

9. Свердлова, О.Л. Математическое моделирование затухания автоколебаний адсорбции кислорода на неоднородной поверхности с использованием стохастического подхода / О.Л. Свердлова, Н.Н. Добрынина,

Л.Г. Евсевлеева, Н.Н.Туркина. – Текст: непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование Иркутск. – 2015. – № 4. – С. 88-91.

УДК 665.775 : 658.567.1

*Семёнова Марина Алексеевна,*  
к.т.н., доцент кафедры «Химическая технология топлива»,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
e-mail: pm888@mail.ru  
*Семёнов Иван Александрович,*  
к.т.н., доцент, e-mail: semenovia.chem@yandex.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В КАЧЕСТВЕ ПРИСАДОК К БИТУМАМ

*Semenova M.A., Semenov I.A.*

### APPLICATION OF PETROCHEMICAL WASTES AS ADDITIVES TO BITUMEN

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности применения отходов нефтехимических производств в качестве присадок для битумных материалов.

**Ключевые слова:** битумы, присадки, отходы производства, ресурсосбережение.

**Abstract.** The possibilities of using petrochemical wastes as additives to bituminous materials were discussed.

**Keywords:** bitumen, additives, petrochemical wastes, resource saving.

Битумы – это один из важнейших продуктов вторичной нефтепереработки. Они представляют собой высоковязкие жидкости черного или темно-бурого цвета. Они применяются в качестве связующих материалов в строительстве дорог (дорожные битумы), зданий и сооружений (строительные и гидроизоляционные битумы) [1-4].

По своему составу битумы представляют собой смесь тяжелых (высокомолекулярных) углеводородов различной природы. В основном в их составе содержатся [5]:

1) асфальтены – твердые компоненты битумов с наибольшей молекулярной массой. Как правило, представляют собой полиядерные ароматические соединения. Отличаются хрупкостью и тугоплавкостью;

2) асфальтогеновые кислоты – производные асфальтенов, обладающие кислотными свойствами;

3) смолы – высоковязкие аморфные малолетучие высокомолекулярные вещества. Так же, как и асфальтены, имеют полиядерную ароматическую структуру и могут содержать гетероатомные группы и соединения металлов;

4) масла – компоненты битумов, об-

ладающие наименьшей молекулярной массой. Они представляют собой вязкие жидкости и могут содержать алифатические, нафтеновые, моно- и полиароматические соединения различной структуры;

5) карбены – высокомолекулярные производные двухвалентного углерода, отличающиеся высокой реакционной способностью. Представляют собой продукты термической деструкции асфальтенов;

6) карбоиды – высокомолекулярные соединения нефти, отличающиеся трехмерной структурой, близкой к углям или коксу. Содержатся в тяжелых нефтяных остатках в относительно небольших количествах.

Соотношение данных компонентов определяет, в первую очередь, свойства получаемого битума:

1) твердость (характеризуется глубиной проникания иглы в образец);

2) вязкостно-температурные характеристики (вязкость, температура размягчения по методу кольца и шара, температура хрупкости);

3) растворимость в углеводородных растворителях и нерастворимость в воде;

4) адгезионные характеристики (ад-

гезия, водостойкость);

5) прочностные характеристики (прочность, эластичность, растяжимость).

Основу для товарных битумов получают из тяжелых нефтяных остатков (остатки от перегонки нефти, крекинг-остатки, гудроны) различными способами [3, 6]:

- 1) глубокая вакуумная перегонка;
- 2) деасфальтизация различными экстрагентами;
- 3) окисление воздухом при высокой температуре.

Ввиду низкого качества исходного нефтяного сырья [7] свойства получаемой основы для битумов зачастую оказываются хуже, чем требуемые по ГОСТ или по заданию заказчика, например, для производства битумов специального назначения [8]. Поэтому полученную основу направляют на стадию компаундирования, где ее смешивают с различными добавками или присадками.

Существует несколько основных типов присадок:

- 1) модификаторы прочностных свойств;
- 2) адгезионные;
- 3) влияющие на температурные свойства;
- 4) эмульгаторы и стабилизаторы битумной композиции.

Как правило, в качестве присадок используются специально синтезируемые продукты нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Например, согласно [2] в качестве таких добавок могут использоваться нефтепродукты с меньшей по сравнению с битумами вязкостью – гудроны, мазуты, тяжелые масла. Это позволяет снижать вязкость битумов, а также повышать их растворимость.

Другим распространенным классом присадок к битумам являются полимерные соединения. Среди них в первую очередь, большое распространение получили присадки на основе различных эластомеров [9]. Они придают битуму эластичность и упругость. Кроме того, битумы, модифицированные каучуком (в определенном соотношении), отличаются хорошей морозоустойчивостью и влагостойкостью.

С учётом того, что все эти добавки представляют собой товарные продукты, и их количество в составе конечной битумной композиции может составлять до 50 % масс., их применение может негативно сказываться

на экономической эффективности производства.

Одним из распространенных вариантов решения данной проблемы является использование более дешевых компонентов, в том числе полученных на основе вторичных материальных ресурсов. В рамках работы будет рассмотрена возможность применения отходов или побочных продуктов нефтеперерабатывающего и нефтехимического производства в качестве присадок к битумам.

Одним из распространенных отходов производства являются отработанные масла различного назначения [10, 11]. Они позволяют корректировать вязкость и твердость получаемого битума, частично влияют на его пластификацию. В зависимости от требуемой вязкости также можно использовать такие отходы, как ловушечный нефтепродукт, «черный соляр», некондиционный гудрон и другие высоковязкие отходы нефтепереработки. С учетом сложности утилизации отработанных масел введение их в состав битумной композиции имеет еще и хорошие экологические перспективы.

Не менее распространенным типом добавки к битумам являются полимерные материалы различного строения. Соответственно, отходы их производства также могут найти применение в этой области.

Например, в качестве одной из присадок часто используется такой вид отходов производства полиэтилена, как низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ). Введение небольших количеств НМПЭ в состав битумной композиции улучшает ее вязкостно-температурные и прочностные характеристики [12].

Также хорошие результаты показывает введение в битумы некондиционных полиолефинов – полиэтилена и полипропилена [13, 14]. Это могут быть как вторичные полимеры, так и некондиционные по цветности или по гранулометрическому составу продукты производства. Они улучшают пластичность битума, а также его вязкостно-температурные характеристики.

Кроме полимерных добавок возможно также применение различных продуктов конденсации их исходных мономеров. Например, одним из возможных модификаторов в этом плане может стать кубовый остаток ректификации стирола (КОРС) или тяжелая смола пиролиза. Такие отходы мож-

но использовать не только для разжижения битума, но и для улучшения его пластичности и адгезии за счет полимеризации непредельных компонентов (стирола, дивинилбензола и т.д.) в их составе [15].

Помимо полимерных добавок, повышающих механические свойства битумов, для увеличения их адгезионных характеристик возможно введение ПАВ различной природы [2].

В качестве основы для получения таких ПАВ может быть использован кубовый остаток ректификации бутиловых спиртов (КОБС) [16]. В зависимости от способа модификации из него можно получать не только анионные или катионные ПАВ, но и пластификаторы, например, диоктилфталат, диоктилтерефталат и другие. Благодаря смешанному составу таких пластификаторов

увеличивается глубина проникновения иглы и снижается температура размягчения получаемой композиции [17].

Разнообразие присадок к битумам дает не только широкие возможности для модификации свойств битумных композиций, но и позволяет использовать материалы различного состава и качества, в том числе и вторичные материальные ресурсы (отходы производства, отходы потребления или некоторые виды попутной продукции). Благодаря тому, что вторичные материальные ресурсы имеют низкую стоимость и зачастую не требуют дополнительных затрат для подготовки к использованию в качестве присадок, их применение будет положительно сказываться не только на экологичности производства, но и на его экономической эффективности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 6617-2021.** Битумы нефтяные строительные. Технические условия / Межгосударственный стандарт. М.: Российский институт стандартизации, 2022. – 17 с.
2. **ГОСТ 11955-82.** Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия / Межгосударственный стандарт. М.: Стандартинформ, 2009. – 7 с.
3. **ГОСТ 33133-2014.** Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования / Межгосударственный стандарт. М.: Стандартинформ, 2015. – 12 с.
4. **ГОСТ 9548-2023.** Битумы нефтяные кровельные. Технические условия / Межгосударственный стандарт. М.: Российский институт стандартизации, 2023. – 16 с.
5. Битумные материалы (асфальты, смолы, пеки) / под ред. А. Дж. Хойберга. Пер. с англ. – М.: Химия, 1974. – 248 с.
6. Битум [Электронный ресурс] / Топлива, смазочные материалы, технические жидкости [сайт] (URL: <http://bibliotekar.ru/5-toplivo-smazka/56.htm>, дата обращения: ноябрь 2025 г.).
7. **Джумаева, О.** Компаундирование в технологиях получения битумов / О. Джумаева, Н. Л. Солодова, Е. А. Емельянычева // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19 – № 5. – С. 43-48.
8. **Косарева, М. А.** Основные технологии переработки нефтегазового сырья : учебное пособие / М. А. Косарева, С. Г. Стахеев, Н. А. Третьякова // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 110 с.
9. **Сунгатова, З. О.** Модификация нефтяных битумов эластомерами : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Сунгатова Злата Олеговна. – Казань, 1999. – 150 с.
10. В России начали использовать отработанное масло в дорожном строительстве [Электронный ресурс] // Сетевое издание «5koleso.ru» [сайт]. [2024]. URL: <https://5koleso.ru/articles/novosti/v-rossii-nachali-ispolzovat-otrabotannoe-maslo-v-dorozhnom-stroitelstve/> (дата обращения октябрь 2025).
11. **Белова, Н. А.** Добавки к битумам / Н. А. Белова, Л. П. Кортовенко, Н. А. Страхова // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2018. – Т. 45. – № 3. – С. 175-184.
12. **Ле Чан Минь Дат.** Низкомолекулярный полиэтилен и его влияние на свойства дорожного нефтяного битума / Ле Чан Минь Дат, М. Ю. Проценко // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2018. – Т. 8. – № 3. – С. 105-111.
13. **Шыхалиев, К. С.** Модификация битума с полиэтиленовыми отходами / К. С.

Шыхалиев, З. Н. Алиева // Проблемы Науки. – 2017. – Т. 98. – № 16. – С. 14-17.

14. **Корнейчук, Н. С.** Полимерно-битумное вяжущее на основе вторичного полипропилена для производства асфальтобетонных смесей / Н. С. Корнейчук, А. И. Лескин, Н. А. Рахимова // Инженерный вестник Дона. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 161-172.

15. **Филимонова, О. Н.** Переработка и применение кубовых остатков ректификации стирола / О. Н. Филимонова. // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 115-117.

16. **Черниговская, М. А.** Перспективы применения отходов производства бутиловых спиртов / М. А. Черниговская, Д. А. Дубровский, И. А. Семёнов // Вестник АнГТУ. – 2016. – № 10. – С. 118-123.

17. **Лихачева, Н. А.** Пластифицирующие добавки на основе кубовых остатков завода спиртов ОАО «Газпром Нефтехим Салават» как модификаторы свойств битумов / Н. А. Лихачева, Н. Г. Евдокимова, Д. В. Халикова, Г. Н. Муртазина // Нефтегазовое дело. – 2012. – Т. 10. – № 2. – С. 107-111.

УДК 541.135.2+621.357.7

*к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Технология электрохимических производств»,*

*e-mail: sosnina148@mail.ru*

**Корчевин Николай Алексеевич,**

*д.х.н., профессор кафедры «Технология электрохимических производств»,*

*e-mail: korchevinna@yandex.ru*

## ПОВЕДЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК ПРИ НИКЕЛИРОВАНИИ

*Sosnovskaya N.G., Korchevin N.A.*

## BEHAVIOR OF ORGANIC ADDITIVES DURING NICKELING

**Аннотация.** Проведен обзор литературных данных по влиянию структуры органических добавок в электролит никелирования на свойства получаемых покрытий. Рассмотрено поведение различных органических соединений в качестве добавок при никелировании. Показано влияние структуры вводимых добавок на свойства получаемых покрытий.

**Ключевые слова:** электрохимическое никелирование, блескообразование, органические добавки.

**Abstract.** A review of the literature data on the influence of the structure of organic additives in the nickel plating electrolyte on the properties of the resulting coatings is carried out. The behavior of various organic compounds as additives in nickel plating is considered. The influence of the structure of the introduced additives on the properties of the resulting coatings is shown.

**Keywords:** electrochemical nickel plating, gloss formation, organic additives.

Среди процессов нанесения покрытий в практическом отношении важнейшее место занимает электрохимическое никелирование, которое по значимости уступает только цинкованию и имеет прочные позиции в авиа-, автомобиле - и приборостроении, а также в производстве предметов бытового назначения, лабораторных и хирургических инструментов [1].

Перспективным направлением в гальванотехнике является получение блестящих покрытий непосредственно в гальванической ванне, благодаря чему улучшаются условия труда, снижается себестоимость нанесения покрытий и создается возможность автома-

тизации технологических процессов.

Блестящие гальванопокрытия осаждаются в электролитах, содержащих специальные органические добавки – блескообразователи, выравнивающие агенты, антипиттинговые добавки и др. Большое влияние на структуру электролитических осадков оказывает добавление к электролиту органических веществ, обладающих поверхностно-активными свойствами. Поверхностно-активные вещества широко используются в качестве добавок к электролитам в гальванотехнике для улучшения структуры, эксплуатационных свойств покрытий и технологических показателей процесса электролиза (ско-