральных материалов карбонатные породы Казанского и Татарского ярусов, представляющие собой напластования неоднородных по прочности известняков. Некондиционные щебеночные смеси мало пригодны для устройства несущих слоев дорожных одежд без специальных мероприятий по улучшению их качеств. Для укрепления щебеночных смесей применен портландцемент М400 Ново-Ульяновского завода, ГОСТ 10178-85 (ПЦ 400-ДО-Н). Для проведения лабораторных исследований использованы нефтяные шламы из прудов-отстойников АО "Татнефть" (р.п. Карабаш), а также с установки для переработки нефтяного шлама. В составе нефтяного шлама содержание нефти изменялось в пределах 0,5-8%, воды - до 30%, механических примесей - до 7%. В органической части нефтяного шлама содержались масла - 50-90%, парафин - 3-6%, смолы и асфальтены - 3-16%.

Исследования проведены по стандартным методам подготовки и испытания образцов в соответствии с ГОСТ 23558-94, ГОСТ 10060-87, ГОСТ 30491-97, ГОСТ 12801-98. Основные результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Наблюдается улучшение практически всех физико-механических показателей обработанных щебеночных материалов при введении добавок нефтяного шлама. Для щебней марок М200 и М400 оптимальное количество вяжущего цемента составляет 8%, а добавки нефтяного шлама - 15% и 10%, соответственно.



Таблица 1

№ состава	Состав смесей, масс. ч.			Физико-механические показатели составов обработанных материалов в возрасте 28 сут.						
	Щебень марки	Цемент	Нефть-шлам	Плотность, г/см ³	R ^{вод} , МПа	R ^{сух} , МПа	R ⁵⁰ , МПа	Коэф. водостойкости	Водонасыщение	Набухание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	M200 100	4	0	2,02	0,69	0,82	-	0,84	19,93	1,33
2		12	0	1,98	1,28	1,56	-	0,82	21,41	1,19
3		12	15	2,13	1,92	2,13	1,46	0,90	0,13	0,06
4		4	15	2,14	1,45	1,73	0,69	0,84	0,36	0,33
5		8	5	2,06	0,96	1,20	-	0,80	11,83	0,70
6		8	10	2,09	1,40	1,65	1,66	0,85	1,36	0,27
7	M400 100	4	10	2,19	2,65	2,86	2,24	0,93	0,40	0,21
8		8	10	2,17	3,62	3,92	3,06	0,92	0,29	0,22
9		8	15	2,26	2,04	2,09	1,53	0,98	0,29	0,19
10		4	15	2,23	1,58	1,76	1,02	0,90	0,33	0,05
11		6	12,5	2,19	2,26	2,34	1,42	0,97	0,39	0,15
12		8	5	2,15	2,33	3,25	-	0,72	7,15	0,53
13		4	0	2,12	1,04	1,60	-	0,65	13,63	1,00
14		8	0	2,14	2,03	3,17	-	0,64	13,11	0,86

Важнейшим нормативным показателем обработанных материалов является морозостойкость. Согласно ГОСТ 23558-94 для Татарстана рекомендуемая марка по морозостойкости - F15 (число циклов замораживания-оттаивания, при котором прочность снижается не более чем на 25%). Испытания на морозостойкость показали, что заданная марка по морозостойкости не может быть обеспечена без введения специальных химических добавок. Далее в результате поисковых экспериментов было установлено, что в качестве такой эффективной химической добавки может быть использован сульфат железа FeSO₄, который значительно повышает морозостойкость обработанных материалов по сравнению с добавками ОП-6, NaCl и другими.

При вычислении модуля упругости, который определяли путем измерения упругих деформаций образцов-цилиндров на приборе стабилометре СТП 80/38, установлено увеличение деформативности обработанных материалов с добавкой нефтешлама по сравнению с контрольными образцами без добавки нефтешлама. Модуль упругости минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой нефтешлама, изменялся в зависимости от содержания цемента и нефтешлама и составлял 300 550 МПа.

В соответствии с ГОСТ 23558-94 и ГОСТ 30491-97 для строительства автомобильных дорог и аэродромов обработанные материалы и грунты, в зависимости от значения суммарной удельной активности естественных радионуклидов ($A_{эфф}$), могут использоваться: без ограничений при $A_{эфф}$ до 740 Бк/

кг. Для определения безопасности минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой нефтешлама, были проведены исследования его на универсальном радиометре-спектрометре РСУ Сигнал № 025-А-Б-Г. Полученный результат $A_{эфф} = 675,1$ Бк/кг свидетельствует о том, что исследуемый материал соответствует требованиям ГОСТ.

Также были проведены анализы водных вытяжек из образцов смесей на содержание нефти и нефтепродуктов, свинца и ХПК. Результаты испытаний подтвердили их соответствие нормативным требованиям ОДН 21.8.5.016-2002. Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги, это свидетельствует об эффективном обезвреживании нефтешлама принятым способом их утилизации.

Для получения достаточно однородного материала, характеристики которого в значительной степени зависят от дозировки нефтешлама и его состава, необходимо добиться равномерного распределения составляющих нефтешлама в пределах каждого подготавливаемого к утилизации пруда. Наиболее однородным по составу и свойствам нефтешлам был получен после его предварительной подготовки на нефтешламовой установке НШУ-1 АО "Татнефть" путем отделения механических примесей и воды.

Опытно-производственное внедрение результатов исследований показало, что приготовление минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой нефтешлама, может осуществляться в серийно выпускаемых



Таблица 2

Наименование показателей	Требования ГОСТ 30491-97	Физико-механические показатели для обработанных материалов	
		со щебнем М200	со щебнем М400
Прочность на сжатие, МПа, не менее при температуре 20 ⁰ С 50 ⁰ С	1,4 0,5	1,4-1,92 0,69-1,66	1,76-3,92 1,02-3,06
Водонасыщение, %, не более	10	0,13-1,36	0,29-0,40
Набухание, %, не более	2	0,06-1,33	0,05-0,22
Водостойкость, не менее	0,60	0,8-0,9	0,9-0,98

установках периодического действия с принудительным перемешиванием. При этом к асфальтосмесительной установке дополнительно должны быть предусмотрены: подача воды к смесителю путем введения в технологическую линию водопровода и дозатора воды, а также емкость для химической добавки и механизмы для ее подачи и дозирования.

Для строительства опытного участка смесь готовили в асфальтосмесительной установке ДС-185. Транспортирование смеси осуществлялось автосамосвалами КАМАЗ-5510, разравнивание смеси автогрейдером ДЗ-98. Для достижения оптимальной влажности смеси осуществляли розлив воды поливо-моечной машиной в количестве 10 л/м², уплотнение конструктивного слоя производили пневмокатком при 4-6 проходах по 1 следу и гладковальцевым катком - при 4 проходах по 1 следу. Уход за слоем основания осуществлялся путем розлива битумной эмульсии при ее расходе 0,8-1,2 л/м².

Из результатов исследований следует, что при использовании разных марок щебня (М200, М400), различного количества цемента и нефтешлама получены материалы марки по прочности М10, М20 и по морозостойкости - марки F10, F15, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 23558-94 и ГОСТ 30491-97 (табл. 2).

Примечание. Результаты приведены для составов обработанных материалов с содержанием цемента в количестве 4-12%, нефтешлама в количестве 5-15% (от массы минерального материала).

Полученные результаты позволяют рекомендовать щебеночные смеси, обработанные цементом с добавкой нефтешлама, в следующих конструктивных элементах автомобильных дорог:

1. В верхних и нижних слоях оснований нежестких дорожных одежд усовершенствованного капитального или облегченного типа с асфальтобетонным или чернощебеночным покрытием.

2. В дорожных одеждах переходного (низшего) типа с устройством поверхностной обработки или грунтового защитного слоя на автомобильных дорогах и площадках с низкой интенсивностью движения (до 100 авт/сут).

3. В краевых укрепительных полосах, а также для укрепления обочин.

4. В качестве капилляропрерывающих морозозащитных слоев.

Экономическая эффективность применения минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой нефтешлама, состоит в возможности предотвращения экологического ущерба, причиняемого шламовыми прудами, и составляет около 195,5 млн. рублей в год. Введение добавки нефтешлама позволяет снизить расход основного вяжущего португандцемента - на 30-50% по сравнению с традиционными цементощебеночными смесями. Это составляет, в среднем, 41,2т или 18 296,51 руб. экономии на 1км автомобильной дороги. Только по Республике Татарстан экономия может составить 4 775 388,5 руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные дороги: одежды из местных материалов: Учебное пособие для вузов / А.К.Славуцкий, В.К. Некрасов, Г.А. Рамаданов и др.; Под ред. А.К. Славуцкого 3 изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1987. - 255 с.
2. Строительство дорожных одежд низкой стоимости с основаниями из укрепленных грунтов и тонкослойными покрытиями. //Обзорная информация. Под ред. В.М. Ольховикова. М.: Информавтодор, 2003. - 84 с.
3. Фассахов Р.Х. Проблемы утилизации нефтешламов на промыслах: Дис. ... канд. техн. наук. Казань, 1997. - 117 с.
4. ГОСТ 30491-97. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия М.: МНТКС, 1997. - 21 с.