

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хурамшина Л.В. Нефтешламы: образование, безопасная переработка, использование. – У.: Монография, 2006. – 256 с.
2. Миннигазимов И.Н., Файзуллин А.Ф. Пути решения экологических проблем на предприятиях транспорта нефти и нефтепродуктов // Нефтепереработка и нефтехимия - 2005: Материалы международной науч. практ. конф. – У: ГУП ИНХП РБ, 2005. – 350 с.
3. Ручкина О.И. Экологические технологии: обзор основных направлений использования нефтеотходов в качестве вторичного сырья // Инженерная экология. – 2004. – № 1. – С. 35-59.
4. ГОСТ 10585 - 2013. Топлива нефтяное. Мазут. Технические условия. – Введ. 2015-01-01. – М: ОАО «ВНИИ НП», 2015. – 11 с.
5. Голубев, Е.В. Переработка нефтесодержащих отходов в едином производственном цикле// Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 10. – С. 112-115.
6. Сафиулина А.Г, Хуснутдинов И.Ш. Моделирование полупромышленной установки по утилизации жидких нефтяных отходов термомеханическим методом // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2013. – № 7. – С. 269-270.
7. ASTM D 1160. Стандартный метод перегонки нефтепродуктов при пониженном давлении.

УДК 665.6

Кузора Игорь Евгеньевич,

*к.т.н., доцент кафедры «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: chemtechnol@angtu.ru*

Симонова Елена Валерьевна,

*соискатель кафедры «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: simonovaev2023@mail.ru*

**ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА УСТАНОВКЕ
ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ**

Kuzora I.E., Simonova E.V.

PROCESSING OF OIL-CONTAINING WASTE AT A DELAYED COKING PLANT

Аннотация. Исследованы варианты переработки нефтешлама на установке замедленного коксования с целью получения светлых дистиллятных нефтепродуктов. Проведено моделирование процесса, предложена схема вовлечения нефтешлама на установку.

Ключевые слова: нефтешлам, донные отложения, установка замедленного коксования, термодеструкция, бензин, дизельная фракция.

Abstract. The variants of oil sludge processing at a delayed coking plant in order to obtain light distillate petroleum products are investigated. A simulation of the process was carried out, a scheme for involving oil sludge in the installation was proposed.

Keywords: oil sludge, bottom sediments, delayed combustion plant, thermal degradation, gasoline, diesel fraction.

Данная статья является продолжением цикла работ по разработке технологических решений по переработке нефтесодержащих отходов, образующихся на предприятиях нефтепереработки, в частности нефтешлама – донных отложений нефтяных резервуаров (ДОНР) [1-3].

С учётом наличия значительного содержания тяжёлых насыщенных, ароматических углеводородов и смол в нефтешламах из нефтяных резервуаров, одним из наиболее перспективных направлений переработки является организация процесса их термодеструкции с

получением максимального выхода светлых дистиллятных нефтепродуктов [4,5].

Проведенные исследования на лабораторной установке показали (таблица 1) увеличение содержания фракций, выкипающих до 360°C, в 4 раза в процессе термодеструкции ДОНР. Поэтому для промышленной реализации перспективно рассмотрение использования ДОНР в качестве компонента смесового сырья для уже имеющихся на нефтеперерабатывающих предприятиях крупнотоннажных установок термодеструктивных процессов. Наличие на нефтеперерабатывающем предприятии установки замедленного коксования нефтяных остатков (далее - УЗК), позволяет рассматривать вариант проведения процесса термодеструкции любых нефтешламов, путем их вовлечения в первичное или вторичное сырье с использованием в качестве стабилизатора тяжелого газойля замедленного коксования (ТГЗК).

Таблица 1 – Фракционный состав углеводородной части ДОНР до и после термодеструкции (без использования стабилизатора)

Показатели качества	До термодеструкции	После термодеструкции
Фракционный состав, °С:		
– температура начала кипения	268	154
– 10 % об. перегоняется при температуре	332	179
– 50 % об. перегоняется при температуре	447	329
– температура конца кипения	535	492
– выход до 360°C, % об.	17	68

Проработка вопроса дозировки ДОНР стабилизированных ТГКК (соотношение 70/30) показало, что их добавление до 5 % масс. от загрузки на УЗК не оказывает критичного влияния на физико-химические показатели качества сырья коксования (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение качества смесового сырья коксования при вводе стабилизированного нефтешлама (ДОНР)

Показатели качества	Норма по СТО	Дозировка стабилизированного нефтешлама, %		
		0	5	10
Коксуемость, %	не менее 9	11,3	10,40	9,9
Плотность при 20 °С, кг/м ³	не нормируется	0,984	0,982	0,980
Массовая доля серы, %	не более 1,5	1,5	1,45	1,40
Массовая концентрация щелочи, г/т	не более 30	16	16	15,8
Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм ³	не более 5	менее 5	менее 5	менее 5

После получения положительных результатов была проработана схема переработки нефтешламов в составе типовой установки УЗК 21-10/3М.

Для моделирования вовлечения стабилизированного нефтешлама (ДОНР) в сырьё УЗК, в первую очередь, необходимо построить и актуализировать инженерную модель (ИМ) колонны поз. К-1 уст. 21-10/3М (рисунок 1).

В данной ректификационной колонне производится разделение продуктов замедленного коксования из коксовых камер, а также подготовка вторичного сырья путем подачи в нижнюю часть колонны первичного сырья и обогащения его высококипящими продуктами коксования. В колонне поз. К-1 осуществляется выделение из газопродуктового потока от коксовых камер следующих продуктов: бензиновой и дизельной фракций, легкого и тяжелого газойлей, а также коксового газа и водной фазы. Вторичное сырье с нижней части колонны (куб колонны) непосредственно поступает на замедленное коксование.

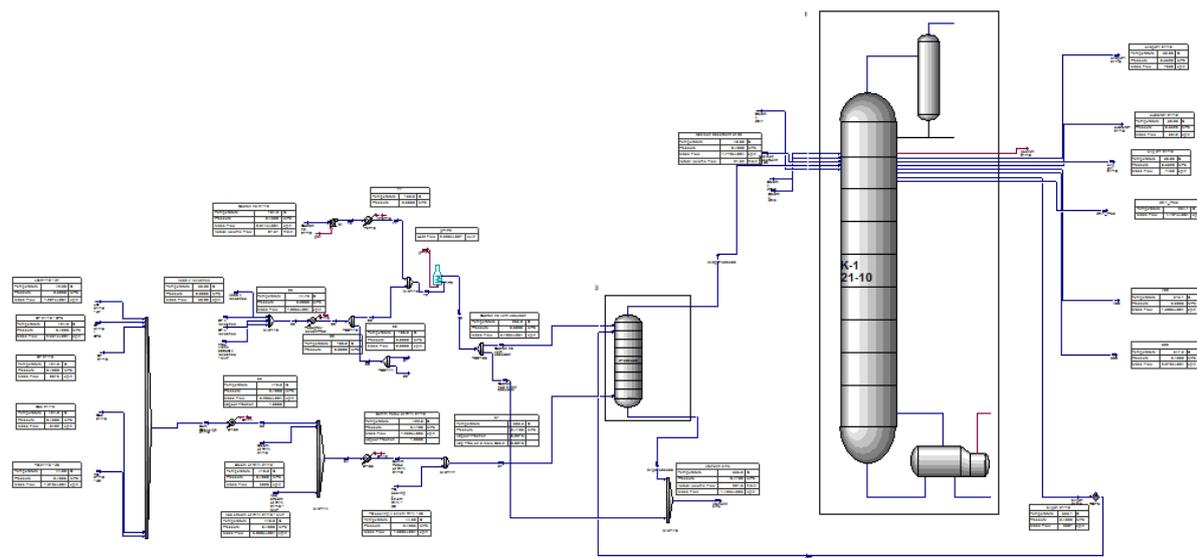


Рис. 1 - Инженерная модель узла разделения УЗК

В качестве сырья на УЗК используется многокомпонентная смесь, состоящая из гудрона, тяжелой смолы пиролиза (ТСП), тяжелого газойля каталитического крекинга (ТГКК), экстракта селективной очистки масел (ЭСОМ), асфальта с установки деасфальтизации. Компоненты сырья – гудрон, ТГКК, асфальт, ЭСОМ, поступают в сырьевой парк, где ведется предварительная подготовка сырья, смешение компонентов производится в приемном трубопроводе сырьевых насосов, а ТСП подается в трансферные трубопроводы перед коксовыми камерами.

Выполнение построения инженерной модели колонны поз. К-1 УЗК выполнялось способом приближенных температур колонны по данным технологического режима. Все исходные сырьевые потоки были взяты из актуализированных данных с помощью централизованной локальной системы технологического мониторинга, а по качеству продуктов и полупродуктов с использованием лабораторной информационной интегрированной системы.

Для сбора данных при проведении моделирования был взят период, характеризующийся работой колонны с максимальной нагрузкой по сырью и стабильным технологическим режимом и качеством продуктов.

Расчетные данные по составу и количеству материальных потоков приведены в таблице 3, разработанная принципиальная схема узла вовлечения шлама, рассчитанная в программе «HYSYS v.10», представлена на рисунке 2.

По разработанной схеме предполагается, что ДОНР в качестве одного из компонентов сырья предварительно подогреваются в отдельно стоящей емкости после смешения со стабилизатором и откачиваются насосами в резервуар, из которого после центрифугирования далее его дозируют в сырье. Выходя из сырьевых змеевиков потоки первичного сырья, включающее в себя ДОНР, объединяются и поступают в ректификационную колонну поз. К-1, где разделяются на фракции. Тяжелая часть стекает в низ колонны поз. К-1, где подготавливается к дальнейшему коксованию. С учетом небольшого дозирования в сырьевую смесь, нефтешламы не должны оказывать негативного воздействия на качество получаемого кокса.

Расход стабилизированного нефтешлама для инженерного моделирования был принят до 563,27 тонн/месяц – 0,78 тонн/час (содержание воды 1,0 % масс.).

Фракционный состав углеводородной части стабилизированного нефтешлама после термодеструкции для инженерного моделирования был принят по экспериментальным данным по средним значениям: бензиновая фракция – 10 % об., дизельная фракция – 58 % об., фракции выше 360 °С – 32 % об.

Стабилизированную смесь в ИМ вводили в поток первичного сырья после рекуперативных теплообменников поз. Т-5 и Т-16 перед реакционно – нагревательными печами поз. П-1 (П-2) с целью упростить представление влияния ввода нефтешлама на схему теплообмена по линии первичного сырья.

Температура смешового нефтешлама перед вводом в поток первичного сырья установки 21-10/3М принята 40°С.

Таблица 3 – Сравнительная таблица материальных балансов установки ЗК

Приход сырья	Базовый вариант (В)	Предл. вариант (Р)	Продукты	Получено, т/месяц		Получено, % масс.	
				База	+ДОНР	База	+ДОНР
Гудрон	48529,10	48043,81	Кокс нефтяной анодный	15970,0	15981,6	28,3	28,4
Асфальт	3478,00	3443,22	Компонент бензина	5433,5	5479,7	9,6	9,7
Тяжелый газойль	2356,00	2332,44	Фракция дизельная	16237,7	16505,6	28,8	29,1
Тяжелая смола пиролиза (Б)	1963,66	1944,02	Легкий газойль (фр. 350-400°С)	6643,0	6777,0	11,7	11,9
Смешовый нефтешлам	-	563,27	Тяжелый газойль	6508,0	6526,5	11,6	11,5
			Топливный газ	4553,0	4557,6	8,2	8,0
			Сероводород	48,0	51,0	0,1	0,1
			Потери	933,5	447,8	1,7	1,3
Итого:	56326,8	56326,8		56326,8	56326,8	100	100

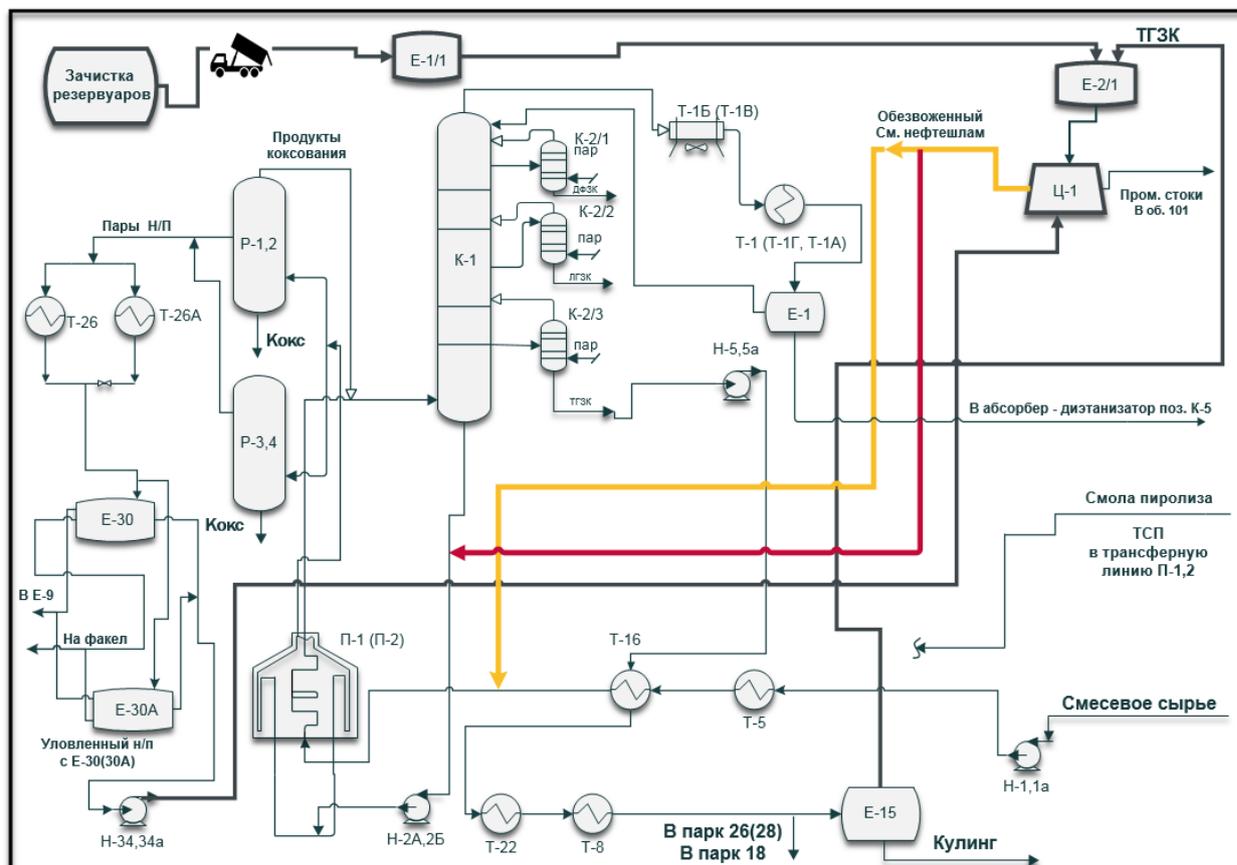


Рис. 2 – Принципиальная схема вовлечения нефтешламов на УЗК

По полученным данным расчета колонны поз. К-1 следует сделать вывод, о целесообразности вовлечения ДОНР в схему установки 21-10/3М, что в свою очередь по-

зволяет увеличить выход дистиллятных фракций от базовой выработки. Выход бензиновой фракции увеличился на 0,08 %, выход дизельной фракции на 0,47 %, легкого газой-

ля на 0,24 %, тяжелого газойля на 0,04 %. В таблице 3 представлена сравнительная таблица балансов по базовому режиму и выходу и продуктов, так и с вовлечением ДОНР.

На основании проведенных исследований предложена схема вовлечения нефтешлама (ДОНР) на установку замедленного коксования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ж. Н. Артемьева, С. Г. Дьячкова, И. Е. Кузора, М. А. Лонин, Оценка возможности использования ловушечного нефтепродукта как компонента для приготовления средних и тяжелых дистиллятов. // Нефтепереработка и нефтехимия, 2019, № 5, с. 3-9.
2. И.Е. Кузора, С.Г. Дьячкова, Е.В. Симонова, Д.А. Дубровский, В.Д. Черепанов, Е.В. Прудникова, Рациональное использование ловушечного нефтепродукта. // Нефтепереработка и нефтехимия, 2019, № 10, с. 45-51.
3. И.Е. Кузора, Е.В. Симонова, О.Ю. Мозилина, Нефтешламы – классификация по источникам образования и физико-химическим свойствам, перспективные методы переработки. // Нефтепереработка и нефтехимия, 2020, № 6, с. 32-37.
4. Хурамшина Л.В. Нефтешламы: образование, безопасная переработка, использование. – У.: Монография, 2006. – 256 с.
5. Голубев, Е. В. Переработка нефтесодержащих отходов в едином производственном цикле// Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 10. – С. 112-115.

УДК 665.6

Кузора Игорь Евгеньевич,

*к.т.н., доцент кафедры «Химическая технология топлива»
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: xtt-agta@yandex.ru*

Симонова Елена Валерьевна,

*соискатель кафедры «Химическая технология топлива»
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: simonovaev2023@mail.ru*

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ НЕФТЕШЛАМОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ВОВЛЕЧЕНИЕМ В СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Kuzora I.E., Simonova E.V.

DEWATERING OF OIL SLUDGE FROM TREATMENT FACILITIES WITH SUBSEQUENT INVOLVATION INTO CONSTRUCTION MATERIALS

Аннотация. Изучены физико-химические характеристики нефтешламов, образующихся при очистке промышленных сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий. Исследованы варианты обезвоживания нефтешламов с последующим вовлечением в строительные материалы.

Ключевые слова: нефтешлам, очистные сооружения, промышленные стоки, центрифуги, экстрактивная перегонка, бензин, сушка, дорожный битум.

Abstract. The physicochemical characteristics of oil sludge generated during the purification of industrial wastewater from oil refineries have been studied. Options for dehydration of oil sludge with subsequent inclusion in construction materials have been studied.

Keywords: oil sludge, treatment facilities, industrial wastewater, centrifuges, extractive distillation, gasoline, drying, road bitumen.

Главным объектом исследования являлись нефтешламы нефтеперерабатывающего предприятия: донные отложения сырьевых нефтяных резервуаров; нефтешламы очистных сооружений, образующиеся при очистке промышленных стоков различного происхо-

ждения.

Инвентаризация источников образования нефтешламов и нефтесодержащих отходов типового нефтеперерабатывающего предприятия показала целесообразность разделения их на три группы: