

УДК 665.662.5

СПОСОБЫ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ГИДРОКРЕКИНГОВОГО МАСЛА

А. В. САКОВИЧ, Н. А. СОВЕТНИКОВ
(Представлено: П. Ф. ГРИШИН)

Рассмотрены способы адсорбционной очистки депарафинизированного гидрокрекингового масла, проведен сравнительный анализ показателей качества продуктов, полученных различными способами адсорбционной очистки. На основе экспериментальных данных сделан вывод об эффективности технологий.

Введение. Гидрокрекинговые масла, состоящие преимущественно из парафинафтенных углеводородов, лишены естественных ингибиторов коррозии (гетероатомные соединения, полиароматические углеводороды), неустойчивы к окислению кислородом воздуха, что проявляется в ухудшении цвета и эксплуатационных свойств масел при хранении. Окисление углеводородов кислородом воздуха протекает через образование гидроперекисей, которые распадаются на свободные радикалы и запускают цепной процесс автоокисления масел. В связи с этим для очистки масел применяются сольвентные (с использованием селективных растворителей) и адсорбционные методы. Адсорбционная очистка масел основана на способности веществ, применяемых в качестве адсорбентов, удерживать загрязняющие соединения на наружной поверхности гранул и внутренней поверхности капилляров, пронизывающих гранулы. Процессы адсорбционной очистки менее эффективны, чем гидрогенизационные, но вместе с тем имеют меньшие капитальные затраты, отличаются простотой и более мягкими условиями технологического режима [1,2,3].

Основная часть. В промышленности получили распространение следующие способы очистки масел адсорбентами:

- контактная доочистка тонкоизмельчённым адсорбентом;
- перколяция (фильтрование) через неподвижный слой гранулированного адсорбента;
- противоточная адсорбционная очистка масляного сырья (вместо селективной очистки) [2].

Очистка масел адсорбентами по первым двум методам является обычно последним этапом после применения других методов очистки (сернокислотной, селективной и т.д.) и служит для нейтрализации масла, улучшения его цвета и пр. Непрерывный процесс адсорбционной очистки заменяет в некоторых случаях очистку селективными растворителями [4].

Выбор способа очистки адсорбентами зависит от характера сырья, вида используемого адсорбента и необходимого качества целевого продукта. В качестве адсорбентов при очистке и доочистке масел применяют природные глины (опоки или отбеливающие глины) и синтетические алюмосиликаты.

Несмотря на ряд существенных различий в технологическом оформлении и режимах процессов адсорбционной очистки и доочистки масел основные закономерности действия адсорбентов и факторы, влияющие на их эффективность, одни и те же. Процессы адсорбционной очистки и доочистки основаны на избирательном выделении полярных компонентов сырья (смолистых веществ, кислородсодержащих соединений, сульфокислот, остатков избирательных растворителей) на поверхности адсорбента. Углеводороды и компоненты масляных фракций по уменьшению сорбируемости на алюмосиликатах располагаются в следующий ряд: смолисто-асфальтеновые — кислород- и серосодержащие — азотистые — ароматические — нафтеновые и парафиновые. Легче всего адсорбируются смолисто-асфальтеновые вещества, труднее всего — нафтеновые и парафиновые углеводороды.

Значительное влияние на процесс адсорбции оказывают температура и концентрация веществ, подлежащих удалению. В общем случае с повышением температуры и понижением концентрации удаляемых веществ адсорбция уменьшается. Адсорбция — экзотермический процесс и ей благоприятствует понижение температуры. При повышенных температурах ускоряется процесс, обратный адсорбции, — десорбция. Однако смолистые и многие другие извлекаемые адсорбентом вещества находятся в ассоциированном состоянии, что увеличивает их объём, понижает подвижность и затрудняет проникновение в поры адсорбента. Для разрушения ассоциатов и понижения вязкости сырья процесс адсорбции ведут при повышенных температурах [2].

Целью данной является сравнение методов адсорбционной очистки депарафинизированного гидрокрекингового масла и определение наиболее эффективного.

Депарафинизированное гидрокрекинговое масло представляет собой вязкую жидкость желтовато-зелёного цвета, состоящую главным образом из высококипящих парафинафтенных углеводородов

(более 98% масс.) с содержанием серы менее 10 ppm, вследствие чего может являться сырьём для производства высококачественных масел III группы по классификации API.

Экспериментальная часть. Сравнение эффективности контактной и перколяционной очистки проводилось на основании изучения физико-химических свойств образцов депарафинизированного гидрокрекингового масла установки контактной очистки отбеливающими глинами и смеси фильтратов, полученных в процессе перколяционной очистки депарафинизированного остатка гидрокрекинга.

Физико-химические свойства депарафинизированного остатка гидрокрекинга, продуктов его контактной (КО) и перколяционной (ПО) очистки, а также их относительное изменение Δ представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Физико-химические свойства деп. ОГК и продуктов его адсорбционной очистки

	Деп. масло	Деп. масло после КО	$\Delta_{ко}, \%$	Деп. масло после ПО	$\Delta_{по}, \%$
Показатель преломления n_D^{20}	1,4652	1,4675	0,157	1,4649	-0,020
Цвет по ASTM 1500D	1,5	1,0	-33,333	<0,5	-83,333
Коэффициент пропускания, % при длине волны 400 нм	0,1	0,1	—	29,7	—
при длине волны 450 нм	0,4	1,1	—	97,4	—
при длине волны 475 нм	7,1	24,4	—	98,4	—
Плотность при 20°C, кг/м ³	840,0	843,0	0,357	840,0	0,000
Кислотное число, мг КОН/г	0,89	1,39	56,180	0,38	-57,303
Кинематическая вязкость, мм ² /с при 40°C	25,326	23,192	-8,426	24,842	-1,911
при 100°C	4,922	4,686	-4,795	4,884	-0,772
Индекс вязкости	120	121	-0,833	121	0,833
Групповой состав углеводородов, % масс.					
парафино-нафт., $n_D^{20} < 1,4900$	98,04	98,63	0,602	99,08	1,061
ароматические, в т.ч.:	1,05	1,28	21,905	0,89	-15,238
1 гр. аром. уг-в., $n_D^{20} < 1,5300$	0,64	0,99	54,688	0,89	39,063
2 гр. аром. уг-в., $n_D^{20} < 1,5500$	0,18	0,10	-44,444	0	-100,000
3 гр. аром. уг-в., $n_D^{20} < 1,5900$	0,09	0,19	111,111	0	-100,000
4 гр. аром. уг-в., $n_D^{20} \geq 1,5900$	0,14	0	-100,000	0	-100,000
смолы	0,91	0,09	-90,110	0,03	-96,703

На рис. 1. Представлено изменение коэффициента пропускания света образцами масла до и после контактной (КО) и перколяционной (ПО) очистки.

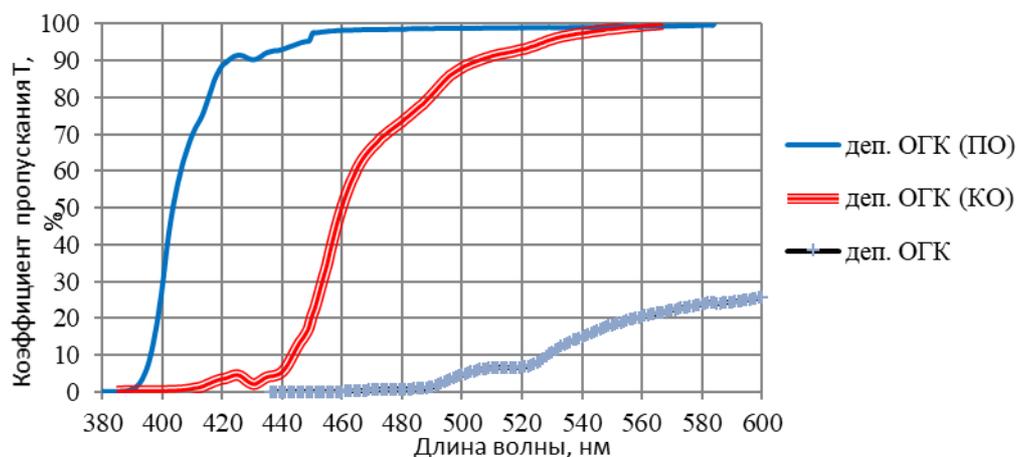


Рисунок 1. – Изменение коэффициента пропускания света (380-600 нм) образцами масла

Изменение коэффициента пропускания света в интервале длин волн видимой части спектра света (400-600 нм) позволяет оценить прозрачность и цвет масел. Увеличение коэффициента пропускания

и уменьшение длины волны соответствуют снижению интенсивности окраски масла и увеличению его прозрачности.

На основании данных табл. 1 и рис. 1 можно выявить следующие закономерности:

1. В процессе адсорбционной очистки происходит улучшение оптических свойств депарафинированного остатка гидрокрекинга, о чём можно судить по смещению кривой коэффициентов пропускания в область коротких волн, и улучшение цвета;

2. Нагревание до 150-180°C в процессе контактной очистки приводит к частичной термодеструкции и снижению вязкости очищенных масел, интенсификации реакций уплотнения с образованием ароматических углеводородов. Данные изменения обуславливают повышение показателя преломления и плотности, и реакций окисления растворённым в масле кислородом воздуха, что в свою очередь приводит к повышению кислотного числа очищенного продукта;

3. Процесс перколяционной очистки позволяет удалить большую часть смол и ароматических углеводородов, что снижает показатель преломления очищенного масла и повышает качество масла в целом;

4. Адсорбционная очистка практически не влияет на индекс вязкости исследуемого масла;

Вывод. Процесс перколяционной очистки более эффективен в сравнении с контактной очисткой, поскольку осуществляется при более низкой температуре, вследствие чего не происходит реакций термодеструкции, реакций уплотнения и окисления, что положительно влияет на качество очищенного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин, П. Ф. Окислительная стабильность гидрокрекинговых базовых масел и способы ее повышения / П. Ф. Гришин, А. А. Ермак // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. - 2021. - № 3. - С. 80-85.
2. Глазов Г.И., Фукс. И.Г. Производство нефтяных масел. — М.: Химия.— 1976. — 192 с.
3. Коваленко В.П. Загрязнение и очистка нефтяных масел. — М.: Химия. — 1978. — 304 с.
4. Иванова Л.В., Корнеев М.И., Юзбашев В.Н. Технология переработки нефти и газа. — М.: Химия. — 1966. — 420 с.