

УДК 658.567.1:667.621.3:372.862

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ
НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.
ИНЖЕНЕРНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ****Егорова Г.И., Егоров А.Н.***Тобольский индустриальный институт (филиал),**ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тобольск, e-mail: egorovagi@list.ru*

Показаны перспективные направления утилизации отходов нефтегазоперерабатывающей отрасли как необходимого компонента устойчивого развития современной цивилизации и профессиональной подготовки бакалавров. Раскрыта методика эксперимента и инженерные основы по получению битумного лака из отхода процесса дегидрирования методом окислительной термодеструкции с учетом методики полного факторного эксперимента. Отмечена важность решения ключевой проблемы с двух позиций. С позиции инженерных решений отходы рассматриваются как сырье для ресурсосберегающих технологий и интегрированная проблема. С позиции методических аспектов информация об отходах встраивается в ключевые дисциплины и образовательный процесс в вузе. Определены ключевые темы базовых и специальных дисциплин, которые рекомендованы при выполнении научно-исследовательских проектов, выпускных квалификационных работ для студентов направлений подготовки: 18.03.01 – «Химическая технология», 18.03.02. – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии». Показана значимость научного исследования, инноваций в области утилизации отходов, обогащающих систему профессиональных знаний с учетом их системности, динамичности, инновационности. Показана рациональность использования технологий, включающих изучение прогрессивных методов утилизации отходов, в том числе и через расширение направлений НИРС, УИРС, создание проектов, что обеспечивает качество вузовской подготовки в условиях реализации ФГОС нового поколения.

Ключевые слова: отходы, утилизация отходов, получение товарных продуктов, профессиональная подготовка бакалавров

**FUTURE DIRECTIONS OF WASTE MANAGEMENT OIL AND GAS INDUSTRY.
ENGINEERING-METHODICAL ASPECT****Egorova G.I., Egorov A.N.***Tobolsk industrial Institute (branch) Federal State Budget Educational Institution**of Higher Professional Education «Tyumen Industrial University», Tobolsk, e-mail: egorovagi@list.ru*

Shown future directions of waste management oil and gas industry as a necessary component of sustainable development of modern civilization and the training of bachelors. Disclosed experimental technique and engineering principles for obtaining a bituminous varnish waste from the process of dehydrogenation method of oxidizing thermal degradation with the method of full factorial experiment. Noted the importance of addressing key issues from two perspectives. From the position of engineering solutions waste is treated as raw material for energy saving technologies and integrated problem. From the position of methodological aspects information on waste embedded in the core disciplines and educational process at the University. Identified key topics of basic and special disciplines, which are recommended when performing research projects, final qualifying works of students of the training directions: 18.03.01 – «Chemical technology», 18.03.02. – «Energy and resource saving processes in chemical technology, petrochemistry», biotechnology. Shows the importance of research and innovation in the field of waste management, enriching the system of professional knowledge with regard to their consistency, dynamism, innovation. Shows the rationality of the use of technology including study of advanced methods of waste management, including through the expansion of NIRS, weirs, creation of projects, which ensures the quality of University training in the implementation of the FSES of new generation.

Keywords: waste, waste disposal, obtaining commodity products, training bachelors

Проблема утилизации отходов нефтегазоперерабатывающей отрасли получила большое распространение в XXI веке. Современные приоритеты утилизации сделаны в сторону развития безотходных технологий, обеспечивающих новое качество жизни, сохранение окружающей среды, устойчивое развитие цивилизации (рис. 1).

Значительная часть отходов нефтегазоперерабатывающей отрасли представляет собой экологически агрессивные образования, техногенное обезвреживание кото-

рых до настоящего времени не получило комплексного решения. Сегодня получает развитие кластерный подход в управлении отходами, экологические аспекты которого ориентированы на устойчивое развитие цивилизации и сохранение здоровья каждого человека. Следует отметить многообразие существующих отходов (рис. 2), при утилизации которых следует учитывать объем извлеченного сырья и создание на их основе новых технологий нового века [1]. Сегодня нет секретов в том плане, что утилизация

отходов нефтегазоперерабатывающей отрасли – это необходимый компонент устойчивого развития современной цивилизации и профессиональной подготовки современного бакалавра. С этих позиций следует делать уклон и на изучение методики эксперимента, инженерных основ по получению новых товарных продуктов, обосновать, моделировать технологические схемы процессов. С позиции методических аспектов информация об отходах должна встраиваться в ключевые дисциплины образовательного процесса в вузе, а также в научно-исследовательские виды деятельности [2].

Отметим значимость утилизации отходов, обогащающих систему развивающихся компетенций студентов (знаний, умений, навыков) не только в области состава и строения отхода, химического состава, но и с учетом их перспективности и рациональности.

Приведем краткий пример перспективного направления утилизации отработанного масла процесса дегидрирования для

получения битумного лака. Данная проблема решалась нами в разных направлениях. С одной стороны – это ключевое научное направление, которое встраивалось в учебный процесс через проведение лабораторного практикума, спецпрактикума. С другой стороны – это и научно-исследовательский процесс, так как тематика утилизации отходов включалась в научные проекты, конкурсы, гранты с участием студентов химического направления.

Раскроем некоторые особенности химического эксперимента. Эксперимент по получению битумного лака из отхода процесса дегидрирования проводили с использованием метода окислительной термодеструкции [3]. Первым этапом эксперимента было получение битумной смолы и сравнение ее с требованиями ГОСТ 21822-76, (марка Б). Далее синтез битумной лаковой смолы осуществлялся смешением полученной смолы с растворителем. Полученный битумный лак отвечал требованиям ГОСТ 5631-79 (табл. 1).



Рис. 1. Основные приоритеты утилизации отходов

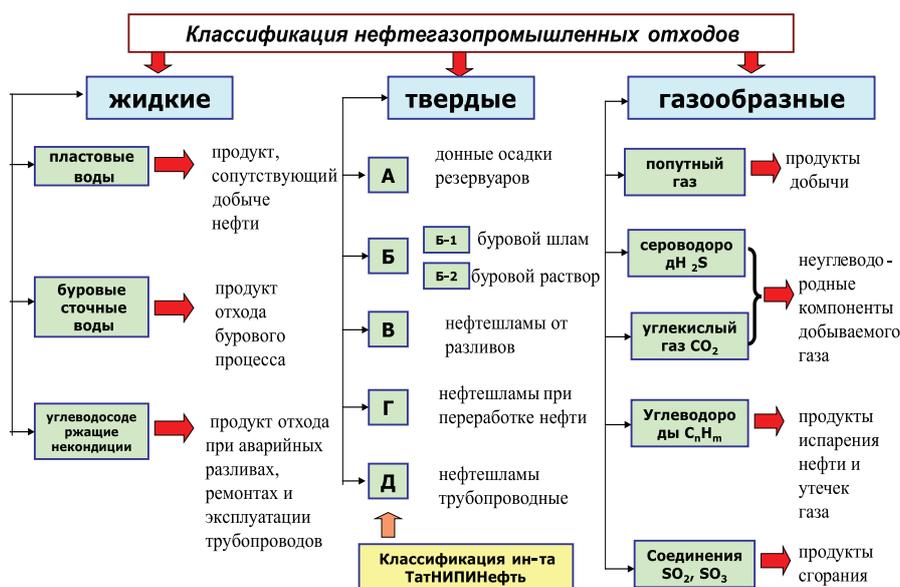


Рис. 2. Нефтегазопромышленные отходы (ТатНИПИнефть)

Таблица 1

Результаты эксперимента

Показатели	ГОСТ 5631-79	Результаты эксперимента 1	Результаты эксперимента 2
Внешний вид плёнки	Глянцевая, чёрная	Глянцевая, чёрная	Глянцевая, чёрная
Условная вязкость по вискозиметру типа ВЗ-246 (или ВЗ-4) при $20,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$, °ВУ	18–35	20	21
Содержание нелетучих веществ, % мас.	39	38	37
Время высыхания плёнки до степени 3 при $20 \pm 2^\circ\text{C}$, ч, не более	24	24	24
Эластичность плёнки при изгибе, мм, не более	1	1	1
Стойкость плёнки к статическому воздействию воды при $20 \pm 2^\circ\text{C}$, ч, не менее	48	48	48
Стойкость плёнки к статическому воздействию 3%-ного раствора NaCl при $20 \pm 2^\circ\text{C}$, ч, не менее	3	3	3

Таблица 2

Факторы и уровни их варьирования

Уровни	Факторы		
	Расход воздуха (m), ед. изм. $\text{м}^3/\text{ч}$	Температура (W), $^\circ\text{C}$	Время (v), с
	Обозначение		
	X_1	X_2	X_3
Верхний (+1)	2,0	280	4,0
Основной (0)	1,5	240	3,0
Нижний (-1)	1,0	200	2,0

Работа строилась с учетом методики полного факторного эксперимента [4]. Факторами получения битумной смолы были выбраны: расход воздуха (m), температура (W) и время (v), которые имели три уровня варьирования (табл. 2). Результирующая функция – выход битумной смолы.

Поиск коэффициентов полинома осуществлялся на основе ортогонального центрально-композиционного плана второго порядка. Получены математические зависимости с результирующей функцией получения битумной смолы, зависящей от трёх факторов (получены уравнения второго порядка). Достоверность коэффициентов регрессии проверена по критерию Стьюдента (2,77), адекватность – по критерию Фишера (19,14), что доказывает точность и достоверность подобранной зависимости получения битумной смолы.

При построении поверхности отклика и сечения поверхности отклика использовали программу SigmaPlot 11.0. Выход смолы стремится к максимуму при следующих значениях факторов: расход воздуха 1,8–2,0 л/мин на 300 см^3 загруженного сырья, температура $255\text{--}280^\circ\text{C}$, время 3,5–4 ч. На основании полученных экспериментальных данных получения битумной смолы

и битумного лака на его основе разработана принципиальная технологическая схема процесса и выбраны оптимальные технологические параметры процесса (рис. 3).

Охлаждающее масло загружается в реактор (300°C), воздух через распределительную решетку ($1000\text{--}1500 \text{ м}^3/\text{ч}$), проходит в течение пяти часов. Лаковая смола охлаждается до температуры $120\text{--}130^\circ\text{C}$, затем перекачивается насосом в смеситель (продувка идет азотом). Часть растворителя заливается через дозатор в реактор, где происходит смешение лаковой смолы с оставшимся растворителем и сиккативом при температуре $15\text{--}25^\circ\text{C}$ в течение 1 часа. Полученный лак подают на фильтрацию в патронный фильтр, откуда лак самостоятельно поступает в емкость для готовой продукции, далее на фасовку. Легкие углеводороды конденсируются в холодильнике-конденсаторе и могут быть использованы в составе легких бензиновых фракций.

Таким образом, утилизацию охлаждающего масла мы связываем с получением новых товарных продуктов, востребованных в жизнедеятельности человека. Это лишь один краткий пример, где налицо решение проблемы энерго- и ресурсосбережения [5].

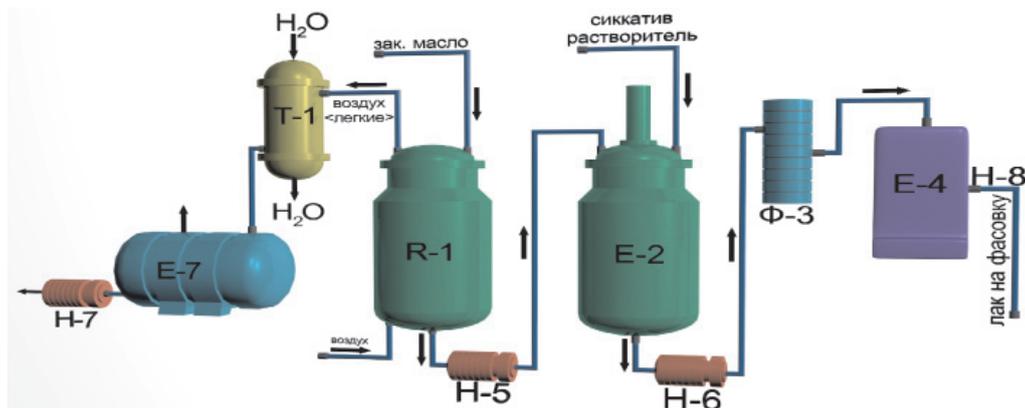


Рис. 3. Схема производства битумного лака:

T1 – теплообменник; R1 – реактор; E2 – емкость для смешения; Φ3 – фильтр «Куно»; E4 – емкость для продукции; H5 – H8 – насосы; E7 – емкость для сбора «легких» углеводородов

Такая информация востребована не только в научном направлении, но и в организации образовательной деятельности студентов высшей технической школы.

Отметим значимость научного исследования, инноваций в области утилизации отходов, обогащающих систему профессиональных знаний с учетом их системности, динамичности, инновационности. Раскрывая рациональность использования прогрессивных методов утилизации отходов, делаем уклон и на расширение поля научно-исследовательской, учебно-исследовательской деятельности студентов, через создание проектов, что обеспечивает качество вузовской подготовки в условиях реализации ФГОС нового поколения.

Разработанные нами инженерные решения методически встраиваются в изучение вопросов промышленной экологии, химии и технологии органических веществ, что позволяет развивать у студента целостное восприятие об отходах нефтехимических производств и рациональных способах их утилизации. Показывая тесную связь возникающих проблем по утилизации отходов на производствах и их влияние на социум, экономику, жизнедеятельность человека, студент профессионально оценивает широкий класс отходов нефтехимии и нефтепереработки (жидкие, твердые, газообразные), выявляет их роль как вторичных ресурсов для получения новых продуктов для современной промышленности. Ключевая основа для студента – выявление диалектической взаимосвязи и взаимозависимости «отход производства – новый ресурс – рациональные способы утилизации – рост эффективности нефтехимического производства» обеспечивает будущему инженеру

видение совокупности социально-экономических задач современной промышленности и в регионе в том числе.

Отходы нефтехимических производств – сырьё для ресурсосберегающих технологий – это прежде всего интегрированная проблема, востребованная при выполнении научно-исследовательских проектов, выпускных квалификационных работ для студентов направлений подготовки: 18.03.01 – «Химическая технология», 18.03.02. – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии», изучающих дисциплины: «Химия и технология органических веществ», «Химическая технология нефти и органических веществ» и др. При этом в соответствии с требованиями ФГОС в основу положены следующие принципы:

- систематическое изложение теоретического, практического материала о проблемах утилизации отходов с учетом принципов: научности, доступности, познавательности, связи с жизнью;

- систематизация представлений о современных отходах нефтехимических предприятий, востребованных для прохождения производственной практики;

- тесная взаимосвязь науки и производства по проблемам рациональной утилизации отходов нефтехимии – как вторичных ресурсов.

Зная основные инженерные особенности, студент осмысливает и понимает ведущие принципы утилизации отходов. Следует отметить и творческие задания, что дает возможность студенту после изучения проверить себя и убедиться в понимании существующей проблемы и эффективных путей ее решения.

В рамках нашего исследования отражим наиболее значимые темы и проблемы по утилизации отходов нефтехимической отрасли регионального направления, используемые в образовательной деятельности на лекциях, практических занятиях. Тема «Проблема безопасной утилизации и рационального использования отходов нефтехимических производств» включает вопросы концептуального характера, основные понятия, важнейшие определения, классификацию отходов нефтехимических производств; особенности рециклинга и логистики отходов – как новых ресурсов для нефтехимических производств. Приоритетные принципы утилизации отходов.

Тема «Проблема выбора методов обезвреживания токсичных нефтепромышленных отходов» показывает особенности проведения жидкофазного окисления токсичных отходов, гетерогенного катализа, пиролиза, огневой, плазменной переработки и утилизации отходов нефтегазохимии.

Тема «Утилизация жидких отходов нефтехимических производств» раскрывает особенности технологии утилизации кислых гудронов, минерального масла, нефти и маслошламов, смазочно-охлаждающих жидкостей, растворителей, лакокрасочных материалов, отходов подготовки природных вод. В теме «Утилизация газообразных отходов нефтехимических производств» делается акцент на утилизацию факельного, попутного газа, паров органических растворителей, диоксида серы, сероводорода, оксида азота, углекислого газа. В теме «Утилизация твердых отходов нефтехимических производств» проводится анализ эффективных технологий утилизации твердых отхо-

дов нефтехимических производств: обработанных алюмохромовых катализаторов, полимерных материалов и пластмасс на их основе. В теме «Утилизация тяжелых смолисто-асфальтовых нефтей» исследованы вопросы получения нефтяных битумов из тяжелых нефтяных фракций. Разнообразие тем включает научные, теоретические и практические разработки и параметры процессов безопасности и экологичности на предприятиях нефтегазовой отрасли, востребованных для получения товарных продуктов. Объем, содержание и уровень изложения перспективных направлений утилизации отходов нефтехимической отрасли рекомендован нами в системе учебных пособий и методических указаний, выставленных в электронную систему поддержки для студентов «EDUKON».

Список литературы

1. Бондалетова Л.И. Лакокрасочные материалы и покрытия на их основе: Методическое пособие по выполнению практических заданий / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: ТПУ, 2002. – 41 с.
2. Егоров А.Н. Алюмохромовые катализаторы – пути утилизации с целью получения товарных продуктов / А.Н. Егоров, Г.И. Егорова // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. – № 3. – С. 91–99.
3. Егоров А.Н. Отходы нефтехимии – эффективные пути применения // Инновации. Интеллект. Культура: материалы XX Всероссийской научно-практич. конф. – Новосибирск: СИБПРИНТ, 2013. – С. 35–38.
4. Егоров А.Н. Технология производства битумного лака из охлаждающего масла – отхода процесса дегидрирования // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2015. – № 6. – С. 83–89.
5. Егоров А.Н., Егорова Г.И. Отходы нефтехимических производств – сырьё для ресурсосберегающих технологий: учебное пособие для студентов направлений: 18.03.01. «Химическая технология», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. – С. 27.