

РЕЦИКЛИРОВАНИЕ ЗАМАЗУЧЕННОГО ЩЕБНЯ БАЛЛАСТНОЙ ПРИЗМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

Аннотация: В работе рассмотрено негативное влияние нефтепродуктов на окружающую среду, в частности, на ландшафт вдоль железнодорожного полотна, отмечена проблема истощения природного ресурса в виде гранитного щебня в составе балластной призмы. Экспериментально доказана целесообразность использования нового моющего средства О-БИСМ для отмывки нефтезагрязненного щебня балластной призмы. В ходе исследований определены зависимости влияния внешних условий на эффективность отмывки, определен оптимальный режим применения моющего средства. Рассмотрены способы интенсификации отмывки: применение системы барботажа и системы перемешивания образца в растворе. Установлена перспективность применения моющего средства.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, балластная призма, О-БИСМ, железная дорога, четырех хлористый углерод, почвенное загрязнение.

Содержание железнодорожных путей требует значительных затрат, в том числе и ресурсных. Эксплуатационная длина железнодорожных путей составляет 85,6 тыс. км, а протяженность электрифицированных линий 43,8 тыс. км [4]. Основой железнодорожного полотна является балластная призма, которая воспринимает нагрузки, передаваемые от подвижного состава и является основанием для размещения рельсо-шпальной решетки. Основным компонентом балластной призмы является щебень, который в процессе эксплуатации замазучивается. Каждые 18–40 лет происходит обслуживание железнодорожного пути с заменой компонентов балластной призмы [6].

Выполнение ремонта балластной призмы однопутной линии для особо тяжелого, тяжелого и нормального строения пути в среднем требует около 12272,13 т/год щебня с учетом общей протяженности железной дороги в России и периодичностью проведения плановых ремонтов. Следует отметить, что замена щебеночной подушки выполняется не только в связи с ухудшением со временем ее физических характеристик, но и значительной ее загрязненностью нефтью и нефтепродуктами от подвижного состава. Нефтепродукты занимают одно из первых мест среди поллютантов, оказывающих существенное влияние на окружающую среду. В своем составе они содержат как высокомолекулярные смолистоасфальтеновые вещества, так и углеводороды (УВ) разного строения.

Негативное воздействие нефтепродуктов на окружающую среду было изучено при проведении рекультивации земель в северных зонах, где нефтезагрязнение составило около 80 % от общей территории исследуемых земель [3]. На основании проведенных исследований загрязненных нефтепродуктами почв Азербайджана установлено, что после истечения одного года в почве остаётся еще около 30% остаточной нефти. Обволакивая корни растений нефть и нефтепродукты снижают поступление влаги и приводят к гибели растений. Процесс деструкции нефти и нефтепродуктов может занимать от 1–2 до 10–15 лет [7]. Нефть и нефтепродукты приводят к деформированию структуры биоценозов нарушая экологическое состояние окружающей среды. Организмы, бактерии и животные в следствии интоксикации легкими фракциями нефти не в состоянии выполнять важнейшие функции. Существенное влияние нефтепродукты оказывают и на природные воды. Даже небольшое количество нефти приводит к резкому ухудшению качества воды, нефтяные компоненты образуют с водой трудно разрушимую эмульсию. При оптимальных условиях температуры разложения нефти 24–30 °С с нижним пределом в 6 °С процесс деструкции нефтепродуктов протекает около 3–4 [5].

Повышенная нефтесмазученность балластной призмы приводит к нарушению ее основных функций таких как, поддержание целостности балластной призмы, задержание в ее слоях загрязняющих веществ,

поступающих с подвижного состава, отвод талового и дождевого стока. Повышенная нефтесмазанность балластной призмы снижает фильтрационную способность ее слоев, что приводит к интенсивному смыву из верхних слоев призмы нефтепродуктов в окружающую среду. Помимо этого, нефть и нефтепродукты существенно ухудшают свойства щебеночного балласта и приводят к деформациям балластного основания. Снижение коэффициента фильтрации приводит к повышению влажности балластного слоя более чем на 56%, что влияет на увеличение деформаций пути в 5–7 раз [2].

Нефтяное загрязнение приводит к засорению щебеночного балласта и потере способности упругого восприятия нагрузки от подвижного состава. Увеличение динамических нагрузок от подвижного состава приводит к сокращению срока службы верхнего строения пути. Загрязнение приводит к увеличению износа верхнего строения пути и подвижного состава. Эти причины требуют восстановления физико-механических характеристик и геометрических параметров щебеночной основы железнодорожного пути путем очистки щебня. При несоответствии уложенного балласта требованиям стандарта производится его полная замена. Одним из наиболее часто используемого способа восстановления балластного слоя железнодорожного пути является удаление старого щебня и замена его новым [1].

Для снижения потребности железной дороги в гранитном щебне и влияния на окружающую среду нефтепродуктов, нами рассмотрена возможность оптимизация процесса регенерации нефтесмазанного щебня балластной призмы железнодорожных путей с помощью моющего средства О-БИСМ. Испытания применения моющего средства О-БИСМ для отмычки железнодорожных цистерн от нефти и нефтепродуктов показали [8], что данное средство позволяет получить более высокий эффект отмычки, чем при использовании щелочных растворов. Данное моющее средство позволяет сократить водные потери на приготовление раствора, поскольку моющее средство позволяет его многократное использование. Моющее средство О-

БИСМ не растворяет нефтепродукты, за счет небольшого поверхностного натяжения попадает в микротрещины нефтяной пленки и отрывает нефтяное загрязнение. После отстаивания раствора нефтепродукты всплывают на поверхность, что позволяет их собрать и повторно применить очищенный раствор. Однако, высокая нефтеочистная способность нового моющего средства О-БИСМ была доказана при очистке гладких металлических поверхностей.

Наши исследования были направлены на очистку от нефтепродуктов песчано-щебеночной структуры, имеющий высокую широко развитую поверхность. Методика проведения исследований включала изучение влияния основных параметров технологического процесса очистки замазученного щебня при использовании в качестве реагента моющее средство О-БИСМ. В качестве растворителя нефтепродуктов при контроле за эффективностью качества отмывки замазученного щебня моющим средством О-БИСМ применялся четыреххлористый углерод (CCl_4). Технология исследований предусматривала десорбцию нефтепродуктов с образца путем выдерживания его в четыреххлористом углероде. Экспериментальные исследования проводились при следующих изменяемых параметрах технологического процесса: температура раствора: 40–60 градусов с шагом в 5 °С; концентрация моющего средства (2, 2,5, 3,0, 3,5%); время протекания процесса отмывки: 10, 20, 30 и 60 мин. Выполненные экспериментальные исследования позволили определить оптимальные условия технологии проведения отмывки: концентрация моющего средства 3.0%, температура моющего раствора 50 °С и время отмывки 10–20 мин. Эффективность отмывки при этих параметрах в течении 20 мин. составляет 73,96%. Результаты исследований проведения экспериментов представлены на Рис. 1.

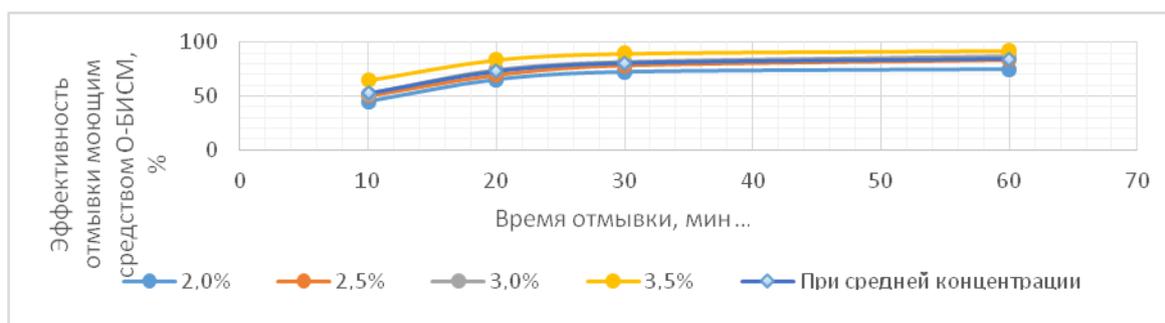


Рис. 1. Эффективность отмывки балласта от нефтепродуктов в зависимости от концентрации раствора О-БИСМ и периода отмывки

С целью повышения эффективности и качества отмывки замазученного щебня были выполнены эксперименты в условиях барботирования и перемешивания образцов в моющем растворе при выбранном оптимальном режиме, результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований отмывки замазученного щебня моющим средством О-БИСМ с использованием системы барботажа и системы перемешивания

№ п/п	Время отмывки образца, мин	Вес образца замазученного щебня, г.	Сорбционная емкость щебня по н/п, мг/г.	Вес н/п, десорбировавшийся раствором О-БИСМ, мг.	Вес н/п на образце после отмывки О-БИСМ, мг.	Эффективность отмывки, %
Применении системы барботажа						
1	10	135,0652	0,0014	0,1038	0,0853	54,91
2	20	134,7848	0,0014	0,1452	0,0437	76,85
Применение системы перемешивания образца в растворе						
3	10	129,7805	0,0014	0,1156	0,0643	64,28
4	20	129,5219	0,0014	0,15963	0,0219	87,91

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что отмывка нефтепродуктов с применением системы перемешивания образца в растворе более эффективна по сравнению с системой барботажа в 1,14 раз.

На основании проведенных исследований можно отметить, что применение моющего средства О-БИСМ по предлагаемой технологии отмывки нефтешмазученного щебня позволяет его вторичное использование при восстановлении балласта железнодорожного пути. Рециклирование природного невозобновляемого ресурса (гранит) сохраняет окружающую среду от разрушения.

Список литературы:

1. Катин, В. Д. К проблеме повышения экологической безопасности перевозок нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом [Текст] / В.

Д. Катин, А. Н. Луценко // Материалы международной научно-практической конференции «Тэбтранс 2010». – Санкт-Петербург : Издательство ПГУПС, 2010. – С. 169–171.

2. Краснов, О. Г. Повышение эффективности глубокой очистки балласта железнодорожного пути совершенствованием щебнеочистительных устройств [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Краснов О. Г. – Санкт-Петербург, 2002. – 18 с.

3. Галкина, Н. А. Экологическая реабилитация нефтезагрязненных земель с использованием эффективного биопрепарата [Текст] / Н. А. Галкина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Т. 18, № 2 (3). – С. 663–667.

4. ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : [официальный сайт]. – URL: <http://www.rzd.ru/static/public/> (дата обращения: 01.03.2018).

5. О состоянии окружающей среды Свердловской области в 2016 году : государственный доклад [Текст] / Мин-во природ. ресурсов и экологии Свердл. обл. – Екатеринбург, 2017. – 330 с.

6. Приказ Минтранса России от 21.12.2010 № 286 (ред. от 05.10.2018) «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 28.01.2011 № 19627).

7. Влияние нефти и нефтепродуктов на окружающую среду [Электронный ресурс] // РГАУ-МСХА зооинженерный факультет : [сайт] – URL: <http://www.activestudy.info> (дата обращения: 10.03.2018).

8. Чистые технологии [Текст]. Вып. 3. Экологически безопасные ресурсосберегающие технологии очистки подвижного состава железнодорожного транспорта. – Санкт-Петербург, 2006. – 41 с.