

Мардупенко О.О., Григоров А.Б., к. техн. н., доцент, Сінкевич І.В., к. техн. н., доцент

## ВИКОРИСТАННЯ НАФТОВОГО ШЛАМУ У ВИРОБНИЦТВІ АСФАЛЬТОБЕТОНУ

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Харків, Україна*

**Ключові слова:** нафтовий шлам, асфальтобетон, вуглеводнева фракція, бітум, полімерна добавка, змішування компонентів, мінеральний наповнювач.

**Вступ.** Асфальтобетон є штучним будівельним матеріалом, який розглядається як більш дешева альтернатива до цементно-бетонних сумішей та широко використовується у дорожньому будівництві. Асфальтобетон складається з різних мінеральних матеріалів (пісок, щебінь, гравій), органічного матеріалу, що зв'язує мінеральні компоненти у єдину суміш – бітуму та добавок, що підвищують експлуатаційні властивості асфальтобетону [1]. Основною тенденцією у розвитку технологій виготовлення асфальтобетону, на сьогоднішній день, є зниження виробничих витрат, з одночасним збереженням певного рівня його якості [2]. Цього можна досягти за рахунок підбора більш дешевої сировини, наприклад відходів виробництва, але з використанням певних добавок, які компенсують недоліки у властивостях сировини [3, 4, 5].

**Технологія отримання асфальтобетону.** Серед відходів виробництва, які завдяки своїм позитивним властивостям, можуть замінити основні компоненти асфальтобетону, зокрема зв'язуючий матеріал є нафтовий шлам (НШ) [6]. Використання НШ у технології виготовлення асфальтобетону, полягає у попередньому його відчищенні від води та механічних домішок, концентруванні (при атмосферному тиску або під вакуумом) вуглеводневої частини, та компаундуванні його з полімерними добавками – побутівими відходами, представленими виробами з поліпропілену, пінополістиролу. Така послідовність технологічних операцій дає можливість отримати матеріал, який виступає більш дешевою альтернативою до нафтових бітумів, але зі значно вищим рівнем властивостей [7, 8]. Інтегруючи ланцюг отримання бітуму з НШ, в загальну технологію виготовлення асфальтобетону, можна запропонувати схему, наведену на рис. 1. НШ (потік I) з резервуару 1 подається до декантору 2 де відбувається поділ НШ на II потік – вуглеводнева фракція; III потік – мінеральна складова, яка разом з піском (X потік) поступає до бункеру мінерального наповнювача 7 та V потік – забруднена вода, яка поступає до блоку біохімічної очистки 15 і далі у заводський замкнутий цикл води. II потік минаючи теплообмінник 4 та пічку 5 подається до колони 3, де відбувається його поділ на VI потік – концентрована фракція та VII потік – паливні фракції, які можуть використовуватися, як технологічне паливо, разом з пічним паливом (VIII потік) у пічці 5, для нагрівання вуглеводневої фракції, що надходить до колони 3. Далі концентрована фракція (VI потік) крізь теплообмінник 4 подається до реактору, який обладнано електричним нагрівом та механічним перемішуючим пристроєм де змішується з полімерною добавкою (IV потік) до утворення однорідного продукту – бітумного зв'язуючого матеріалу (XI потік). Після цього, XI потік, разом з щебенем (фракції 5–10 мм, 15–20 мм, 20–40 мм), який подається з бункерів 8, конвеєрами 9, 10, піском і мі-

неральним наповнювачем з бункеру 7, надходить до сушильно-змішувального апарату 11. Також, у апарат 11 передбачене подача старого асфальтобетону (IX потік) з бункеру 14, що сприяє економії ресурсів та забезпечує безперервне виробництво [4, 9, 10]. У барабані апарату 11 відбувається сушка мінеральних матеріалів з використанням протиточною системою сушки, в зоні змішування розташовано змішувач двохвального типу, де, власно, і відбувається приготування асфальтобетону. Готовий асфальтобетон (XII потік) поступає до бункеру накопичувачу 13, який здатен зберігати температуру гарячого асфальтобетону протягом 4-х діб, а далі гарячий асфальтобетон завантажується до вантажівок, які обладнані термічними контейнерами для збереження його температури, від якої залежать його довговічність [11, 12] та поставляється до споживача.

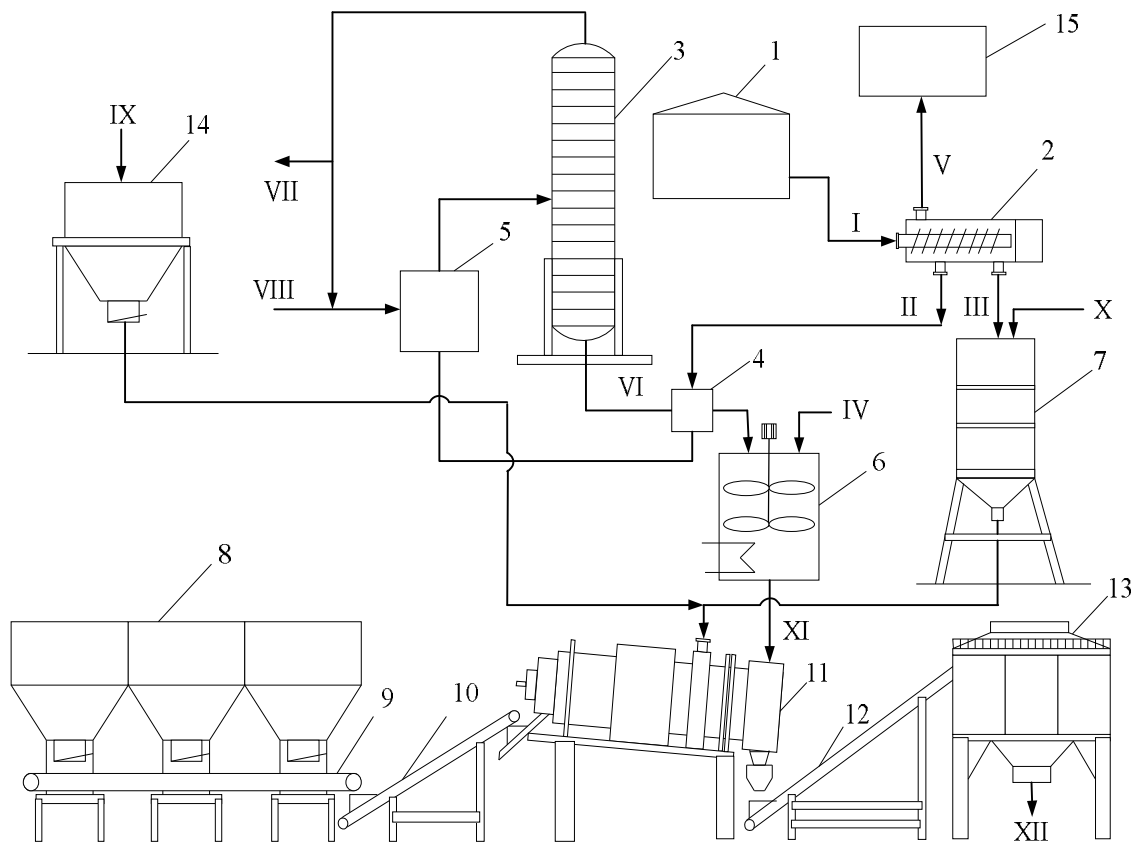


Рисунок 1 – Схеми виробництва асфальтобетону:

1 – резервуар з НШ; 2 – декантор; 3- колона; 4 – теплообмінник; 5 – пічка; 6 – реактор;  
 7 – бункер мінерального наповнювача; 8 – бункери-дозатори; 9, 10, 12 – конвеєри; 11 – сушильно-змішувальний апарат; 13 – бункер - накопичувач, 14 – бункер старого асфальтобетону;  
 15 – блок біохімічної очистки; I – НШ; II - вуглеводнева фракція НШ; III – мінеральна частина НШ; IV – концентрована фракція; V – вода; VI – полімерні добавки; VII – паливна фракція;  
 VIII – полімервмісних бітум; IX – старий асфальтобетон; X – пісок; XI – полімервмісний бітум;  
 XII – асфальтобетон

**Технологічний режим установки.** Технологічний режим установки по виробництву гарячого (температура укладання не нижче 120 °С) асфальтобетону високої густини (залишкова пористість до 1 %) типу А (вміст щебеню 50–60 %), з НШ, що запропоновано вище, наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Показники технологічного режиму установки

| № п/п | Найменування показника                                 | Числове значення |
|-------|--|------------------|
| 1.    | Потужність виробництва, т/год.                         | 100–120          |
| 2.    | Тиск кипіння концентрованої фракції, °С                | >360             |
| 3.    | Тиск у апараті колонного типу, МПа                     | 0,11             |
| 4     | Температура у реакторі, °С                             | 150–170          |
| 5.    | Потужність горілки сушильно-змішувального апарату, МВт | 800              |
| 6.    | Температура нагріву матеріалу (щебінь, пісок), °С      | 160–250          |
| 7.    | Температура зберігання готового асфальтобетону, °С     | 150–180          |

**Висновки.** Процес переробки (утилізації) нафтового шламу, що є одним з найважливіших завдань нафтопереробної промисловості повністю інтегрується до існуючої технологічної схеми виробництва асфальтобетону та не вимагає її переоснащення. Такий підхід дозволяє зменшити виробничі витрати, за рахунок повної заміни окислених нафтових бітумів на бітуми, що складаються з концентрованої вуглеводневої фракції, модифікованої полімерними добавками – відходами з поліпропілену і пінополістиролу. Це у свою чергу, дозволяє отримувати гарячий асфальтобетон з більш високими рівнем якості, у порівнянні з асфальтобетоном, що містить окислені нафтові бітуми.

#### Література

1. Additives in asphalt / G. King, H. King, R. D. Pavlovich, A. L. Epps, P. Kandhal, // Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. – 1999. – Vol. 68A. – pp. 32–69.
2. Eco-friendly materials for a new concept of asphalt pavement / K. J. Kowalski et al. // Transportation Research Procedia. – 2016. – №14. – pp. 3582–3591.
3. Partial replacement of asphalt binder with bio-binder: characterization and modification / E.H. Fini, I.L.Al-Qadi, Z. You, B. Zada, J. Mills-Beale // International Journal of Pavement Engineering. – 2012. – Vol.13. – Issu 6. – pp. 515–522.
4. Aurangzeb Q. Asphalt pavements with high reclaimed asphalt pavement content: economic and environmental perspectives / Q. Aurangzeb, I. Al-Qadi // Transp. Res. Rec. – 2014. – № 2456. – pp. 161–169.
5. Oner J. Utilization of recycled asphalt concrete with warm mix asphalt and cost-benefit analysis / J. Oner, B. Sengoz // PLoS One. – 2015. – №10(1). – e116180. ELI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116180>
6. Isam A.H. Production of sustainable pavement with oil sludge / A.H. Isam, Al Zubaidy, A. K. Al-Tamimi// Road Materials and Pavement Design. – 2014. –Volume 15. – Issue 3. – pp. 691–700.
7. Kishchynskyi S. Improving quality and durability of bitumen and asphalt concrete by modification using recycled polyethylene based polymer composition / S. Kishchynskyi, V. Nagaychuk, A. Bezuglyi // Procedia Engineering. –2016. – Volume 143. – pp.119–127.
8. Mardupenko A. Technology of modified bitumen production for the road construction / A. Mardupenko, A. Grigorov, I. Sinkevich, A. Tulskaia //Petroleum & Coal journal. – 2019. – Volume 61. – Issue 4. – pp. 672–676.
9. Silva H.M. Are totally recycled hot mix asphalt a sustainable alternative for road paving? / H.M. Silva, J.R. Oliveira, C.M. Jesus // Resources, Conservation and Recycling. – 2012. – Vol. 60. – pp. 38–48.

10. Martins Zaumanis. 100% hot mix asphalt recycling: challenges and benefits / M. Zaumanis, R. B. Mallick, R. Frank // *Transportation Research Procedia*. – 2016. – Volume 14. – pp. 3493–3502.

11. J. Byzyka Thermal segregation of asphalt material in road repair / J. Byzyka, M. Rahman, D. Albert Chamberlain // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. – 2017. – Volume 4. – Issue 4. – pp. 360–371.

12. Muhammad A. Syuhada. Study of temperature loss of hot mix asphalt during transportation / M. A. Syuhada, S. Huzni, Z. Fuadi // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2019. – Volume 523. – pp. 1–7.

УДК 625.855.31

Мардупенко О.О., Григоров А.Б., Сінкевич І.В.

### **ВИКОРИСТАННЯ НАФТОВОГО ШЛАМУ У ВИРОБНИЦТВІ АСФАЛЬТОБЕТОНУ**

Запропоновано використання нафтового шламу – відходу нафтопереробної промисловості у технологічному процесі отримання асфальтобетону – матеріалу, який має широкий спектр застосування, та у зв'язку з чим, користується значним попитом на ринку будівельних матеріалів. Основним напрямком використання нафтового шламу у наведеному виробництві є отримання з нього методом концентрування, високіплячої вуглеводневої фракції (температура кипіння  $>360$  °С) яка модифікується полімерними добавками (поліпропіленом або пінополістиролом), та у результаті чого набуває властивостей бітуму. Даний бітум здатен повністю замінити, нафтові бітуми, без яких, сьогодні неможливо отримати асфальтобетон з рівнем якості, який відповідає вимогам нормативної документації.

Також, запропоновано схему, яка поєднує у себе усі стадії отримання бітуму з нафтового шламу та використання цього бітуму разом з мінеральними компонентами та старим асфальтобетоном для отримання гарячого (температура укладання не нижче 120 °С) асфальтобетону високої густини (залишкова пористість до 1 %) типу А (вміст щебеню 50–60 %). Використання у схемі старого асфальтобетону, сприяє економії ресурсів за рахунок використання вторинної сировини та забезпечує безперервне виробництво, тим самим, знижуючи собівартість кінцевого продукту.

**Ключові слова:** нафтовий шлам, асфальтобетон, вуглеводнева фракція, бітум, полімерна добавка, змішування компонентів, мінеральний наповнювач.

Мардупенко А.А., Григоров А.Б., Синкевич И.В.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТЯНОГО ШЛАМА В ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА**

Предложено использование нефтяного шлама – отхода нефтеперерабатывающей промышленности в технологическом процессе производства асфальтобетона – материала, который имеет широкий спектр применения, и в связи с чем, пользуется большим спросом на рынке строительных материалов. Основным направлением использования нефтяного шлама в данном производстве, является получение из него методом

концентрирования, высококипящей углеводородной фракции (температура кипения > 360 °C), которая модифицируется полимерными добавками (полипропиленом или пенополистиролом), и в результате чего, приобретает свойства битума. Данный битум способен полностью заменить, нефтяные битумы, без которых, сегодня невозможно получить асфальтобетон с уровнем качества, который соответствует требованиям нормативной документации.

Также, предложена схема, которая сочетает в себе все стадии получения битума из нефтяного шлама и использование этого битума вместе с минеральными компонентами и старым асфальтобетоном для получения горячего (температура укладки не ниже 120 °C) асфальтобетона высокой плотности (остаточная пористость до 1 %) типа А (содержание щебня 50–60 %). Использование в схеме старого асфальтобетона, способствует экономии ресурсов за счет использования вторичного сырья и обеспечивает непрерывное производство, тем самым, снижая себестоимость конечного продукта.

**Ключевые слова:** нефтяной шлам, асфальтобетон, углеводородная фракция, битум, полимерная добавка, смешивание компонентов, минеральный наполнитель.

Mardupenko A., Grigorov A., Sinkevich I.

### USE OF PETROLEUM SLUDGE IN PRODUCTION ASPHALT CONCRETE

It is proposed to use oil sludge – waste of oil refining industry in the technological process of producing asphalt - a material that has a wide range of applications and is therefore in high demand in the market of construction materials. The main area of use of sludge in the above production is to obtain from it a method of concentration, high-boiling hydrocarbon fraction (boiling point > 360 °C) that is modified by polymer additives (polypropylene or polystyrene foam), and as a result acquires the properties of bitumen. This bitumen is capable of completely replacing petroleum bitumen, without which it is impossible to obtain asphalt concrete with a quality level that meets the requirements of the standard documentation.

Also, a scheme is proposed that combines all stages of the production of bitumen from oil sludge and the use of this bitumen together with mineral components and old asphalt to produce hot (laying temperature not lower than 120 °C) high density asphalt concrete (residual porosity up to 1 %) type A (crushed stone content 50–60 %). Used in the old asphalt concrete scheme, it saves resources through the use of recyclables and ensures continuous production, thereby reducing the cost of the final product.

**Keywords:** oil sludge, asphalt, hydrocarbon fraction, bitumen, polymer additive, component mixing, mineral filler.