



16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos  
**TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA**,  
vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'  
**TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT**, 8 May 2013, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 16-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»  
**ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК**, 8 мая 2013 г., Вильнюс, Литва

## **ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Е. Матвеева<sup>1</sup>, Д. Демянко<sup>2</sup>**

*Национальный авиационный университет, Киев, Украина  
Эл. почта: <sup>1</sup>mol@nau.edu.ua, <sup>2</sup>Demyanko\_darya@mail.ru*

**Аннотация.** Проведено исследование влияния ПАВ на эффективность очистки нефтезагрязненных вод с помощью сорбентов-биодеструкторов «Эколан-М», «Эконадин» и «Родекс». Установлено, влияние ПАВ на концентрацию нефтепродуктов и микрофлору нефтеокисляющих микроорганизмов.

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, биопрепараты, концентрация, эффективность очистки.

### **Введение**

В последнее время внимание мировой общественности все больше уделяется транспорту в целом, как проблеме антропогенного загрязнения природной среды, в связи с его возрастающей ролью в жизни человечества.

Особое место при этом занимают транспортные предприятия, производственная деятельность которых приводит к загрязнению водных объектов нефтью, нефтепродуктами, а также поверхностно-активными веществами (ПАВ), являющимися источниками физико-химического и химического загрязнения окружающей среды.

### **Характеристика загрязнения сточных вод транспортных предприятий нефтепродуктами и ПАВ**

Нефтепродукты являются одним из наиболее распространенных антропогенных загрязнителей поверхностных водоемов и стоков в некоторых регионах подземных источников водоснабжения. Они попадают в окружающую среду в результате техногенных аварий, выбросов неочищенных нефтесодержащих сточных вод, и в значительных количествах –

в результате неорганизованного отвода дождевого и талого стоков с территорий транспортных предприятий, загрязненных нефтепродуктами.

Нефтесодержащие сточные воды одновременно с нефтепродуктами содержат механические частицы, ПАВ и органические соединения.

Нефтепродукты находятся в сточных водах в неэмульсированном, грубоэмульсированном, тонкоэмульсированном и молекулярном состоянии. В зависимости от условий образования, концентрации примесей и состава сточной воды нефтепродукты находятся в том или ином фазово-дисперсном виде. При их высоких концентрациях и отсутствии в стоках стабилизирующих веществ, а именно ПАВ, основное количество нефтепродуктов находится в виде крупных капель [1–3]. В случае низких концентраций нефтепродуктов они находятся в тонкоэмульсированном состоянии.

Тонкоэмульсированные частицы нефтепродуктов в сточных водах могут быть нестабилизированными, слабостабилизированными или сильностабилизированными ингредиентами, которые находятся в воде. Стабилизирующее действие проявляют анионные или неионогенные ПАВ, высокомолеку-

лярные органические вещества, а также примеси коллоидного степени дисперсности.

Неэмульсированные нефтепродукты достаточно просто и эффективно удаляются из сточных вод отстаиванием в нефтеловушках различных конструкций.

В основном нефтепродукты в стоках находятся в свободном состоянии, образуя пленку. Меньшая часть может находиться в тонкодисперсном состоянии, образуя эмульсию «нефть в воде».

Устойчивость эмульсии обусловлена поверхностным натяжением, кинетической устойчивостью частиц с небольшой концентрацией [4, 5].

В связи с тем, что нефть и нефтепродукты являются чрезвычайно сложной по составу смесью веществ – низко- и высокомолекулярных, алифатических, нафтеновых, ароматических углеводородов, кислород-, серо- и азотсодержащих соединений, асфальтенов, очистка сточных вод является достаточно сложной и дорогостоящей задачей, зачастую трудно реализуемой.

На транспортных предприятиях для улучшения качества мойки машин и нефтеналивных емкостей часто применяют ПАВ – это вещества с асимметричной молекулярной структурой, молекулы которых содержат одну или несколько гидрофильных групп, один или несколько гидрофобных радикалов. Такая структура предопределяет поверхностную (адсорбционную) активность ПАВ, т.е. способность концентрироваться на межфазных поверхностях (жидкость–газ, жидкость–жидкость или жидкость–твердое вещество). Это вещества, молекулы которых из настоящего или коллоидного раствора способны сконцентрироваться на границе раздела фаз со снижением свободной энергии поверхностного натяжения [2, 6].

Синтетические ПАВ (детергенты), которые используются в качестве моющих средств, представляют собой группу химических соединений, способных избирательно адсорбироваться на границах раздела фаз и снижать поверхностное натяжение жидкостей. При наличии такого вещества в растворе ее молекулы выходят на поверхность раствора или на поверхность любого, погруженного в этот раствор тела. Поверхностная концентрация молекул ПАВ становится на несколько порядков выше, чем концентрация их в объеме [7].

Следует отметить, что применение этих химических веществ вызывает множество проблем в процессе очистки сточных вод, поскольку ПАВ:

1) эмульгируют нефтепродукты, которые остаются в воде почти в растворенном виде и медленно отделяются путем отстаивания;

2) по своим свойствам эти вещества приближаются к мылу, поэтому оказывают антимикробное действие на ассоциацию нефтеокисляющих микроорганизмов, а значит и на окислительную способность;

3) наличие ПАВ приводит к образованию большого количества пены, которая всплывает на поверхность жидкости при аэрации, чем препятствует осуществлению технологического процесса.

С другой стороны, эмульсированные нефтепродукты приближаются к растворенному состоянию, что повышает деструктивную активность ферментов [1, 2, 4, 8].

Для очистки сточной воды, которая наряду с нефтепродуктами содержит и ПАВ, невозможно применение адсорбентов, фильтров и других иммобилизующих веществ, потому что последние препятствуют адсорбции адсорбата (нефтепродуктов) на их поверхности.

Таким образом, при очистке сточных вод транспортных предприятий от нефти и нефтепродуктов, важно оценить влияние ПАВ на концентрацию нефтепродуктов, микрофлору нефтеокисляющих микроорганизмов и эффективность очистки нефтесодержащих сточных вод.

### **Исследование влияния ПАВ на концентрацию нефтепродуктов и эффективность очистки нефтезагрязненных вод**

В Украине для очистки нефтесодержащих сточных вод на транспортных предприятиях широко используются комплексные биопрепараты «Эколан–М», «Эконадин» и «Родекс», содержащие микроорганизмы–деструкторы углеводов, иммобилизованные на нефтепоглощающих сорбентах. Препараты быстро локализируют загрязнения, разрушают поверхностную пленку нефти и нефтепродуктов и проводят активную деструкцию сорбированных на них углеводов.

Проведены исследования влияния ПАВ на эффективность очистки нефтезагрязненных вод с помощью сорбентов–биодеструкторов «Эколан–М», «Эконадин» и «Родекс».

В исследованиях использовались нефтепродукты, типовые для загрязнений транспортных предприятий: масла машинные минерального и синтетического происхождения, а именно минераль-

ное масло марки Mobile delvac MX 15W–40 и синтетическое масло марки Mobile 1 ESP Formula 5W–30 с концентрацией 1 % от объёма подготовленных проб. В качестве ПАВ использовался автошампунь марки Express plus с концентрацией 0,05 %. Масса сорбента для исследуемой пробы составляла 1 г.

Количество остаточных углеводородов определялось флуориметрическим методом на анализаторе

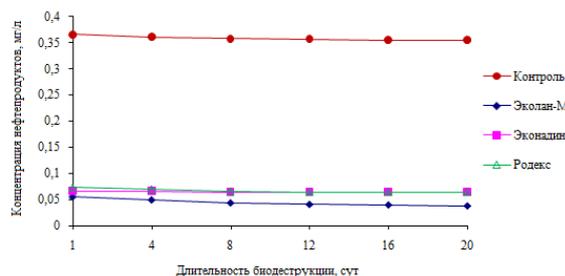
жидкости «Флюорат–02» на основе экстракции углеводородов гексаном [9]. Исследование проводилось в течение 20 суток при температуре 28° С.

Экспериментальные данные исследования деструктивной активности биопрепаратов «Эколан–М», «Эконадин» и «Родекс» относительно смеси минерального и синтетического масел в водной среде представлены в табл.1.

**Таблица 1.** Сравнительное исследование деструктивной активности биопрепаратов «Эколан–М», «Эконадин» и «Родекс» относительно смеси минерального и синтетического масел в водной среде

Биопрепарат	Показатели деструктивной активности	Длительность исследования, сут					
		1	4	8	12	16	20
Эколан–М	Остаточная концентрация нефтепродуктов, мг/л	0,055±0,003	0,049±0,002	0,043±0,003	0,040±0,004	0,039±0,003	0,037±0,003
	Эффективность, %	80,40±0,1	82,50±0,01	84,60±0,1	85,70±0,02	86,0±0,1	86,80±0,04
Эконадин	Остаточная концентрация нефтепродуктов, мг/л	0,066±0,005	0,066±0,005	0,064±0,004	0,063±0,004	0,063±0,004	0,063±0,005
	Эффективность, %	76,40±0,05	76,40±0,05	77,0±0,3	77,50±0,01	77,60±0,2	77,60±0,2
Родекс	Остаточная концентрация нефтепродуктов, мг/л	0,073±0,004	0,070±0,005	0,066±0,005	0,064±0,005	0,064±0,004	0,064±0,004
	Эффективность, %	73,90±0,05	75,0±0,01	76,40±0,05	77,0±0,3	77,0±0,3	77,0±0,3

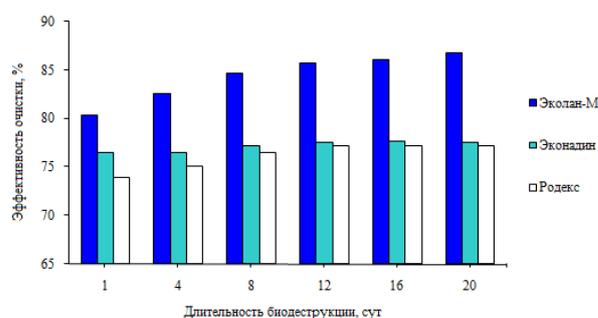
В результате проведенных исследований установлено, что в условиях модельного опыта биопрепарат «Эколан–М» проявляет более высокий уровень деструктивной активности по отношению к смеси минерального и синтетического масел, нежели биопрепараты «Эконадин» и «Родекс» (рис. 1).



**Рис. 1.** Зависимость концентрации нефтепродуктов от длительности биодеструкции биопрепаратов

Эффективность очистки воды от углеводородов смеси синтетического и минерального масел биопрепаратом «Эколан–М» на первые сутки исследования на 4 % и 6,5 %, на двадцатые сутки на 9,2 % и 9,8 %

превышает соответствующие показатели остальных исследуемых биопрепаратов (рис. 2).



**Рис. 2.** Зависимость эффективности очистки нефтезагрязненной воды от длительности биодеструкции биопрепаратов

Экспериментальные данные исследования деструктивной активности биопрепаратов «Эколан–М», «Эконадин» и «Родекс» относительно смеси минерального и синтетического масел в присутствии ПАВ в водной среде показали, что эффективность очистки воды от нефтепродуктов в присутствии ПАВ биопрепаратом «Эколан–М» на 2,1–2,5 % понижает со-

ответствующие показатели эффективности очистки воды от нефтепродуктов при отсутствии ПАВ. Для биопрепарата «Эконадин» этот показатель составляет 1,5 %, а для «Родекса» 0,9 %.

## Выводы

1) В результате лабораторных исследований установлено, что биопрепарат «Эколан-М» характеризуется более высокой эффективностью очистки нефтесодержащих вод транспортных предприятий, нежели биопрепараты «Эконадин» и «Родекс».

2) Экспериментальные данные свидетельствуют, что ПАВ в эксплуатационных концентрациях не оказывают антибактериального действия на ассоциацию нефтеокисляющих микроорганизмов, которые входят в состав биопрепаратов.

3) Представляет научный интерес дальнейшего исследования влияния эксплуатационных факторов на эффективность очистки нефтесодержащих сточных вод транспортных предприятий биосорбентами-деструкторами.

## Литература

1. Ковальчук, В. А. 2003. *Очистка сточных вод*. Ровно: ОАО Ровенская типография. 622 с.
2. Когановский, А. М.; Клименко, К. А.; Шевченко, Т. М. 1983. *Очистка и повторное использование промышленных сточных вод в промышленном водоснабжении*. Москва: Химия. 288 с.
3. Козярин, Т. К. 2011. Биологический способ очистки сточных вод, *Химия и технология воды* 3: 14–19.
4. Яковлев, С. В.; Карюхина, Т. А. 1985. *Очистка сточных вод предприятий химико-фармацевтической промышленности*. Москва: Наука. 252 с.
5. Семенова, А. П. 2009. Эффективность механического способа очистки нефтесодержащих сточных вод, *Мир нефтепродуктов* 2: 31–37.
6. Ластухин, Ю. О.; Воронов, С. А. 2001. *Органическая химия*. Учебник для вузов. Львов: Центр Европы. 864 с.
7. Байков, А. А. 2010. Поверхностно-активные вещества: свойства и применение, *Вода и экология* 1: 53–58.
8. Лукиных Н. А.; Лиман. Б. Л. 1978. *Методы доочистки сточных вод*. Москва: Химия. 145 с.
9. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» МВВ 99-12-98. – [Утв. НПФ «Люмэкс» Санкт-Петербург 12.01.1998]. – СПб., 1998. – 19 с. (Украинский государственный научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации).