

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ АЛКИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ

А. А. Крутей, И. О. Долганова

Научный руководитель, профессор Е. Н. Ивашкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день в мире ежегодно растет потребление синтетических моющих средств (СМС) на основе ПАВ. Так, в 2012 году объем рынка ПАВ составлял 26,8 миллиарда долларов, к 2016 году ожидается рост до 31 миллиарда, а к 2020 до 36 миллиардов [1]. В связи с этим, необходимо уделять пристальное внимание оптимизации технологий получения компонентов СМС, с целью достижения более высокого экономического эффекта.

Линейные алкилбензолсульфонаты (ЛАБС) является основным компонентом, используемым для производства СМС. Эти вещества представляют собой химические соединения алкилароматического ряда с насыщенной неразветвленной углеводородной цепью из 10-13 атомов углерода и одной или несколькими сульфогруппами. Сырьем для производства ЛАБС является алкилбензолсульфокислота (АБСК). Высокий спрос на АБСК высокого качества (содержание алкилбензолсульфокислоты не менее 96 % масс., содержание несурьфированных соединений не более 2 % масс.) диктует «жесткие» требования к контролю качества не только готовой продукции, но и состава перерабатываемого сырья, который определяет оптимальные режимы проведения каждой из стадий комплексного производства.

Крупнейшими производителями алкилбензолсульфокислоты в России являются «Салаватнефтеоргсинтез» и ООО «КИНЕФ».

Технология получения АБСК включает следующие стадии: 1) адсорбционное извлечение фракции n-парафинов C10-20 (процесс Парекс); 2) отделение n-парафинов состава C10-13 на этапе предфракционирования; 3) дегидрирование парафинов с получением олефинов на Pt-катализаторе (процесс Пакол); 4) гидрирование диолефинов, получившихся на предыдущей стадии, до моноолефинов (процесс Дифайн); 5) алкилирование бензола олефинами с получением линейных алкилбензолов (ЛАБ); 6) сульфирование ЛАБ с получением АБСК [2]. Целью данной работы стала выработка рекомендаций по оптимизации технологии получения алкилбензолсульфокислоты, на основе прикладного использования разработанной математической модели процесса сульфирования ЛАБ.

Анализ экспериментальных данных показал, что состав сырья, поступающего с установки Парекс на блок предфракционирования, непосредственно влияет на качество продукции, получаемой на всех последующих стадиях, включая стадию получения АБСК. Поэтому контроль за качеством сырья необходим для оперативного принятия мер с целью получения АБСК, соответствующей всем нормам качества. Причем особый акцент следует уделять контролю по содержанию ароматических углеводородов и изопарафинов, так как они вызывают протекание побочных реакций в процессе и образование продуктов, которые ухудшают качество АБСК. В таблице 1 представлены данные, которые демонстрируют связь между количеством ароматических соединений в сырье и несурьфированным остатком в готовом продукте за разный период времени (жирным выделены даты, когда содержание ароматики было выше для установленного технологического режима, что сказывалось на сульфировании ЛАБ и образовании несурьфированного остатка).

Таблица 1

Анализ состава сырья

Дата	Доля ароматики в десорбате, % масс.	Доля ароматики во фракции C ₁₀ -C ₁₂ , % масс.	Доля ароматики во фракции C ₁₃ , % масс.	Доля несурьфированных соединений, % масс.	
				1 линия	2 линия
03.01.2014	1,00	0,53	0,61	2,0	2,1
27.01.2014	0,93	0,51	0,57	1,6	1,5
02.06.2014	0,97	0,62	0,68	1,6	1,7
16.06.2014	1	0,74	0,83	2,1	1,9
04.07.2014	1,06	0,74	0,84	2,0	2,0
16.07.2014	1,24	0,47	0,41	1,5	1,6

Для моделирования и оптимизации промышленного производства АБСК была разработана специализированная компьютерная программа, в основе которой лежит математическая модель пленочного реактора сульфирования. Входными данными для расчета являются технологические параметры работы аппаратов, состав и физико-химический свойства сырья (температура, расход сырья, бромный индекс и т. д.). Программа позволяет рассчитывать состав и выход конечного продукта. Погрешность расчетов по модели сравнению с реальными значениями составила не более 5 %. В качестве исходных данных были взяты параметры за 18.12.2015 г. (рис. 1).

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Сера, кг/ч	316	Твх(эксп.), ОС	40
Аром, кг/ч	767	Цвет(эксп.), ед. Кл.	10
Тетр, кг/ч	99,45	Несульф. (эксп.), %масс.	2
ЛАБобщ, кг/ч	2413	Дол. АБСК(эксп.), %масс.	96,6
SO ₃ , кг/ч	750,5	Дол. H ₂ SO ₄ (эксп.), %масс.	1
Тхл., ОС	33,26	ВгI	4
Твх, ОС	26,82	ЛАБнепр, кг/ч	14,72

Рис. 1 Входные значения технологических параметров для расчета по модели

Следующим этапом работы стало исследование влияния концентрации ароматических соединений в сырье на показатели процесса сульфирования. Модельные исследования проводились для сырья, содержащего разное (от минимального до максимального) количество ароматических соединений, согласно данным с предприятия. В результате получены следующие значения показателей качества АБСК (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость показателей качества АБСК от концентрации ароматических соединений в сырье при постоянных технологических параметрах (расчет по модели)

Параметр	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3	Исходное значение	Сырье 4	Сырье 5	Сырье 6	Сырье 7	Сырье 8
Аромат., кг/ч	860	830	800	767	650	580	550	520	460
Несульф. %масс.	1,84	1,84	1,85	2	1,86	1,89	1,92	1,93	1,95
Дол. АБСК, %масс.	95,45	95,61	95,76	96,6	96,94	96,54	96,88	97,04	97,17

Как видно, увеличение ароматических соединений приводит к уменьшению доли алкилбензосульфокислоты в конечном продукте, что в свою очередь вызывает ухудшение качества продукта. Благодаря результатам этих исследований появляется возможность выработать оптимальный технологический режим работы процесса сульфирования.

Одним из важнейших технологических показателей эффективности работы промышленной установки является длительность межпромывочных периодов работы, которая зависит от содержания ароматических соединений. В первую очередь, это вызвано наличием в аппаратах несурфированного остатка, который значительно повышает вязкость смеси и накапливается с течением времени в пленочном реакторе. Расчеты, проведенные с применением программы, показывают, что существует возможность прогнозирования времени до остановки оборудования на промывку (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость длительности межпромывочных периодов от концентрации ароматических соединений в сырье (расчет по модели)

Параметр	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3	Исходное значение	Сырье 4	Сырье 5	Сырье 6	Сырье 7	Сырье 8
Аромат., кг/ч	860	830	800	767	650	580	550	520	460
Дни до остановки	6	6	6	7	8	9	10	10	11

Установлено, что с уменьшением количества углеводородов ароматического ряда время до остановки производственной линии на промывку возрастает, что в масштабе большого предприятия имеет большое значение с точки зрения интенсификации производства.

Таким образом, полученные результаты на основе сравнительного анализа данных с предприятия и численных исследований по модели свидетельствуют о неблагоприятном влиянии ароматических соединений на процесс получения алкилбензосульфокислоты. Специально разработанная программа для расчета показателей процесса сульфирования адекватно описывает работу промышленного производства и позволяет прогнозировать длительность межпромывочных периодов линий установки сульфирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-5019.2016.8.

Литература

1. Market Report. Global Surfactant Market. 3 rd Edition Updated, 2013. – 610P.

2. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. / П.Г. Баннов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001. – 625 с.

РАСШИРЕНИЕ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ НА СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Ф. Ю. Кузнецов

Научный руководитель, старший преподаватель С. В. Фадеева
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

ОАО «Томскгазпром» планирует до 2019 г. увеличить мощность установки подготовки нефти, газа и подтоварной воды. Обоснованием для данного решения послужило комплексное развитие Останинско-Рыбального актива. Планируемый объем производства представлен в таблице 1.

Таблица 1

Объем производства Останинско- Рыбального актива

Максимальная добыча жидкости в год	2000 тыс.т.
Максимальная добыча нефти в год	1256 тыс.т.
Максимальная добыча попутного нефтяного газа в год	250 млн.ст.м ³
Максимальная утилизация подтоварной воды в систему поддержания пластового давления Северо-Останинского нефтегазоконденсатного месторождения в год	936 тыс.м ³

Существующая инфраструктура включает [1]:

- Установка подготовки нефти, газа и подтоварной воды производительностью:
 - по жидкости: 792 тыс.т в год
 - по нефти: 756 тыс.т в год
 - по газу: 184 млн.ст.м³
- Товарный парк:
 - РВС-2000 (4 шт.)
- Блочная кустовая насосная станция:
 - 400 тыс.м³ в год
 - РВС-700 (2 шт.)
- Факелы высокого и низкого давления

При существующей инфраструктуре месторождения установка подготовки нефти, газа и подтоварной воды не справится с планируемым объемом производства.

У компании есть два варианта увеличения пропускной способности установки подготовки нефти, газа и подтоварной воды: модернизация уже имеющегося оборудования или строительство второй очереди.

При модернизации установки необходимо будет провести демонтаж старого оборудования и полную перестройку территории под новое оборудование, т.к. потребуются новая система трубопроводов, необходимо будет укрепить фундамент и поменять все имеющиеся вспомогательное оборудование. Это займет очень много времени и для этого компании придется остановить весь фонд скважин, что приведет к большим убыткам.

Строительство второй очереди выглядит более перспективным по нескольким причинам:

- Нет необходимости останавливать фонд скважин;
- Строительство никак не повлияет на уже имеющуюся инфраструктуру;
- При установке подобного оборудования, технологический режим второй очереди будет подобен технологическому режиму существующей очереди установки подготовки нефти, газа и подтоварной воды;

Кроме того, при истощении продуктивных пластов и снижении количества добычи нефти и газа, вторая очередь также окажется более предусмотрительным и рентабельным вариантом. При уменьшении количества жидкости и газа, поступающих, на установку подготовки нефти, газа и подтоварной воды, вторую очередь можно исключить из работы и проводить процессы подготовки нефти и газа по старой технологической схеме, скорректировав технологический режим.

При модернизации существующей установки подготовки нефти, газа и подтоварной воды, решение проблемы с уменьшением уровня добычи углеводородов выглядит более сложной. При истощении разрабатываемых пластов, придется постоянно изменять технологический режим и схему работы, что непосредственно повлияет на качество товарной нефти. В этом случае компании придется принимать решение: вкладывать деньги в процессы интенсификации притока жидкости и увеличить добычу нефти и газа или снова перестраивать установку подготовки нефти, газа и подтоварной воды.

Литература

1. Технологический регламент установки подготовки нефти, газа и воды Северо-Останинского нефтегазоконденсатного месторождения, 2013 г.