

УДК 625.85

**А.И. Брехман** – доктор технических наук, профессор

**О.Н. Ильина** – кандидат технических наук, доцент

**А.А. Трифонов** – кандидат технических наук

E-mail: [trifonov@kgasu.ru](mailto:trifonov@kgasu.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

## **ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ НЕФТЯНЫХ ШЛАМОВ**

### **АННОТАЦИЯ**

Сотрудниками Института транспортных сооружений выполнены научно-исследовательские работы по разработке конструкций дорожных одежд сельских автомобильных дорог и технологий по их строительству. Республика Татарстан не обеспечена местными высокопрочными каменными материалами, поэтому в конструкциях дорожных одежд рекомендуется использовать малопрочные каменные материалы и грунты, комплексно стабилизированные органическим или неорганическим вяжущими и различными химическими добавками, а также отходами промышленности. В юго-восточных районах РТ сконцентрированы значительные объемы отходов нефтяной промышленности – нефтяные шламы. Проведенные исследования по использованию нефтяных шламов в качестве модифицирующей добавки для обработки малопрочных каменных материалов дали положительные результаты.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нефтяные шламы, малопрочные каменные материалы, строительство автодорог.

**A.I. Brekhman** – doctor of technical sciences, professor

**O.N. Ilyina** – candidate of technical sciences, associate professor

**A.A. Trifonov** – candidate of technical sciences

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

## **ORGANIC-MINERAL MIXTURES ON THE BASIS OF OIL SLUDGE**

### **ABSTRACT**

Employees of Institute of transport constructions performed research works on working out of designs of road clothes of rural highways and technologies on their building. The Republic of Tatarstan is not provided by local high-strength stone materials, therefore in designs of road clothes it is recommended to use less-strong stone materials and soil, in a complex stabilized organic or inorganic knitting and various chemical additives, and also an industry waste. In southeast areas of RT considerable volumes of a waste of a petroleum industry – oil sludge are concentrated. The carried out researches on the use of oil sludge as the modifying additive for processing less-strong stone materials have brought positive results.

**KEYWORDS:** petroleum wastes, less-strong stone materials, building of motorways.

В Республике Татарстан на сегодня около 900 сельских населенных пунктов не имеют связи с сетью автомобильных дорог общего пользования дорогами с твердым покрытием. С целью обеспечения полной транспортной доступности населенных пунктов Республики Татарстан заложен перевод дорог с низшим и переходным типами покрытий в облегченный асфальтобетонный тип путем проведения капитального ремонта, реконструкции и нового строительства. В качестве приоритетного показателя, регулирующего очередность проведения работ по устройству подъездов к населенным пунктам, выбрана численность их населения.

При активном участии профессорско-преподавательского состава Института транспортных сооружений КазГАСУ утверждена Законом Республики Татарстан от 3.08.2006 г. № 64-ЗРТ «Программа развития транспортного комплекса Республики Татарстан на 2006-2010 гг.», а также разработан проект программы «Развитие сети автомобильных дорог на территории Республики Татарстан на 2008-2012 годы и перспективы развития до 2017 года». И одним из важнейших приоритетов в этой Программе является обеспечение сельских населенных пунктов круглогодичной связью с дорогами общего пользования.

В рамках реализации данных программ сотрудниками института выполнены научно-исследовательские работы по разработке эффективных современных конструкций дорожных одежд сельских автомобильных дорог Республики Татарстан и технологий по их строительству.

На первом этапе был проведен анализ сырьевой базы местных природных материалов и производственных мощностей дорожно-строительного комплекса Республики Татарстан, на основе которого составлены соответствующие карты-схемы. Сырьевая база республики, с учетом дальнейшего ее развития, для производства дорожных работ достаточна, но неравномерно развита по районам. На территории республики практически отсутствуют залежи строительного камня высокой прочности. В связи с этим при строительстве сельских автомобильных дорог рекомендуется использование местных минеральных материалов с обязательной их обработкой вяжущими и добавками. В районах, где отсутствуют каменные материалы, в конструкциях дорожных одежд используются местные грунты, комплексно стабилизированные органическим или неорганическим вяжущими и различными химическими добавками, а также отходы промышленности.

Снижению стоимости строительства сельских автомобильных дорог может способствовать устройство оснований из шлаков, шлакоминеральных композиций и шлакобетонов, которые позволяют максимально использовать местные материалы и снизить или вообще отказаться от введения дорогостоящих вяжущих. Так, в 2008 году ОАО «Алексеевскдорстрой» были выполнены опытно-производственные работы по устройству четырех типов дорожной одежды из шлакоминеральных смесей на автомобильные дороги IV категории «Старые Матаки – Абдул Салманы» в Алькеевском районе Республики Татарстан. В настоящее время на данном участке осуществляется движение и производится наблюдение за состоянием дорожной одежды.

К возможности использования нефтяных шламов в строительной отрасли обращались многие исследователи. Нефтяные шламы – отходы нефтяной промышленности, имеющиеся в нашей республике.

В настоящее время объемы всех видов нефтесодержащих отходов на юго-востоке Республики Татарстан составляют более 200 тыс. т, ежегодный прирост составляет 25 тыс. т. Всего же по стране, по отраслевым данным, скопилось около 4,5 млн. т нефтешламов. Основная масса отхода сбрасывается в пруды-накопители, занимающие большие территории, что исключает их из рационального землепользования и является источником значительного загрязнения окружающей среды. Утилизация нефтешламов, содержащих в своем составе те же компоненты, что и исходная нефть, представляется, по нашему мнению, весьма перспективной для нужд дорожного хозяйства (табл. 1, 2, 3, 4).

Отсутствие опыта применения нефтяных шламов в строительстве дорог, в том числе сельских и промысловых, требует проведения широкомасштабных исследований. В Институте транспортных сооружений молодые ученые проявили большой энтузиазм, выполнив достаточно большой объем исследований о возможности использования нефтешламов в конструкциях дорожных одежд.

Таблица 1

**Усредненный состав сырой тяжелой нефти РТ**

Содержание, % масс				
Асфальтены	Смолы	Парафины	Сера	Летучие фракции
5.5	20	4	2	58.4

Таблица 2

**Состав жидких нефтешламов**

Место отбора	Вода, %	Асфальтены, %	Парафины, %	Смолы, %	Масла, %	Нерастворимый остаток (после экстракции)	Минеральный остаток, %
Пруд	22,76	4,21	6,07	14,04	49,45	2,89	0,58

Таблица 3

**Состав твердых нефтешламов**

Содержание, % масс					
Асфальтены	Смолы	Парафины	Непредельные углеводороды	Вода	Механические примеси
1,5-4,0	4,0-7,0	20,0-50,0	6,0-10,0	2,0-10,0	40,0-60,0

Таблица 4

**Состав битума БНД 90/130 из нефти РТ**

Содержание, % масс					
№ партии	Асфальтены	Смолы	Парафины	Механич. примеси	Ароматич. соединения, фракции с T>300 °С
1	16.95	13.31	10.26	0.1	59.38
2	17.13	11.5	9.19	0.0	62.18

Как видно из таблиц, в жидких и особенно в твердых нефтешламах углеводородная составляющая значительно ниже, чем в битумах (табл. 4). Поэтому исследованию подвергались жидкие и твердые нефтешламы с точки зрения возможности их использования в качестве добавок для укрепления минеральных материалов и грунтов.

Экспериментально исследованы строительно-технические свойства минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой жидкого нефтешлама, такие как: плотность, прочность на сжатие сухих и водонасыщенных образцов при температуре 20 °С, 50 °С, коэффициент водостойкости, водонасыщение, набухание, морозостойкость, кинетика твердения материала и др. Исследованиями установлено, что введение добавок нефтешлама позволяет существенно снизить водонасыщение и набухание материала, увеличить прочность в 1,50-2,55 раза с одновременным снижением расхода цемента до 50 %. Наилучшие показатели свойств получены при расходе цемента 4-8 % и добавок нефтешлама для щебня М200 – 15 %, для щебня М400 – 10 % (табл. 5).

Таблица 5

**Физико-механические показатели материалов**

Наименование показателей	Требования ГОСТ 30491	Физико-механические показатели материалов, обработанных комплексным вяжущим		
		Нефтешламом и цементом*		Нефтешламом и известью*
		Щебень М200	Щебень М400	Щебень М200
Прочность на сжатие МПа, не менее при температуре 20 °С, 50 °С	1,4 0,5	1,4-1,92 0,69-1,66	1,76-3,92 1,02-3,06	1,50-4,10 1,60-1,90
Водонасыщение, % не более	10	0,13-1,36	0,29-0,40	0,34-3,05
Набухание, % не более	2	0,06-1,33	0,05-0,22	0,12-0,95
Водостойкость, не менее	0,60	0,8-0,9	0,9-0,98	0,72-0,96

Установлено, что наиболее эффективным видом химической добавки для обеспечения требуемой марки по морозостойкости обработанного материала является сульфат железа в количестве 1-2 % от массы цемента [1].

Определена область применения обработанных материалов в конструкциях дорожных одежд: в зависимости от расхода и добавок нефтешлама. Разработаны практические рекомендации по технологии приготовления минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой нефтешлама, и их применению для строительства оснований дорожных одежд.

Определены экологический и экономический эффекты применения результатов исследований. В настоящее время зона активного заражения от нефтешламовых прудов АО «Татнефть» (р.п. Карабаш) составляет 416 га, валовый выброс вредных веществ в атмосферу составляет 415,8 кг/ч. Ожидаемая экономия строительной стоимости при сокращении количества цемента на 30-50 % составляет 41,2 т на 1 км дороги. В целом же экономический эффект достигается значительный. Исследована и дана оценка экологических характеристик материалов, содержащих нефтешламы. Расчет интегрированного показателя состояния среды по методике ОДН 218.5.016-2002 показал, что производство работ по устройству дорожных одежд из органоминеральных смесей с применением нефтешламов разрешается при выполнении защитных экологических мероприятий.

Использование твердых нефтешламов приводит к улучшению физико-механических свойств материалов (грунтов и каменных материалов) с цементом или известью. Исследования показали, что

добавки извести положительно влияют на водно-физические и прочностные свойства смесей. Оптимальное содержание извести в смесях составляет – 6-8 %, НШ – 12-14 % от объема минеральных материалов (табл. 5).

При поиске противоморозных компонентов выбор был остановлен на битуминозных песчаниках, имеющих химическое сродство с твердыми нефтешламами. Использование битуминозного песчаника к органоминеральным смесям существенно повысило морозостойкость смесей. В частности, 30 %-ая добавка битуминозного песчаника повысила морозостойкость материала до 50 циклов [2].

Разработанные материалы по своим физико-механическим и деформативным свойствам могут быть рекомендованы для строительства дорог III, IV, V категорий к сельским населенным пунктам в качестве верхних и нижних слоев оснований, дополнительных слоев, водонепроницаемых прослоек земляного полотна с обязательным устройством поверхностной обработки или асфальтобетонного покрытия (рис.).

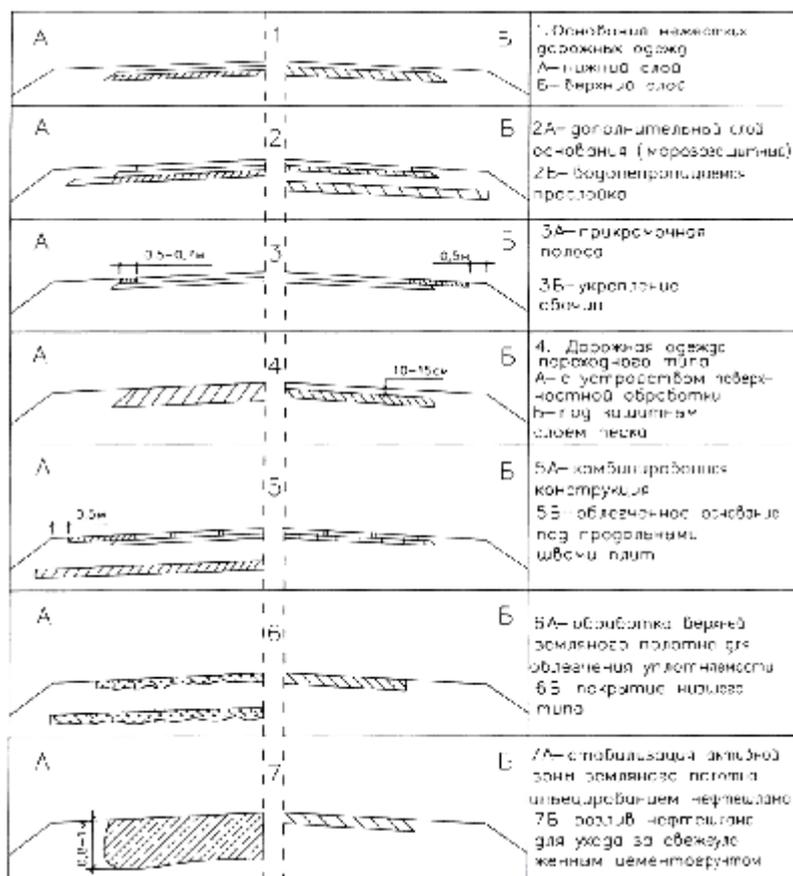


Рис. Область применения органоминеральных смесей на основе нефтяных шламов

Осуществлена опытная производственная проверка по производству укрепленных слабопрочных материалов с использованием нефтешламов на функционирующем АБЗ в Альметьевске. Сезонные наблюдения за состоянием дорожной одежды и испытания проб материалов, отобранных с участка, подтвердили положительные результаты лабораторных исследований.

По результатам исследований получены 3 патента на составы и устройство оснований из укрепленных грунтов и минеральных материалов с использованием нефтешламов.

Однако, проведенные исследования по использованию нефтешламов в конструкциях дорожных одежд – это только начало той большой исследовательской и практической работы, которую мы осуществляли. Вместе с тем, имеются вопросы технического, технологического и организационного порядка, решение которых позволит использовать нефтяные шламы в промышленном масштабе.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брехман А.И., Хабибуллина Э.Н., Ильина О.Н., Фомин А.Ю., Трифонов А.А. Перспективы применения нефтешламов в дорожном строительстве Республики Татарстан // Сб. научных трудов «Современные научно-технические проблемы транспортного строительства». – Казань: КазГАСУ, 2007. – С. 161-162.
2. Брехман А.И., Хабибуллина Э.Н., Трифонов А.А. Композиционные материалы с применением нефтешламов // Наука и техника в дорожной отрасли, 2005, № 4. – С. 27-28.