



УДК 625.85.06

**БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ,  
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОТХОДАМИ НЕФТЕХИМИИ****BITUMEN BINDERS MODIFIED  
WITH PETROCHEMICAL WASTE****Крыгина Анна Сергеевна**

магистрант кафедры  
химической технологии переработки нефти и газа,  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
annakrygina1999@gmail.com

**Емельянычева Елена Анатольевна**

кандидат технических наук, доцент, доцент  
кафедры химической технологии переработки нефти и газа,  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
emelyanychevaea@fnnh.ru

**Абдуллин Аяз Ильнурович**

кандидат технических наук, доцент  
Заведующий кафедрой промышленной безопасности  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский тех-  
нологический университет»  
ayaz\_abdullin@kstu.ru

**Аннотация.** В статье приведен обзор способов модификации битумных вяжущих, в частности полимерными отходами нефтехимии. Рассмотрены такие отходы как полиэтилентерефталат, полиэтилен и полипропилен вторичного использования, резиновая крошка, нефтешламы и низкомолекулярный полиэтилен.

**Ключевые слова:** битум, отходы нефтехимии, модификация.

**Krygina Anna Sergeevna**

Master's Degree Student  
of Chemical Technology of Petroleum  
and Gas Processing Department,  
Kazan National Research  
Technological University  
annakrygina1999@gmail.com

**Emelyanycheva Elena Anatolevna**

Ph.D. in Technological Sciences,  
Associate Professor, Associate Professor  
of Chemical Technology of Petroleum  
and Gas Processing Department,  
Kazan National Research  
Technological University  
emelyanychevaea@fnnh.ru

**Abdullin Ayaz Ilnurovich**

Ph.D. in Technological Sciences,  
Associate Professor,  
Head of the Department of Industrial Safety,  
Kazan National Research  
Technological University  
ayaz\_abdullin@kstu.ru

**Annotation.** The article provides an overview of the methods of modification of bitumen binders, in particular polymer petrochemical waste. Such wastes as polyethylene terephthalate, recycled polyethylene and polypropylene, rubber chips, oil sludge and low molecular weight polyethylene are considered.

**Keywords:** bitumen, petrochemical wastes, modification.

Качество современных автомобильных дорог – важнейший показатель, необходимый для создания безопасной и надежной инфраструктуры нашей страны. К дорожному полотну предъявляются строгие требования, определяющие ее нормативную эксплуатацию на протяжении всего межремонтного периода работ: высокие морозостойкие и теплостойкие свойства, достаточная прочность, сдвиго-, трещино- и водостойчивость при сохранении показателей пластичности и эластичности. Как известно, для строительства большей части автомобильных дорог используются асфальтобетонные композиционные материалы, главным компонентом которых является стабильное битумное вяжущее. Однако непрерывный рост транспортных нагрузок наряду с влиянием климатических условий приводит к преждевременному разрушению дорожных, мостовых и других асфальтобетонных покрытий, образуются колеи и усталостные трещины – срок службы пользования снижается. Одним из возможных способов поддержания срока службы таких покрытий является изменение структуры и свойств битума, например, его модификация различными добавками.

Полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) отличаются от обычного битума повышенными показателями эластичности, температурного интервала работоспособности, трещиностойкости (температурой хрупкости) и теплостойкости (температурой размягчения). Так, объем производства ПБВ в 2020 году в РФ составил порядка 700 тысяч тонн, что почти в три раза больше по состоянию на 2015 год, доля ПБВ в общем объеме производства битума составила 9,9 % [1]. Из анализа рынка модифицированных вяжущих можно сделать заключение, что тенденция к росту производства ПБВ будет так же стабильно расти в связи с реализацией различных государственных программ и проектов по развитию транспортной системы РФ.



На сегодняшний день на рынке представлен достаточно широкий ассортимент модификаторов и добавок, улучшающих качество дорожного асфальтобетонного покрытия. При этом себестоимость такого полимер – модифицированного битума достаточно высока за счет того, что используются промышленно выпускаемые полимеры. Актуальным в дорожном строительстве является вопрос снижения себестоимости вяжущего за счет вовлечения в состав битумных композиций более дешевых добавок, которыми могут выступать различные отходы нефтяной и нефтехимической промышленности [2].

В настоящее время объем образования пластиковых отходов в России составляет более 3 млн тонн. Рациональное использование полимерных отходов актуально не только с точки зрения экологических аспектов, но и в связи с нарастающим дефицитом первичного полимерного сырья и высокой его стоимостью. В связи с этим, потенциальным модификатором битумного вяжущего может выступать полиэтилентерефталат (ПЭТ) [3], соединение, используемое для производства бутылок. Для проведения модификации пластик был предварительно измельчен и растворен в подходящем растворителе, который в последствии выделился в виде нетоксичных паров. Битум марки 60/90 был подвергнут модификации с получением нескольких образцов разных концентраций добавок. У модифицированных битумов были выявлены улучшения температурно-прочностных свойств.

В качестве отличных модифицирующих добавок зарекомендовали себя и другие виды пластика: отходы полиэтилена и полипропилена. В работе [4] ПБВ на основе вторичного полиэтилена низкого давления получило существенные улучшения структурно-механических свойств, пониженную себестоимость. А в работе [5] вяжущее, модифицированное полипропиленом показало наилучшие по сравнению с другими полимерами морозостойкие свойства.

Была изучена возможность использования в качестве модификатора битума отходов шинной промышленности – резиновой крошки [6]. Была предложена методика, которая заключается в проведении двухстадийного процесса модификации пластифицированного битума при температуре технологического процесса более 200 °С. В результате определено, что частицы резиновой крошки придают повышенную температурную устойчивость и эластичность модифицированным вяжущим.

Предложен способ утилизации отходов, образующихся при добыче, транспортировке, переработке и хранении нефти – так называемых «нефтешламов» [7]. Каждый год в России образуется до 7 млн тонн нефтешламов, однако утилизации подвергается не более десятой ее части. Нефтешламы по составу схожи с битумами, поэтому его вовлечение в состав модификатора ПБВ может быть рассмотрено как один из оптимальных способов достижения определенного экологического (сокращение промышленных отходов) и экономического эффекта (более низкая стоимость по сравнению с полимерными модификаторами). ПБВ на основе нефтешламов, инертизированных отходами полиэтилена показали повышение теплостойкости и твердости по сравнению с исходным битумом.

В ряду случаев, существует потребность в определении возможности применения побочных продуктов переработки нефти и газа в виду их небольшого объема производства и нестабильного состава. К такой продукции можно отнести низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ). Была оценена возможность использования НМПЭ как модифицирующую добавку для получения ПБВ высокого качества [8]. Был найден концентрационный порог его введения для пластификации или структурирования дисперсной системы битума. Установлено, что добавление к битуму НМПЭ приводит к повышению его пенетрации и растяжимости при 25 °С, при этом наблюдалось снижение температур хрупкости и размягчения.

Таким образом, была проанализирована возможность вовлечения различных полимерных продуктов и отходов в дорожные битумы с целью установления способа их рациональной утилизации. Приведенные в работе примеры подтверждают эту возможность также с точки зрения эксплуатационных характеристик полученных ПБВ на их основе. В целом, модифицирование вяжущих асфальтобетона такого рода добавками является также перспективным направлением, увеличивающем долговечность и снижающем стоимость строительства автомобильной сети дорог.

### Литература:

1. Орлов Д.В. Рынок битума. Качество битума. Цена битума // Доклады 2021. Межотраслевая конференция «PRO Битум и ПБВ». – 2021. – URL : <https://www.bitumconference.ru/report>.
2. The utuluzation of oil-containing wastes in bitumen road compositions / R.N. Akhmetzanova [et al.] // Химия. Экология. Урбанистика: Материалы Всерос. научно-практ. Конф. – Пермь, 2020. – Т. 2. – С. 231–235.
3. Проваторова Г.В. Экологические аспекты модификации битума // Умные композиты в строительстве. – 2021. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 47–52.
4. Подбор оптимального полимерного модификатора для получения полимерно-битумного вяжущего на основе отечественных битумов / К.К. Сырманова [и др.] // Вестник науки Южного Казахстана. – 2021. – № 1. – С. 55–63.
5. Новые полимерно-битумные вяжущие на основе БНД 70/100 / Н.П. Котенко, Ю.С. Щерба, А.С. Евфорицкий // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2019. – № 2. – С. 98–102.



6. Иванов С.А. Перспективы применения битума модифицированного резиновой крошкой при двухстадийном технологическом процессе // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2020. – Т. 47. – С. 131–143.
7. Емельянычева Е.А., Ахметзанова Р.Н., Федотова Н.А. Эффективная и безопасная утилизация нефтешламов // Нефть и газ: технологии и инновации: материалы Национальной научно-практической конференции. – 2020. – Т. 3. – С. 39–41.
8. Проценко М.Ю. Влияние низкомолекулярного полиэтилена на свойства дорожного нефтяного битума // Scientific Cooperation Center «Interactive Plus». – 2018. – С. 1–4.

### References:

1. Orlov D.V. Bitumen market. The quality of bitumen. The price of bitumen // Reports 2021. Intersectoral conference «PRO Bitumen and PBB». – 2021. – URL : <https://www.bitumconference.ru/report>.
2. The utilization of oil-containing wastes in bitumen road compositions / R.N. Akhmetzanova [et al.] // Chemistry. Ecology. Urban studies: Materials of All-Russian scientific and practical. Conf. – Perm, 2020. – Vol. 2. – P. 231–235.
3. Provatorova G.V. Ecological aspects of bitumen modification // Smart composites in construction. – 2021. – Vol. 2. – Issue 1. – P. 47–52.
4. Selection of the optimal polymer modifier for obtaining polymer-bitumen binder based on domestic bitumen / K.K. Syrmanova [et al.] // Bulletin of Science of Southern Kazakhstan. – 2021. – № 1. – P. 55–63.
5. New polymer-bitumen binders based on BND 70/100 / N.P. Kotenko, Y.S. Shcherba, A.S. Evforitsky // Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Technical sciences. – 2019. – № 2. – P. 98–102.
6. Ivanov S.A. Prospects for the use of bitumen modified with rubber chips in a two-stage technological process // Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical sciences. – 2020. – Vol. 47. – P. 131–143.
7. Emelianecheva E.A., Akhmetzanova R.N., Fedotova N.A. Efficient and safe disposal of oil sludge // Oil and gas: technologies and innovations: materials of the National Scientific and Practical Conference. – 2020. – Vol. 3. – P. 39–41.
8. Protsenko M.Yu. The influence of low-molecular polyethylene on the properties of road oil bitumen // Scientific Cooperation Center «Interactive Plus». – 2018. – P. 1–4.