

УДК 574

О ПОДХОДАХ К КЛАССИФИКАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ*

А.А. Пименов, Д.Е. Быков, А.В. Васильев

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Проведен анализ существующих критериев и подходов к классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки, рассмотрены литературные источники по данной проблеме. Разработана систематизация видов классификации нефтесодержащих отходов по различным классификационным признакам. Сделан вывод о необходимости создания комплексной классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки.

Ключевые слова: *отходы, нефтегазовая отрасль, побочные продукты, нефтепереработка, систематизация, классификация.*

За последнее время существенно вырос уровень негативных воздействий на окружающую среду. Одной из актуальных проблем является снижение негативного воздействия отходов нефтегазовой отрасли.

Отходы нефтегазовой отрасли и побочные продукты нефтепереработки, как правило, представляют собой разнородные по своему химическому, компонентному, фазовому составу и физико-химическим (физико-механическим) свойствам сложные многокомпонентные смеси веществ [1-9, 11]. Поэтому они являются одними из наиболее технически сложных объектов переработки. Это обуславливает сложность разработки классификации данного вида отходов. Поэтому разработка комплексной классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки является актуальной задачей.

Авторами проведен анализ существующих критериев и подходов к классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки, рассмотрены литературные источники по данной проблеме. Ранее рядом авторских коллективов велась работа по систематизации информации о классификации нефтегазовых отходов и побочных продуктов: Д.Е. Быковым [1], объединенным коллективом авторов Института проблем нефти и газа РАН и ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и др. Детальная система классификации, совмещающей в себе различные аспекты обращения с отходами, содержится в Государственном кадастре отходов. Кадастр представляет собой свод данных об отходах производства и потребления, содержащий информацию об отходах (происхождение, количество, состав, свойства, уровень воздействия на окружающую среду, условия

* Работа выполнена по заданию Министерства образования и науки РФ на проведение НИР «Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации отходов производства и потребления». Код проекта 2006.

Андрей Александрович Пименов (к.х.н.), директор научно-аналитического центра промышленной экологии СамГТУ.

Дмитрий Евгеньевич Быков (д.т.н., проф.), ректор СамГТУ.

Андрей Витальевич Васильев (д.т.н., проф.), заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология».

размещения, технологии использования и обезвреживания) на уровне Российской Федерации, субъектов Федерации и предприятий, осуществляющих свою деятельность в области обращения с отходами.

Кадастр состоит из трех самостоятельных разделов:

- каталог отходов, составленный в соответствии с Федеральным классификационным каталогом;
- реестр объектов размещения отходов;
- банк данных по отходам и технологиям использования и обезвреживания отходов.

Создание и ведение Государственного реестра объектов размещения отходов (ГРОРО) включает в себя паспортизацию объектов размещения отходов, классификацию объектов размещения отходов и присвоение кода объектам размещения отходов по типу объекта размещения отходов и категории его экологической опасности.

Банк данных по отходам, технологиям их использования и обезвреживания осуществляет систематический учет сбора, накопления, размещения, использования и перемещения отходов, образующихся на территории Российской Федерации, регистрацию действующих технологий использования и (или) обезвреживания отходов, классификацию и присвоение кода технологии использования или обезвреживания отходов.

Основным достоинством кадастра отходов как источника информации наряду с систематичностью приведенных данных является их достоверность. Составы и свойства отходов, внесенные в кадастр, определены в аккредитованных лабораториях и проверены специалистами специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды. Технологии, содержащиеся в банке данных по отходам и технологиям, перед занесением в кадастр подвергнуты государственной экологической экспертизе. Кадастр отходов – главный информационный источник в области обращения с отходами в Российской Федерации.

Указанная выше классификационная база данных является наиболее совершенной, потому что в ней охвачен весь «жизненный цикл» отходов. Однако экологическая эффективность кадастра зависит и от того, насколько полно и широко в нем будут представлены технологии переработки и обезвреживания промышленных отходов, в том числе и отходов нефтегазовой отрасли как наиболее крупнотоннажных и одних из самых токсичных. К сожалению, в настоящее время технологии переработки отходов добычи и переработки углеводородов по своему количеству значительно уступают технологиям, производящим отходы. Соответственно, существует большое количество нефтегазоотходов, не находящихся применения в производственной деятельности общества. Этот факт является следствием того, что технологии переработки отходов производства создаются по «фрагментарному принципу»: экономические показатели процессов вступают в противоречие с экологическими параметрами производств, многие внедренные технологии на предприятиях не распространяются на отрасль в целом, переработке подвергаются, как правило, только простые по составу, как правило, «свежие» отходы и т. д. При этом проблема накопленного экологического ущерба, особенно в случае «бесхозных» нефтешламонакопителей, не имеет комплексного методически проработанного решения.

В литературе приводятся сведения о многочисленных подходах к классификации нефтесодержащих отходов по различным признакам [1, 7-12]. В основу их

создания положена, как правило, необходимость выделения границ составов и свойств отходов, для которых авторами классификации разрабатывается технология утилизации.

К анализируемым видам отходов вполне может быть адаптирована классификация промышленных отходов И.П. Наркевича и В.В. Печковского [12] по методам их утилизации и (или) удаления, которая предполагает разделение всех отходов на группы: отходы, подлежащие повторному использованию; отходы, которые необходимо складировать или захоранивать после предварительной переработки. В этой классификации, к сожалению, отсутствует информация о самих отходах, их физико-химических свойствах, качественном и количественном составе, что совершенно необходимо для выбора и реализации технологии переработки, складирования, захоронения или уничтожения промышленных отходов.

В технических условиях ТатНИПИнефть ТУ 0258-085-00147585-2003 для различных марок нефтешламов (в зависимости от состава и технологической принадлежности) даются рекомендуемые пути использования (табл. 1).

Таблица 1

Классификация нефтесодержащих отходов и методы переработки

Марка нефтешлама	Вид образуемого нефтешлама	Рекомендуемые пути использования
А	Донные осадки резервуаров	Получение углеводородов, смазок неотвественных механизмов цепей, форм при изготовлении бетонных плит на домостроительных комбинатах и заводах ЖБК, в качестве профилактических средств для предотвращения смерзания угля и для предохранения от ветровой эрозии при его перевозке, сжигание в качестве печного топлива
Б-1	Отработанный буровой раствор	Использование в производстве кирпича
Б-2		Использование в производстве керамзита
В	Нефтешламы, образующиеся при ремонте скважин и авариях на нефтепроводах	Получение строительного битума, асфальтобетонной смеси; после отверждения – использование при сооружении дорог, посыпка льда, изготовление облицовочного материала для различных хранилищ
Г-1	Нефтешламы нефтеперерабатывающей промышленности	Получение битума
Г-2		Получение сернистого газа, сернокислого аммония и высокосернистого кокса
Д	Нефтешламы, образующиеся в процессе мойки труб на трубных базах	Получение парафина

Состав нефтешламов представлен обширным перечнем соотношений компонентов. Анализ литературных данных о ранее проведенных исследованиях НСО различных регионов России показывает, что они характеризуются широким диапазоном состава, однако имеют общую тенденцию физико-химических характеристик слоев компонентов накопителей нефтесодержащих отходов.

Экстракты из нефтешламов в хлористом метиле, гексане, ацетоне и хлороформе представляют собой сложные смеси углеводородов различного строения, включающие предельные углеводороды от тридекана ($C_{13}H_{28}$) до триаконтана ($C_{30}H_{62}$), циклопарафины, алкилбензолы, нафталины, ПЦА, кислородсодержащие соединения. В отбензиненном шламе преобладают алканы $C_{17}-C_{35}$ в близких количествах (4-6 %). Во фракции, выкипающей при 350-495 °С, в основном представлены углеводороды $C_{19}-C_{26}$. Групповой состав углеводородной части нефтешламов представлен в табл. 2.

Таблица 2

Групповой состав углеводородной части нефтесодержащих отходов

Групповой химический состав, % мас.	ООО «Лукойл-Волгоград-нефтепереработка» [8]	ОАО «Салават-нефтеоргсинтез» [8]	Донный НШ ОАО «Башнефтехим» [8]	ОАО «Самаранефтегаз»
Парафино-нафтеновые углеводороды	45,9	49,6	33,2	50,6
Моноциклические ароматические	5,7	6,8	1,8	18,8
Би-, и трициклические ароматические	6,8	10,7	4,6	10,8
Полициклические ароматические	12,7	11,6	19,4	7,7
Смолы (в сумме)	24,0	17,1	27,2	7,3
Асфальтены	4,9	4,2	13,8	4,8

Следует отметить, что в литературе не приводятся сведения о классификации нецелевых (побочных) продуктов нефтепереработки. Вероятно, это связано с отсутствием работ, посвященных систематическому изучению вопросов их максимально эффективного использования в производстве нефтепродуктов.

Еще в 1979 г. [13] имела место первая попытка классифицировать все промышленные отходы по типам: материальные и энергетические с указанием подтипов-отраслей их получения и агрегатного состояния с помощью определенной символики. Во-первых, эта система не дает представления о фазовом и химическом составе отходов; во-вторых, деление их на материальные и энергетические не имеет строгой границы.

Позднее сформировалось представление [11] о возможности решения проблемы классификации всего разнообразия промышленных отходов путем создания картотеки, их кодирования от завода до отрасли в целом по различным признакам: отрасль образования, природа, фазовое состояние, состав, накопленное количество, класс токсичности, возможные методы утилизации или удаления.

В результате совместных усилий научных, проектных организаций и специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды в 1997 году в России появился Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО). В 2014 году эта классификация отходов была модифицирована, некоторые виды отходов были объединены в более крупные группы, а иные – наоборот – разделены на более детальные таксоны. Не умаляя достоинств ФККО, следует признать, что он не дает ключа к полноценному, законченному решению проблемы утилизации нефтегазопромышленных отходов сложного состава. Они отличаются особой опасностью из-за наличия высоких концентраций токсичных органических и неорганических веществ, неоднородного фазового состава, что значительно затрудняет поиск способов защиты биосферы от их воздействия.

Разработанная авторами систематизация видов классификации нефтесодержащих отходов по различным классификационным признакам приведена в табл. 3.

Таблица 3

Систематизация видов классификации нефтесодержащих отходов по различным классификационным признакам

1. По условиям образования:
<ul style="list-style-type: none"> – продукты сбросов при зачистке нефтяных резервуаров; – продукты аварийных разливов при добыче и транспортировке нефти; – амбарные нефти; – грунтовые нефтешламы; – придонные нефтешламы; – нефтешламы резервуарного типа; – отходы ремонта; – нефтегрунт; – асфальто-смолопарафиновые отложения (АСПО); – отходы безреагентной обработки нефтесодержащих сточных вод; – отходы, образовавшиеся в результате реагентной обработки нефтесодержащих сточных вод; – смешанные отходы трудноразделяемых нефтесодержащих материалов (синтетических ПАВ, флотоконцентратов и др.); – отработанные масла, продукты очистки нефтяных резервуаров; – отходы придонные, образующиеся на дне различных водоемов после произошедшего разлива нефти; – отходы, образующиеся при бурении скважин буровыми растворами на углеводородной основе; – отходы, образующиеся в процессе добычи нефти и в процессе ее очищения; – отходы, образующиеся при хранении и транспортировке нефти в резервуарах, и др.
2. По агрегатному состоянию:
<ul style="list-style-type: none"> – жидкие нефтесодержащие отходы; – твердые и высоковязкие нефтесодержащие отходы; – грунтовые отходы, являющиеся продуктом соединения почвы и пролившейся на нее нефти; – избыточный активный ил и др.

3. По физико-химическим свойствам:
<ul style="list-style-type: none"> – физические свойства; – химический состав; – наличие механических примесей и др.
4. По степени экологической опасности:
<ul style="list-style-type: none"> – класс опасности отходов; – степень токсичности отходов; – область потенциального экологического воздействия (почва, водоемы, грунтовые воды, особо охраняемые природные территории и др.).
5. По типу технологического процесса образования нефтешлама:
<ul style="list-style-type: none"> – нефтешламы, образующиеся при ремонте скважин и авариях на нефтепроводах; – нефтешламы нефтеперерабатывающей промышленности; – нефтешламы, образующиеся в процессе мойки труб на трубных базах и др.
6. По методам переработки:
<p>Термические методы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сжигание в открытых амбарах; – сжигание в печах различного типа и конструкций; – термосушка; – пиролиз и др. <p>Физические методы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – гравитационное отстаивание; – разделение в центробежном поле; – фильтрование и др. <p>Физико-химические методы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – затвердевание путем диспергирования с гидрофобными реагентами; – нейтрализация; – окисление; – электрофизические методы; – флотация; – коагуляция; – сорбция; – экстракция и др. <p>Биологические методы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обработка активным илом; – анаэробное сбраживание; – биотермическое компостирование; – фитоочистка и др.
7. По возможности использования:
<ul style="list-style-type: none"> – отходы, подлежащие повторному использованию; – отходы, подлежащие захоронению; – отходы, подлежащие уничтожению (сжигание и др.).
8. По области применения:
<ul style="list-style-type: none"> – получение углеводородов; – смазка неотвественных механизмов цепей; – получение форм при изготовлении бетонных плит на домостроительных комбинатах и заводах ЖБК, на обогатительных фабриках; – использование в качестве профилактических средств для предотвращения смерзания угля и для предохранения от ветровой эрозии при его перевозке;

- сжигание в качестве печного топлива;
- использование в производстве кирпича;
- использование в производстве керамзита;
- получение битума;
- получение сернистого газа, сернокислого аммония и высокосернистого кокса;
- получение парафина и др.

Рассматривая дальнейшие исследования по *классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки*, следует отметить необходимость создания нормативно-технической базы по видам нефтесодержащих отходов и подходам к их оценке, в том числе по проведению специальных съемок и обследований, выявлению негативных факторов, оценке и прогнозу, предупреждению и устранению негативных процессов при воздействии на человека и биосферу. Необходимо более четко разработать перечень обязательных параметров и критериев при оценке негативного воздействия нефтесодержащих отходов. Следует провести обследование территории Российской Федерации с целью выявления характера, масштаба и уровней загрязнения земель нефтесодержащими отходами. При этом следует более широко использовать современные методы и технические средства мониторинга (включая спутниковые геодезические системы, методы дистанционного зондирования, наземные экспресс-методы, методы биоиндикации и биотестирования и др.).

В целом необходимо создать комплексную классификацию отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки на основе научно обоснованного, выверенного на практике алгоритма изучения ресурсного потенциала и внедрения технологий его максимально эффективного освоения на основе учета происхождения, фазового и химического состава сырья – побочных продуктов и отходов нефтегазовой отрасли. В соответствии со сложностью поставленной задачи и объектов исследования, очевидно, комплексная классификация должна быть многоуровневой. Она может быть распространена и на переработку других промышленных отходов, имеющих менее сложный химический и фазовый состав.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Быков Д.Е.* Разработка комплексной многоуровневой системы исследования и технологий переработки гетерофазных промышленных отходов: Дисс. ... докт. техн. наук. – Самара, 2004.
2. *Васильев А.В.* Комплексный экологический мониторинг как фактор обеспечения экологической безопасности // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Т. 10. – № 2. – С. 23.
3. *Васильев А.В.* Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: Учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. – 201 с.
4. *Васильев А.В.* Исследование токсичности органических отходов на территории бывшего ОАО «Фосфор» // ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: Сб. тр. IV Междунар. эколог. конгресса (VI Междунар. науч.-техн. конф. Науч. ред. А.В. Васильев. – 2013. – С. 46-51.
5. *Васильев А.В., Перешивайлов Л.А.* Глобальный экологический кризис и стратегии его предотвращения. Региональные аспекты защиты окружающей среды: Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по эколог. спец-тям. – Тольятти: Тольяттинский гос. ун-т, 2005.
6. *Васильев А.В., Быков Д.Е., Пименов А.А.* Анализ особенностей и практические результаты экологического мониторинга загрязнения почвы нефтесодержащими отходами // Изв. Самар. науч. центра РАН. – Самара, 2014. – Т. 16. – № 1(6). – С. 1705-1708.
7. *Гладышев Н.Г.* Научные основы рециклинга в техноприродных кластерах обращения с отходами. Дис. ... д-ра технических наук: 03.02.08 / ГОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет». – Иваново, 2013.
8. *Десяткин А.А.* Разработка технологии утилизации нефтяных шламов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.07. –Уфа, 2004. – 24 с.

9. Ермаков В.В., Сухоносова А.Н., Быков Д.Е., Пирожков Д.А. Определение класса опасности нефтешламов // Экология и промышленность России. – 2008. – № 7. – С. 14-16.
10. Жаров О.А., Лавров В.Л. Современные методы переработки нефтешламов // Экология производства. – 2004. – № 5. – С. 43-51.
11. Наркевич И.П. Классификация промышленных отходов // Химическая промышленность. – 1987. – № 4. – С. 51-54.
12. Наркевич И.П., Печковский В.В. Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ. – М.: Химия, 1984. – С. 20-41.
13. Роздин И.А. О классификации производственных отходов // Труды МИТХТ им. Ломоносова. – 1979. – Вып. 1. – Т. IX. – С. 175.

Статья поступила в редакцию 5 октября 2014 г.

ON APPROACHES TO CLASSIFICATION OF OIL-GAS INDUSTRY WASTE AND BY-PRODUCTS OF OIL PROCESSING

A.A. Pimenov, D.E. Bykov, A.V. Vasilyev

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

The paper analyzes the existing methods of shifting the oil well into steady production state. It shows that most control systems that have the bore-hole electric-centrifugal pump use the sensors of dynamic level of liquid. On the basis of the analysis of mathematical model of the oil well the method of its shifting into steady production state without the sensors by means of the open-loop control system is proposed. The analytical expressions are made up, allowing to calculate the parameters of the control input which provides achievement of the required value of dynamic level of liquid in the oil well according to its known parameters.

Keywords: waste, oil gas industry, secondary products, oil processing, systematization, classification.

Andrey A. Pimenov (Ph.D (Chem.)), Associate Professor.
Dmitry E. Bykov (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.
Andrey V. Vasilyev (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.