

Riabtsev G. L., Kukoba S. V.

#### CONCENTRATION OF AMMONIUM CHLORIDE ON MFFK AND PVC MEMBRANES

*Much attention to the problems of steady development of economy lately spared. The decision of this question is related to active introduction in industry of molecular and nanotechnology. They must replace outdated powerful and ecologically dangerous productions developed in Ukraine in soviet time, and provide our country a main place in the world division of labor. Membrane distillation belongs to such breach technologies.*

*Membrane distillation is a process of membrane separation of the liquid systems on molecular level, which consists in evaporation of volatile component solution through the pores of polymeric membrane and condensation of it on the opposite side of this membrane. The term 'contact membrane distillation' is applied to processes which have the following characteristics: the membrane must be porous and not moistened; there must be no capillary condensation within the membrane pores; only vapour should be transferred through the membrane pores; both sides of membrane must be in direct contact with the liquid; for each component the driving force of the mass transfer is the partial pressure gradient in the vapour phase.*

*The paper proposes an analysis of experimental data of membrane concentration of ammonium chloride on MFFK and PVC membranes, conclusions regarding the optimal choice of the membrane and the mode of application. Conclusions about the prospects for the application of this process in the future are formulated.*

**Keywords:** membrane separation, contact membrane distillation, concentration of ammonium chloride.

#### References

1. El-Bourawi M. S. A framework better understanding membrane distillation separation process (Review) / M. S. El-Bourawi, Z. Ding, R. Ma, M. Khayet // J. Membr. Sci. – 2006. – V. 285 – P. 4-29.
2. Zmiievskiy Yu. H. Doslidzhennia protsesu kontaktnoi membranoi dystyliatsii v protsesi vyrobnytstva laktozy [Investigation of contact membrane distillation in the production of lactose] / Yu. H. Zmiievskiy, V. H. Myronchuk, D. D. Kucheruk // Kharchova promyslovist. – 2011. – # 10. – S. 291-296.
3. Myronchuk V. H. Zastosuvannia membranoi dystyliatsii v protsesi utylizatsii pisliaspyrtovoi zernovoi bardy [Application of membrane distillation in grain bards recovery] / V. H. Myronchuk, L. V. Korniienko // Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv : temat. zb. nauk. pr. / holov. red. O. O. Shubin ; Donets. nats. un-t ekonomiky i torhivli im. M. Tuhan-Baranovskoho. – 2011. – Vyp. 27. – S. 131-135.

---

УДК 502.7:504.05:665.612:658.26

ВДОВЕНКО С. В., асп.

Национальный авиационный университет Украины

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ШЛАМОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

*Показана важность переработки нефтяных шламов. Определены наиболее важные исходные характеристики и проведен анализ технологий переработки нефтяных шламов, образующихся на нефтеперерабатывающих заводах. Функционально-стоимостной анализ базовых технологий утилизации нефтяных шламов показал, что наивысшую интегральную оценку имеет технология термодесорбции и трехфазного центрифугирования.*

**Ключевые слова:** углеводороды, нефтеперерабатывающий завод, переработка нефтяного шлама, функционально-стоимостной анализ.

© Вдовенко С. В., 2013.

**Постановка проблемы.** Одним из наиболее опасных загрязнителей природной среды являются токсичные отходы антропогенного происхождения – нефтяные шламы (НШ), образующиеся, как побочный продукт нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ). Эти отходы представляют собой сложные смеси переменного состава, включающие нефтяные углеводороды (как правило, в виде высококипящих мазутных фракций нефти), землю, песок, глину, механические включения, ил, воду, эмульсии и пр. В основном, НШ представ-

ляют собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие 10...56 % нефтепродуктов, 30...85 % воды, а также 13...46 % твердых примесей [1–3].

По существующей практике, НШ, образующиеся в результате технологических операций переработки нефти и нефтепродуктов, накапливают и хранят в открытых хранилищах на территориях очистных сооружений НПЗ, нанося вред окружающей среде. Объемы этих отходов постоянно растут, поэтому проблема очистки и утилизации НШ имеет глобальный характер [4, 5].

Технологии переработки НШ требуют значительных эксплуатационных и капитальных затрат, однако в условиях растущего дефицита и значительного удорожания топлива и по причине ужесточения требований к охране окружающей среды, эти затраты являются целесообразными. Приоритет в финансировании получают проекты, позволяющие минимизировать количество продуктов переработки НШ, или дающие возможность повторно и с выгодой их использовать. Поэтому технологии переработки НШ отечественных и зарубежных фирм направлены, в основном, на выделение и утилизацию нефти и нефтепродуктов [6].

Решение проблемы переработки НШ в условиях действующих НПЗ требует определения оптимальной и универсальной базовой технологии, учитывая качественный состав НШ, присущих для НПЗ.

**Анализ технологических методов переработки НШ.** Решающими факторами, определяющими загрязняющие свойства НШ, а также возможные направления их переработки и нейтрализации вредного воздействия на объекты природной среды, являются состав и физико-химические свойства НШ, которые способны изменяться во времени. Именно этим объясняется неизбежность многообразия используемых технологий и оборудования переработки НШ (табл. 1) [6–8].

Существующие на сегодня технологии переработки НШ отличаются большим разнообразием, разной степенью эффективности и высокой стоимостью. Вопрос, какие именно технологии переработки нефтяного шлама являются наиболее целесообразными для дальнейших исследований, разработки и внедрения на НПЗ, требует обоснования. Поэтому **целью** работы является определение оптимальной технологии переработки НШ НПЗ путем использования метода функционально-стоимостного анализа (ФСА) наиболее важных характеристик таких технологий.

Метод ФСА предоставляет возможность однозначно сформулировать основу ранжирования, а также имеет простой математический аппарат [9–11]. В данном методе не существует зависимости мнения эксперта от характеристик, предлагаемых для сравнения.

**Результаты исследований и их анализ.** Для выполнения ФСА технологий переработки НШ НПЗ были выбраны следующие исходные характеристики:

$X_1$  – класс опасности продуктов переработки НШ (регламентируется приказом Министерства природных ресурсов РФ от 15.06. 01 № 511). Опасность отходов определяется их токсичностью по отношению к живым организмам, а также условиями хранения или размещения в окружающей среде. В основу современных технологий переработки НШ положен принцип получения экологически безопасных продуктов переработки и углеводородов, возвращаемых в технологический цикл НПЗ;

$X_2$  – глубина отбора углеводородов из НШ. Под ним понимают количество полученных из 1 т НШ свободных углеводородов, которые в дальнейшем идут на повторную переработку;

$X_3$  – объем конечных продуктов переработки НШ и возможность их промышленного использования. От показателя зависят дальнейшие затраты НПЗ, связанные с транспортированием, захоронением или утилизацией НШ. Очевидно, что минимизация продуктов переработки НШ и возможность их промышленного использования делают технологию более предпочтительной;

$X_4$  – удельная стоимость переработки НШ. Удельная стоимость представляет собой сумму переменных и постоянных затрат на единицу перерабатываемого НШ. Показатель уменьшается при условии отбора углеводородов из НШ и промышленного использования переработанного НШ;

$X_5$  – диапазон содержания углеводородов в НШ, при котором эффективно работает оборудование. От параметра зависит возможность установки перерабатывать разные по составу и физико-химическим характеристикам НШ;

$X_6$  – площадь, занимаемая установкой переработки НШ. Параметр должен быть минимизирован;

$X_7$  – транспортное исполнение установки переработки НШ. Мобильность установки позволяет перерабатывать образующиеся НШ по месту их образования в разных точках НПЗ и на прилегающих территориях. Для стационарных установок необходимо предусматривать транспорт для перевозки НШ по территории НПЗ и за его пределами к месту переработки;

$X_8$  – температурные условия окружающей среды, при которых работает технологическое оборудование. От данной характеристики зависит непрерывность процесса переработки НШ и затраты, связанные со строительством дополнительных обогреваемых зданий и сооружений под технологическое оборудование.

$X_9$  – использование реагентов в технологии переработки НШ. Данная характеристика непосредственно влияет на затраты, связанные с переработкой НШ. Минимизация потребления реагентов делает технологию более экологически чистой.

**Таблица 1 – Преимущества и недостатки методов и технологий переработки НШ**

Метод	Технология	Преимущества	Недостатки
Термический	Косвенная термодесорбция	1. Возможность переработки НШ разного происхождения и состава. 2. Извлечение из НШ углеводородных ресурсов. 3. Получение экологически чистого продукта переработки НШ, имеющего возможность промышленного использования. 4. Отсутствует потребление реагентов	1. Выбросы дымовых газов в атмосферу 2. Высокая стоимость оборудования 3. Относительно низкая производительность
Химический	Химическое капсулирование	1. Возможность переработки НШ разного происхождения и состава. 2. Высокая скорость протекания химических реакций капсулирования 3. Получение продукта переработки НШ, имеющего возможность промышленного использования в дорожном строительстве 4. Низкая стоимость оборудования	1. Высокий удельный расход реагентов. 2. Большой объем образующихся продуктов переработки НШ. 3. Отсутствует возможность извлечения углеводородных ресурсов из НШ
Механический	Трехфазное центрифугирование	1. Извлечение из НШ углеводородных ресурсов. 2. Высокая производительность	1. Переработка только жидких НШ 2. Высокая стоимость оборудования 3. Для полного обезвреживания остатков НШ требуется их дополнительная переработка 4. Максимальное содержание твердых частиц в декантере не более 15%
Биологический	Биоредимпация, фиторемедиация	1. Получение экологически чистого продукта переработки НШ 2. Низкая стоимость оборудования 3. Возможность одновременной переработки НШ больших объемов	1. Переработка НШ с незначительным содержанием углеводов 2. Необходимость организации полигонов большой площади 3. Строгая зависимость от температурных условий 4. Длительность процесса 5. Опасность заражения очищаемых территорий новыми микроорганизмами 6. Отсутствует возможность извлечения углеводородных ресурсов из НШ 7. Использование удобрений для жизнедеятельности микроорганизмов
Отмыв НШ	Экстракция	1. Получение экологически чистого продукта переработки НШ 2. Возможность переработки НШ разного происхождения. 3. Извлечение из НШ углеводородных ресурсов.	1. Высокая стоимость оборудования 2. Использование растворителей

Для сравнительного анализа выбраны базовые технологии переработки НШ [1, 2, 5–8, 12–15]:  $Y_1$  – химическое капсулирование НШ;  $Y_2$  – косвенная термическая десорбция НШ;  $Y_3$  – биологическая очистка НШ;  $Y_4$  – механическое трехфазное центрифугирование НШ;  $Y_5$  – отмыв НШ растворителями.

Для определения максимально эффективной технологии переработки НШ НПЗ по указанным выше характеристикам осуществлен функционально-стоимостной анализ (ФСА). При девяти характеристиках необходимое количество парных сравнений равно 36.

Метод парных сравнений ФСА предполагает процесс ранжирования характеристик по степени важности (весомости). Для этого каждой характеристике присвоен индекс (табл. 2). При парном сравнении характеристик использованы три степени весомости: более значимая – оценка 1,5; менее значимая – оценка 0,5 и равнозначные между собой – оценка 1.

Таблица 2 – Исходные данные для анализа

Индекс исходной характеристики	Индекс технологии переработки				
	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
$X_1$	4	5	4...5	2...3	4...5
$X_2$	0 %	98 % и более	0 %	до 80 %	97 % и более
$X_3$	увеличивается; зависит от содержания углеводов; колеблется в диапазоне 1...2 (по объему) или 2...4 для высокотоксичных НШ	уменьшается на объем отобранных углеводов и воды	уменьшается на объем разложившихся углеводов	уменьшается на объем отобранных углеводов и воды	
$X_4$	1,5...2,0	2,0...2,5	1	2	2,5...3,0
$X_5$	не регламентируется	до 30 % об.	до 7 % масс.	от 10 % об.	не регламентируется
$X_6$	до 600 м <sup>2</sup>	до 500 м <sup>2</sup>	более 10 000 м <sup>2</sup>	до 600 м <sup>2</sup>	до 1500 м <sup>2</sup>
$X_7$	мобильная или стационарная	мобильная или стационарная	стационарная	мобильная или стационарная	стационарная
$X_8$	от минус 15 °С и выше	от плюс 5 °С и выше	от плюс 5 °С и выше	от плюс 5 °С и выше; требуется предварительный нагрев до 70...100 °С	любые температурные условия при предварительном нагреве
	при более низких температурах оборудование размещают в отапливаемом помещении				
$X_9$	значительный расход извести и модификатора	не используются	незначительный расход удобрений для жизнедеятельности микроорганизмов	незначительный расход флокулянта	использование растворителей

Опрошено пять независимых экспертов, каждому из которых было предложено сравнить попарно характеристики  $X_1$ – $X_9$  и выбрать из каждой пары более весомую характеристику технологий переработки.

Экспертами выступили: главный инженер представительства компании Emerol Ltd в Туркменистане С. Вдовенко, руководитель проектов компании Speks (Латвия) С. Бабайцев, руководитель проектов компании «Нафтарос» (РФ) Р. Шахрамьян, руководитель экологического департамента компании Кеепесо (Великобритания) О. Солодков, руководитель экологического департамента представительства компании Emerol Ltd в Туркменистане А. Щербина. Эксперты имеют большой опыт работы на различных НПЗ и участвовали в реализации проекта утилизации нефтешламов Туркменбашинского НПЗ.

Итоговую (среднюю) оценку степени весомости каждой из избранных характеристик устанавливали как результат мнения всех экспертов  $k_1 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m B_i$ , где  $B_i$  – весомость характеристики, определенная каждым экспертом;  $m$  – количество экспертов. Средняя оценка второго из двух сравниваемых критериев  $k_2 = 2 - k_1$  (табл. 3).

Таблиця 3 – Экспертные оценки

Сравниваемые пары	Оценка эксперта					Средняя оценка	
	1	2	3	4	5	$k_1$	$k_2$
$X_1 - X_2$	1,5	1	1,5	1,5	1	1,3	0,7
$X_1 - X_3$	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,4	0,6
$X_1 - X_4$	1,5	1	1	1	0,5	1	1
$X_1 - X_5$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_1 - X_6$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_1 - X_7$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_1 - X_8$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_1 - X_9$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_2 - X_3$	0,5	1,5	1,5	1	1,5	1,2	0,8
$X_2 - X_4$	0,5	0,5	0,5	1	1	0,7	1,3
$X_2 - X_5$	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,6	1,4
$X_2 - X_6$	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	0,6
$X_2 - X_7$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_2 - X_8$	1,5	1	1	1,5	1	1,2	0,8
$X_2 - X_9$	1	1	1,5	1,5	0,5	1,1	0,9
$X_3 - X_4$	0,5	0,5	0,5	1	1	0,7	1,3
$X_3 - X_5$	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,6	1,4
$X_3 - X_6$	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,4	0,6
$X_3 - X_7$	1,5	1	1,5	1,5	1	1,3	0,7
$X_3 - X_8$	1	1,5	1,5	1	1,5	1,3	0,7
$X_3 - X_9$	1,5	1	1	0,5	1,5	1,1	0,9
$X_4 - X_5$	1,5	1	1	1,5	0,5	1,1	0,9
$X_4 - X_6$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_4 - X_7$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_4 - X_8$	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1,4	0,6
$X_4 - X_9$	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,4	0,6
$X_5 - X_6$	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,4	0,6
$X_5 - X_7$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
$X_5 - X_8$	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1,4	0,6
$X_5 - X_9$	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,4	0,6
$X_6 - X_7$	0,5	1	1	0,5	0,5	0,7	1,3
$X_6 - X_8$	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,6	1,4
$X_6 - X_9$	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,6	1,4
$X_7 - X_8$	0,5	0,5	1	1	0,5	0,7	1,3
$X_7 - X_9$	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,6	1,4
$X_8 - X_9$	0,5	1	0,5	1	0,5	0,7	1,3

По данным экспертного опроса заполнена таблица приоритетов характеристик (табл. 4). Значения, расположенные выше главной диагонали матрицы в табл. 4, соответствуют средним оценкам  $k_1$  в табл. 3. Значения, расположенные ниже главной диагонали, – оценкам  $k_2$ . Коэффициент приоритета рассчитан для каждой строки таблицы, как  $k_{пр} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} k_i$ , где  $n$  – количество сравниваемых характеристик.

Затем выполнена балльная оценка каждой характеристики с оценкой каждого значения согласно степени целесообразности в технологическом процессе. Наилучшим значениям присвоено 10 баллов; близким к наилучшим – 8...9; приемлемым – 4...7; близким к приемлемым – 2...3; неудовлетворительным – 0...1 (табл. 5).

Выполнив балльное оценивание и зная приоритет каждой характеристики, можно определить их интегральные оценки (табл. 6).

Таблиця 4 – Приоритет исходных характеристик

Индекс	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	Сумма	k <sub>пр</sub>	Приоритет
X <sub>1</sub>	0	1,3	1,4	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	11,2	0,156	1
X <sub>2</sub>	0,7	0	1,2	0,7	0,6	1,4	1,5	1,2	1,1	8,4	0,117	4
X <sub>3</sub>	0,6	0,8	0	0,7	0,6	1,4	1,3	1,3	1,1	7,8	0,108	5
X <sub>4</sub>	1	1,3	1,3	0	1,1	1,5	1,5	1,4	1,4	10,5	0,146	2
X <sub>5</sub>	0,5	1,4	1,4	0,9	0	1,4	1,5	1,4	1,4	9,9	0,138	3
X <sub>6</sub>	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0	0,7	0,6	0,6	4,7	0,065	9
X <sub>7</sub>	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	1,3	0	0,7	0,6	5,3	0,074	8
X <sub>8</sub>	0,5	0,8	0,7	0,6	0,6	1,4	1,3	0	0,7	6,6	0,092	7
X <sub>9</sub>	0,5	0,9	0,9	0,6	0,6	1,4	1,4	1,3	0	7,6	0,106	6

Таблиця 5 – Балльная оценка исходных характеристик

Индекс технологии переработки	Балльная оценка исходных характеристик								
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
Y <sub>1</sub>	7	0	0	3	9	9	9	8	0
Y <sub>2</sub>	10	10	10	2	8	10	9	5	10
Y <sub>3</sub>	7	0	7	10	3	0	1	4	4
Y <sub>4</sub>	3	7	8	4	6	9	9	4	6
Y <sub>5</sub>	8	9	9	1	9	3	1	4	3

Таблиця 6 – Интегральная оценка технологий переработки нефтешламов

Технология	Интегральная оценка									Сумма оценок	Приоритет
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>		
Косвенная термодесорбция	1,56	1,17	1,08	0,29	1,10	0,65	0,66	0,46	1,06	<b>8,03</b>	<b>1</b>
Трехфазное центрифугирование	0,47	0,82	0,87	0,58	0,83	0,59	0,66	0,37	0,63	<b>5,81</b>	<b>2</b>
Отмыв НШ растворителями	1,24	1,05	0,98	0,15	1,24	0,20	0,07	0,37	0,32	<b>5,61</b>	<b>3</b>
Химическое капсулирование	1,09	0,00	0,00	0,44	1,24	0,59	0,66	0,73	0,00	<b>4,75</b>	<b>4</b>
Биологическая очистка	1,09	0,00	0,76	1,46	0,41	0,00	0,07	0,37	0,42	<b>4,58</b>	<b>5</b>

**Выводы.** Метод ФСА позволил провести сравнительный анализ наиболее прогрессивных технологий переработки НШ, образующихся на НПЗ, и определить их интегральные оценки. Наивысшие оценки получили технологии косвенной термодесорбции и трехфазного центрифугирования.

Таким образом, чтобы уменьшить потери углеводородных ресурсов на НПЗ, улучшить экологическую ситуацию и достичь максимального экономического эффекта, необходимо сосредоточить внимание на комбинировании механического и термического методов переработки НШ с применением трехфазных сепараторов для извлечения углеводородных ресурсов и термодесорбционных блоков для переработки твердых отходов в экологически чистый и нейтральный продукт.

#### Список использованной литературы

1. *Абросимов А. А.* Экология переработки углеводородных систем / А. А. Абросимов – М. : Химия, 2002. – 608 с.
2. *Ибатулин Р. Р.* Исследование свойств нефтешламов и способы их утилизации / Р. Р. Ибатулин, И. И. Мугин, М. Н. Исхакова, К. Г. Сахабутдинов // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 11. – С. 116–118.
3. *Дметриевский А. Б.* Идентификация и минимизация химического и радиационного загрязнения окружающей среды нефтешламами : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.26.03 / А. Б. Дметриевский. – СПб. : СП ГТИ, 2007. – 29 с.
4. *Соркин Я. Г.* Безотходное производство в нефтеперерабатывающей промышленности / Я. Г. Соркин. – М. : Химия, 1983. – 200 с.
5. *Филатов Д. А.* Отмыв нефтешлама композициями ПАВ с последующей биодеструкцией нефти в отработанном растворе / Д. А. Филатов, Сваровская Л. И., Алтунина Л. К. // Вода: химия и экология. – 2011. – № 2. – С. 41–46.

6. Сейдов А. Рынок оборудования по утилизации нефтешлама в РФ в 2004–2012 гг. / А. Сейдов, И. Рухля, Ю. Фомин, О. Плиткина – М. : АТ Consulting, 2012. – 140 с.
7. Хайдаров Ф. Р. Нефтешламы. Методы переработки и утилизации / Ф. Р. Хайдаров. – Уфа : Монография, 2003. – 74 с.
8. Романцева С. В. О взаимосвязи углеродного состава нефтешламов с методами их утилизации / С. В. Романцева, А. П. Ликсутина // Вестник Тамбовского университета ; сер. «Естественные и технические науки». – 2003. – № 1. – С. 129-130.
9. Горлова Л. П. Организация функционально-стоимостного анализа на предприятии / Л. П. Горлова, Е. П. Крыжановская, В. В. Муровская. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 127 с.
10. Грамп Е. А. Опыт использования функционально-стоимостного анализа в промышленности США / Е. А. Грамп, Л. М. Соркина. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 127 с.
11. Рузинов Л. П. Статистические методы оптимизации химических процессов / Л. П. Рузинов – М. : Химия, 1972. – 200 с.
12. Нератов Д. Нефтешлам – в дело / Д. Нератов // Трубопроводный транспорт нефти. – 2007. – № 9. – С. 6–8.
13. Мингулов Ш. Г. Опыт природоохранной деятельности ООО «НГДУ Туймазанефть» в области биоразложения нефтешламов и улавливания легких фракций углеводородов / Ш. Г. Мингулов, Ф. Н. Миникаев // Нефтяное хозяйство. 2004. – № 8. – С. 40–41.
14. Глезин И. К. Пиролиз твердых отходов нефтеперерабатывающей промышленности / И. К. Глезин, В. И. Петров, Т. А. Тимофеев – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1981.
15. Ручкина О. И. Экологически безопасная утилизация твердых нефтеотходов / О. И. Ручкина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2003. – Вып. 4. – С. 29-32.

Надійшла до редакції 01.04.2013.

---

**Vdovenko S. V.**

#### SLUDGE PROCESSING TECHNOLOGY PETROLEUM OIL REFINERY ANALYSIS

*At existing practice the oil sludge formed as a result of crude oil and oil products refining process are collected and stored in open depots in territories of the Refinery treatment facilities, therefore harming the environment. Volumes of this waste are constantly increasing therefore the issue of sludge refining and recycling has a global nature. The sludge processing technologies require considerable operational and capital expenses however in the conditions of increasing deficiency and considerable rise in price of fuel as well as because of the environment protection requirements strengthening these expenses are expedient. Herewith the priority in financing is received by the projects allowing to minimize number of the sludge processing products or enabling to use them over again at a profit. Therefore all existing for today practical studies in the field of technology of sludge processing both of domestic and foreign companies are basically targeted on crude oil and oil products separation and recycling.*

**Keywords:** hydrocarbons, refinery, oil sludge processing, value analysis.

#### References

1. Abrosimov A. A. Jekologija pererabotki uglevodorodnyh sistem [Ecology of processing of hydrocarbonic systems] / A. A. Abrosimov. – М. : Himija, 2002. – 608 s.
2. Ibatulin R. R. Issledovanie svojstv nefteshlamov i sposoby ih utilizacii [Research of properties of oil slimes and ways of their utilization] / R. R. Ibatulin, I. I. Mutin, M. N. Ishakova, K. G. Sahabutdinov // Neftjanoe hozjajstvo. – 2006. – No 11. – S. 116–118.
3. Dmetrievskij A. B. Identifikacija i minimizacija himicheskogo i radiacionnogo zagraznenija okru-zhajushhej sredy nefteshlamami [Identification and minimization of chemical and radiation environmental pollution by oil slimes] : avtoref. dis... kand. tehn. nauk : 05.26.03.– SPb. : SP GTI, 2007. – 29 s.
4. Sorkin Ja. G. Bezothodnoe proizvodstvo v neftepererabatyvajushhej promyshlennosti [Waste-free production in oil-processing industry] / Ja. G. Sorkin. – М. : Himija, 1983. – 200 s.
5. Filatov D. A. Otmyv nefteshlama kompozicijami PAV s posledujushhej biodestrukciej nefti v otrabotannom rastvore [Washing of sludge compositions surfactants with subsequent biodegradation of oil in the waste solution] / D. A. Filatov, Svarovskaja L. I., Altunina L. K. // Voda: himija i jekologija. – 2011. – No 2. – S. 41–46.

6. *Sejdov A.* Rynok oborudovaniya po utilizacii nefteshlama v RF v 2004–2012 g. [The equipment market on oil slime utilization in the Russian Federation in 2004–2012.] / A. Sejdov, I. Ruhlja, Ju. Fomin, O. Plitkina – M. : AT Consulting, 2012. – 140 s.
  7. *Hajdarov F. R.* Nefteshlamy. Metody pererabotki i utilizacii [Oil slimes. Processing and utilization methods]. – Ufa : Monografija, 2003. – 74 s.
  8. *Romanceva S. V.* O vzaimosvjazi uglerodnogo sostava nefteshlamov s metodami ih utilizacii [About interrelation of carbon composition of oil slimes with methods of their utilization] / S. V. Romanceva, A. P. Liksutina // Vestnik Tambovskogo universiteta ; serija estestvennye i tehnicheckie nauki. – 2003. – No 1. – S. 129-130.
  9. *Gorlova L. P.* Organizacija funkcional'no-stoimostnogo analiza na predpriyatii [Organisation of the functional and cost analysis at the enterprise] / L. P. Gorlova, E. P. Kryzhanovskaja, V. V. Murovskaja. – M. : Finansy i statistika, 1982. – 127 s.
  10. *Gramp E. A.* Opyt ispol'zovaniya funkcional'no-stoimostnogo analiza v promyshlennosti SShA [Experience of use of the functional and cost analysis in the industry of the USA] / E. A. Gramp, L. M. Sorkina. – M. : Finansy i statistika, 1982. – 127 s.
  11. *Ruzinov L. P.* Statisticheskie metody optimizacii himicheskikh processov [Statistical methods of optimization of chemical processes] / L. P. Ruzinov – M.: Hi-mija, 1972. – 200 s.
  12. *Neratov D.* Nefteshlam – v delo [Oil slime – in business] / D. Neratov // Truboprovodnyj transport nefiti. – 2007. – No 9. – S. 6–8.
  13. *Mingulov Sh. G.* Opyt prirodohrannoj dejatel'nosti OOO «NGDU Tujmazanef't» v oblasti biora-zlozhenija nefteshlamov i ulavlivanija legkih frakcij uglevodorodov [Experience of nature protection activity of JSC NGDU Tuymazanef't in the field of biodegradation of oil slimes and catching of easy fractions of hydrocarbons] / Sh. G. Mingulov, F. N. Minikaev // Neftjanoe hozjajstvo. – 2004. – No 8. – S. 40–41.
  14. *Glezin I. K.* Piroliz tverdyh othodov neftepererabatyvajushhej promyshlennosti [Pyrolysis of solid waste of oil-processing industry] / I. K. Glezin, V. I. Petrov, T. A. Timofeev – M. : CNIITJeneftehim, 1981.
  15. *Ruchkinova O. I.* Jekologicheski bezopasnaja utilizacija tverdyh nefteothodov [Ecologically safe utilization of firm petrowaste] / O. I. Ruchkinova // Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse. – 2003. – No 4. – S. 29–32.
-