

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФЛОТАЦИОННОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЭМУЛЬГИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Небеснова Т.В.** (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Приведены результаты сравнительного технико-экономического расчета эффективности предложенного способа очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов, включающего в себя флотационную обработку стоков с использованием катионного реагента ГИПХ-3А.

В практике работы промышленных предприятий, железнодорожных станций, морских и речных портов часто приходится сталкиваться с проблемой очистки промывных вод, образующихся при разовой (например, предремонтной) мойке емкостей, загрязненных нефтепродуктами.

Суть проблемы обычно заключается в необходимости транспортировки значительных объемов промывных вод на стационарные очистные сооружения, что естественно, обходится очень дорого. В связи с этим понятен интерес к мобильным установкам, позволяющим очищать загрязненные нефтепродуктами промывные воды на месте их образования.

На основании выполненных нами исследований разработана технология очистки и изготовлена мобильная флотационная установка /1/, предназначенная для очистки промывных вод, образующихся при удалении нефтяных и масляных загрязнений с поверхности наземных и подземных резервуаров, топливных и масляных танков крупнотоннажных морских судов, железнодорожных и автомобильных цистерн, смотровых колодцев промышленной и городской канализации.

Технико-экономическая оценка эффективности предложенного способа очистки сточных вод от эмульгированных органических веществ, включающей в себя флотационную обработку стоков с

использованием катионного реагента ГИПХ-3А была произведена для танкера грузоподъемностью 40 тыс. т.

Сравнение выполнено с системой-аналогом, в качестве которого был принят широко распространённый в настоящее время, разработанный ЦНИИ МПС метод очистки стоков от нефтепродуктов с использованием сернокислого алюминия с добавкой полиакриламида [2].

Расчет произведен в предположении, что годовой объем очищаемых вод при максимальной производительности установки предлагаемой системы очистки и системы-аналога равны и составляют ~ 130 тыс. м<sup>3</sup>.

На конечном этапе процесса мойки (при достижении концентрации нефтепродуктов в промывных сточных водах 300 мг/л) при тонкой доочистке стоков предлагаемым нами способом удается довести остаточную концентрацию в них нефтепродуктов до 1 мг/л. Аналогичного эффекта очистки сточных вод можно достичь и по способу, разработанному ЦНИИ МПС (остаточная концентрация нефтепродуктов в стоках составляет в этом случае также 1 мг/л).

Предлагаемая схема очистки стоков, включающая флотацию с помощью пневматической колонны с трубчатым аэратором из перфорированной резины, позволяет проводить процесс очистки промывных вод в режиме оборотного водоснабжения и утилизировать выделенные нефтепродукты непосредственно на объекте мойки (путем использования их в качестве котельного топлива).

Предотвращенный ущерб от загрязнения водоемов нефтепродуктами определен методике расчета размера убытков, причиненных государству в результате нарушения законодательства водных ресурсов [3].

Убытки для сверхнормативных сбросов вычисляли по формуле:

$$Z_{\text{над}} = V \cdot T \cdot (C_{\text{ф}} - C_{\text{q}}) \cdot 0,003 \cdot A1 \cdot n \cdot 10^{-3} \cdot \&$$

где:  $V$  - объем сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;  $T$  - продолжительность сверхнормативного сброса, ч;  $C_{\text{ф}}$  - средняя фактическая концентрация загрязняющих веществ в сброшенных водах, г/м<sup>3</sup>;  $C_{\text{q}}$  - разрешенная для сброса концентрация загрязняющих веществ, определяемая при утверждении ПДК, г/м<sup>3</sup>; 0,003 - базовая ставка

возмещения убытков, в долях необлагаемого минимума доходов граждан, НМД/кг,  $Al$  - показатель относительной опасности вещества, определяемый как отношение  $1/C_{пдк}$ , где  $C_{пдк}$  - предельно допустимая концентрация этого вещества согласно СанПиН № 4630-88;  $n$  - величина необлагаемого минимума доходов граждан в единицах национальной валюты;  $\&$  - коэффициент, который учитывает категорию водного объекта;  $10^{-3}$  - коэффициент, который учитывает размерность величин. Сумма годового ущерба при установившемся сбросе сточных вод в водоем I категории с концентрацией 1 мг/л нефтепродуктов составит

$$Z_{\text{над}} = 15 \cdot 8760 \cdot (1 - 0,3) \cdot 0,003 \cdot 3 \cdot 1400000 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} = 1,85 \text{ млн.грн}$$

(все расчёты выполнены в ценах 2003 года).

При условии предложенной схемы очистки нефтесодержащих промывных вод величина ущерба практически равна нулю.

Таким образом, сумма предотвращенного ущерба, рассчитанная применительно к месту внедрения, составляет 1,85 млн. грн./год, что в пересчете на 1 м<sup>3</sup> сбрасываемых стоков равняется 94 грн.

Отличительная особенность разработанного нами способа очистки нефтесодержащих сточных вод по сравнению со способом ЦНИИ МПС заключается в различной природе используемых на стадии флотации реагентов, что обеспечивает следующие преимущества:

1) исключение применения остродефицитных реагентов (сернокислого алюминия и полиакриламида [4]); 2) упрощение и удешевление организации складирования реагентов, обусловленных сокращением удельного расхода их в 6 раз; 3) повышение коррозионной стойкости аппаратуры за счет исключения операции корректировки кислотности стоков, предусмотренной в способе очистки воды с использованием сернокислого алюминия.

Сравнительные технико-экономические показатели, достигаемые при использовании предлагаемой схемы и схемы ЦНИИ МПС [2], приведены в табл. Б.1.

Технико-экономическим расчетом получено, что текущие затраты на очистку сточных вод от нефтепродуктов составляют 0,13 грн/м<sup>3</sup>. Величина капитальных затрат на создание узла очистки не превышает 35 тыс. грн. Данные по стоимости капитальных вложений и

эксплуатационным расходам взяты из [5, 6], с учетом индекса цен на 01.01.98 [7].

Таблица Б.1

Технико-экономические показатели	Ед. изм.	Предлагаемая система очистки	Система-аналог ЦНИИМПС
1. Годовой объем сточных вод	тыс. м <sup>3</sup>	131,4	131,4
2. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах	мг/л		
- Исходная		300,0	300,0
- после отстаивания		-	100,0
- после флотации		1,0	15,0
- после фильтрации		-	1,0
3. Расход реагентов (в перерасчете на 100 % продукта)	мг/л		
- сернокислый алюминий –			50,0
- полиакриламид ПАА			10,0
- ГИПХ-3А		10,0	
4. Характеристика шламового остатка	т/год		
- выход на стадии флотации		1,3	7,9
- несущая основа		органическая	минеральн.
- утилизация		сжигание	захоронен.
5. Эксплуатационные расходы	т.грн./год	16,7	136,4
6. Капиталовложения	тыс.грн.	35,0	519,0
7. Себестоимость очистки стоков	грн./м <sup>3</sup>	0,13	1,04
8. Приведенные затраты	тыс.грн.	21,95	214,3

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения предлагаемой нами схемы флотационной очистки промывных вод, загрязненных нефтепродуктами, с использованием флотореагента ГИПХ-3А, рассчитанный по формуле, используемой для определения годового экономического эффекта [6]

$$\mathcal{E} = (C_6 + E_n \cdot K_6) - (C_n + E_n \cdot K_n) + H \cdot Ц,$$

где  $\mathcal{E}$  - годовой экономический эффект, тыс. грн.;  $C_6, C_n$  - годовые эксплуатационные расходы по базисному и предлагаемому вариантам;  $E_n$  - нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капиталовложений, равный 0,15;  $K_6, K_n$  - капиталовложения на узел очистки по базисному и предлагаемому вариантам, тыс. грн.;  $H$  - количество утилизированных нефтепродуктов, т;  $\mathcal{C}$  - цена 1 т. нефтяного топлива, тыс. грн., составляет по сравнению со схемой ЦНИИМПС 274,8 тыс. грн.

$$\mathcal{E} = (136,4 + 0,12 \cdot 519) - (16,7 + 0,15 \cdot 35) + 438 \cdot 0,224 = 274,8 \text{ тыс. грн./год}$$

Расчет выполнен при условии перевозки судном нефтяного топлива: мазут флотский марки Ф 12.

В заключение отметим, что исследования, выполненные в ряде промышленно развитых стран мира - США, Японии и др., подтверждают перспективность и экономическую целесообразность использования флотации в практике очистки сточных вод, загрязненных тонкоэмульгированными органическими веществами. Так, например, по ориентировочным расчетам американских специалистов из US Public Health Service стоимость флотационной очистки от ПАВ сточных вод города Лос-Анджелеса на полупромышленной установке характеризуется следующими данными:

Производительность установки, тыс. м <sup>3</sup> /сут.	4	40	400
Капитальные затраты, дол. на 1 м <sup>3</sup> /сут.	6,6	4,5	3,2
Текущие расходы, центы на 1 м <sup>3</sup>	0,95	0,50	0,37

По данным [8] стоимость очистки (с 200 до 1 мг/л) 1 м<sup>3</sup> нефтесодержащих сточных вод с помощью пневматической флотации составляет ~10 коп. При других же способах доочистки от нефти - химических или механических с применением песчаных фильтров стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> сточных вод - 75-50 коп./м<sup>3</sup>. Стоимость же доочистки стоков, загрязнённых смазочно-охлаждающими жидкостями с помощью электрокоагуляции с алюминиевыми электродами достигает 90 коп./м<sup>3</sup>.

## Выводы

1. Сравнение двух рассмотренных способов очистки нефтесодержащих сточных вод позволило выявить экономические преимущества и предпочтительность предложенного способа.
2. Годовой экономический эффект от внедрения разработанного способа очистки составляет около 275 тыс.грн.
3. Использование мобильной флотационной установки исключает утечки нефтепродуктов в окружающую среду в результате транспортировки загрязненных промывных вод на стационарные очистные сооружения. Сумма предотвращенного ущерба от загрязнения водоема нефтепродуктами составляет 1,85 млн.грн.год.
4. Разработанный способ позволяет в 6 раз сократить объем осадка в результате обработки стоков. Осадок легко утилизировать даже на месте его образования, т.к. он включает в себя только органическую фазу. Затраты на транспортировку значительно снижаются.

## Литература.

1. Пурич А.Н., Небеснова Т.В., Коломиец С.В. флотационная очистка сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов /Наука і освіта 2004: мат. 7.мижнародної науково-практичної конференції. – Дніпропетровськ: /Наука і освіта – 2004. – Т.60.Екологія. с.24-27.
2. Экспериментальный технорабочий проект флотационной установки нефтесодержащих сточных вод производительностью 20-50 м<sup>3</sup> в час. – М.: Мосгипротранс, 1976.-19с.
3. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 41с.
4. Кошелева И.Ф., Артемова В.А., Торопова С.П. Технико-экономическая оценка способа очистки сточных вод от минеральных масел в производстве силикагеля. -.5с. – Деп. в ОНИИТЭХИМ 31.10.80, №943ХП-Д80.
5. Участок флотационной очистки сточных вод гальванических цехов. – Одесса: Облполиграфиздат, 1989. –4с.
6. Рекомендации по расчету сравнительной экономической эффективности научно – исследовательских разработок в области очистки сточных вод и обработки осадка. – М.:ВНИИВОДГЕО,1987. – 341с.
7. Специальный выпуск нормативных материалов по особенностям определения стоимости строительства, ремонта и реставрации в 1998 году. – К.: Центр «ИНПРОЕКТ», 1998. – 589с.
8. Караваев И.И., Резник И.Ф. Опыт применения флотаторов типа ЦНИИ для очистки сточных вод. – М.: Транспорт, 1972. – 36с.

## Технологічні режими обробки розчину

Концентрація по металу	Катодна щільність струму, Дк А/дм	Час обробки, хв.
3...2	0,5...0,65	45
2...1	0,5...0,65	45
1...0,5	0,15...0,2	160
0,5...0,1	0,15...0,2	135
0,1...0,01	0,15...0,2	90
0,01...0,001	0,05...0,075	300
Разом		775

*Висновки*

1. Вирішення проблем з ідеологією створення ліній замкненого водопостачання дозволить автоматизувати технологію очистки стічних вод та їх повторного використання.
2. Установки з псевдо зрідженим шаром можна використовувати для утилізації металів з промивних вод, які мають невелику концентрацію.

Подальші дослідження в даному напрямку, в нашому розумінні, повинні бути направлені на створення математичного апарату забезпечення технологічного процесу та його регулювання в залежності від параметрів водного розчину з метою отримання щільних осадів і повторного використання водного розчину.

*Література*

1. Гибкие автоматизированные гальванические линии. Справочник. Под общ. Ред. В.Л.Зубченко, -М. -Машиностроение. -1989г. -С.145-148.
2. Коваленко Д.Г. Современное состояние и перспективы развития гальванопроизводства, создание малоотходных, экологически чистых производств //Перспективная технология производства РЭА. - Л.,-1991. -№3-С.3.
3. Корчик Н.М. Методы обработки технологических растворов и электролитов производств гальванических покрытий и печатных плат/ Н.М.Корчик, В.М.Рогов. Т.Ф.Степанюк //Тез.докл. межотрасл. научно-техн. семинара. -М. 1991. - С. 30-32.