

УДК 665.64.097.3

Е.Н. Дорошко, студ.; И.Ю. Козловская, канд. техн. наук, ассист.
(БГТУ, г. Минск)

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ КАК ИСТОЧНИКА ОБРАЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Каталитические процессы нефтепереработки, как одни из самых многотоннажных процессов, являются крупным источником образования отходов. Даже процессы с непрерывной регенерацией способствуют переходу в отвалы значительного количества катализаторов вследствие потери ими своих первоначальных свойств в результате изменения удельной поверхности, структуры пор, уменьшения активности.

В настоящее время свыше 80 % нефти перерабатывается с использованием каталитического крекинга, риформинга, гидрогенолиза сернистых соединений, гидрокрекинга и других каталитических процессов, являющихся источником образования отходов отработанных катализаторов.

В таблицах 1 и 2 приведены важнейшие каталитические процессы нефтепереработки [1], а также перечень образующихся отработанных катализаторов в соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь [2].

Таблица 1 – Каталитические процессы нефтепереработки

Процесс	Катализатор	Условия проведения
Крекинг	Цеолитсодержащие катализаторы с добавками редкоземельных элементов; Pt, Cr	740–790 К; 0,2–0,3 МПа
Риформинг	Полиметаллические катализаторы: Pt, Re, Ir (Cl, SO ₄)/Al ₂ O ₃	740–790 К; 0,8–1,5 МПа
Гидроочистка	Алюмокобальт-молибденовый, алюмоникель-молибденовый, алюмоникель-молибден-силикатный	600–680 К; 3–5 МПа
Гидрокрекинг	Цеолитсодержащие катализаторы с нанесенными соединениями Ni, Co, Mo и добавками Pt, Pd; WS ₂ /Al ₂ O ₃ ; (Co-Mo)/Al ₂ O ₃ и др.	520–740 К; 5–15 МПа
Изомеризация	Pt, Pd (Cl, F)/Al ₂ O ₃ ; цеолиты	360–770 К; 0,5–4 МПа

Наибольшее количество отработанных катализаторов образуется в процессе каталитического крекинга. Мировой объем потребления катализаторов крекинга составляет 300 тыс.т в год [3], что приводит к образованию соответствующего количества отходов.

Таблица 2 – Наименование отработанных катализаторов нефтепереработки [2]

Код	Наименование отходов
5950100	Катализаторы, содержащие алюминий, отработанные
5950200	Катализаторы, содержащие кремний, отработанные
5950300	Катализаторы, содержащие кобальт, отработанные
5950400	Катализаторы, содержащие никель, отработанные (3 класс опасности)
5950500	Катализаторы, содержащие хром, отработанные (3 класс опасности)
5950600	Катализаторы, содержащие цинк, отработанные
5950700	Катализаторы, содержащие ртуть, отработанные (1 класс опасности)
5950800	Катализаторы, содержащие сурьму, отработанные
5950900	Катализаторы, содержащие платину, отработанные
5951000	Катализаторы, содержащие палладий, отработанные
5951200	Катализаторы, содержащие молибден, отработанные (4 класс опасности)
5951400	Катализатор никельхромовый отработанный
5951500	Отработанные катализаторы, содержащие никель, медь
5951600	Отработанные катализаторы, содержащие медь (3 класс опасности)
5952000	Катализаторы отработанные, содержащие благородные металлы
5952200	Катализаторы, содержащие драгоценные металлы, испорченные или отработанные
5959900	Прочие катализаторы испорченные загрязненные и их остатки, не вошедшие в группу VIII B

В таблицах 3 и 4 приведены характеристики некоторых катализаторов крекинга, выпускаемых ведущими мировыми фирмами производителями, а также объем образования отработанного катализатора в мире.

Таблица 3 – Характеристика катализаторов крекинга

Показатель	Фирма-производитель и марка катализатора					
	Grace			Akzo-Nobel		Enhelhard
	Kristal-242	Futura-140	Brilliant-242	Advans-937	Kobra	NaphthaMax
Содержание, % мас.: Al ₂ O ₃	49	42	49	43,5	44,4	44
Na ₂ O	0,25	0,25	0,25	–	–	–
PЗЭ ₂ O ₃	2,8	2,7	2,8	2,32	1,97	2,4
Удельная поверхность, м ² /г	280	290	300	99	134	162
Насыпная плотность, кг/м ³	700	700	710	870	940	860
Микроактивность	79	79	79	69	72	72

В Беларуси ежегодно образуется около 3500 т отработанного катализатора каталитического крекинга, который относится отходам четвертого класса опасности (код отхода 5959900, наименование отхода – «Прочие катализаторы испорченные загрязненные и их остатки, не вошедшие в группу VIII B»).

Таблица 4 – Объемы образования отработанного катализатора крекинга

Регион	Число установок каталитического крекинга	Количество отработанного катализатора, т/год
Северная Америка	176	161 000
Азиатско-Тихоокеанский регион	48	43 800
Латинская Америка	37	33 800
Европа	34	31 000
Ближний Восток/Африка	17	15 500
Восточная Европа	13	12 000
Другие	11	10 000
Всего	336	306 600

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности его использования в качестве алюмосиликатного сырья или переработки с получением соединений редкоземельных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и газа, нефтяных фракций: учеб.-метод. пособие / Ткачев С.М.; Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2006. – 345 с.

2. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь: утв. постановлением Мин-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 7 марта 2012 г. № 8.

3. Marafi, M. Spent catalyst waste management: a review: Part I Developments in hydroprocessing catalyst waste reduction and use / M. Marafi, A. Stanislaus // Resources, Conservation and Recycling. – 2008. – Vol. 52, № 6. – P. 859–873.

УДК 628.3.034.2

А.В. Шестель, студ.; Л.А. Шибека, доц., канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Текстильная промышленность (главным образом красильно-отделочные производства) относится к числу водоемких отраслей, вносящих значительный вклад в общее количество сточных вод, образующихся в промышленном комплексе Республики Беларусь.

Целью работы является исследование процессов очистки сточных вод, образующихся на предприятиях по отделке и окраске тканей, с использованием зольных остатков торфяной и древесной золы.