

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ МОЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ВОДОРОД/СЫРЬЕ В РЕАКТОРЕ  
ДЕГИДРИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ РЕАКТОРА СУЛЬФИРОВАНИЯ  
ЛИНЕЙНЫХ АЛКИЛБЕНЗОЛОВ**

**С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

А.В.Шандыбина, И.О.Долганова, Е.Н. Ивашкина

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Э.Д.Иванчина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [avs66@tpu.ru](mailto:avs66@tpu.ru)

**RESEARCH OF HYDROGEN/RAW MOLAR RATIO INFLUENCE IN THE  
DEHYDROGENATION REACTOR ON PERFORMANCE INDICATORS OF LINEAR ALKYL  
BENZENE SULFONATION REACTOR BY THE COMPUTER SIMULATION SYSTEM**

A.V. Shandybina, I.O. Dolganova, E.N. Ivashkina

Scientific Supervisor: Prof., Dr. E.D.Ivanchina

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [avs66@tpu.ru](mailto:avs66@tpu.ru)

***Abstract.** In the present study, we examined the effect of the hydrogen/raw molar ratio in the dehydrogenation reactor on the LAB sulfonation process. We studied the dependence of the ABSK end product quality indicators on the molar ratio by the computer simulation system.*

**Введение.** На сегодняшний день в мире ежегодно растет потребление синтетических моющих средств (СМС) на основе ПАВ. В связи с этим, необходимо уделять пристальное внимание технологии получения компонентов СМС, с целью достижения более высокого экономического эффекта и качества.

Линейные алкилбензосульфаты (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 с одной или несколькими сульфогруппами. Сырьем для производства ЛАБС является алкилбензосульфокислота (АБСК). Крупнейшими производителями алкилбензосульфокислоты в России являются «Салаватнефтеоргсинтез» и ООО «КИНЕФ».

Технология получения АБСК включает несколько стадий: 1) дегидрирование парафинов с получением олефинов на Pt-катализаторе; 2) алкилирование бензола олефинами с получением линейных алкилбензолов (ЛАБ). Процесс проводится с использованием HF-катализатора, который подвергают регенерации в аппарате колонного типа; 3) сульфирование ЛАБ с получением АБСК [1].

Процесс сульфирования является процессом, эффективность протекания которого определяется долей АБСК в продуктивном потоке (допустимое значение не ниже 96 % мас), вязкостью АБСК (не выше 175 сСт) и цветностью АБСК (до 30 ед. Клетта, согласно обработанным экспериментальным данным). Наилучшее качество АБСК достигается при максимальной равномерности процесса сульфирования,

которая, в свою очередь, определяется вязкостью реакционной смеси и зависит от количества высоковязкого компонента.

**Материалы и методы исследований.** С целью улучшения производства АБСК широко используются методы математического и компьютерного моделирования процесса. Главная задача таких систем – изучение различных свойств стадии сульфирования, с помощью определения оптимальных условий протекания процесса, управление им на основе математической модели. Для того, чтобы повысить точность расчетов и эффективность прогнозирования процесса, в программу последовательно включены два процесса – алкилирование с получением ЛАБ и сульфирование ЛАБ с получением ЛАБСК [2].

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-химические 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 %. Прогнозирование процесса позволяет заранее определить наиболее оптимальный технологический режим процесса, а также позволяет в реальном времени реагировать на возможные изменения технологии. К таким изменениям относятся перепады давления в реакторе, колебания состава сырья, изменение расходов того или иного потока: ВСГ, сырья, деминерализованной воды.

**Результаты.** Особое внимание уделяется мольному соотношению водород/сырье в реакторе дегидрирования, и то как это повлияет на показатели качества готового продукта АБСК.

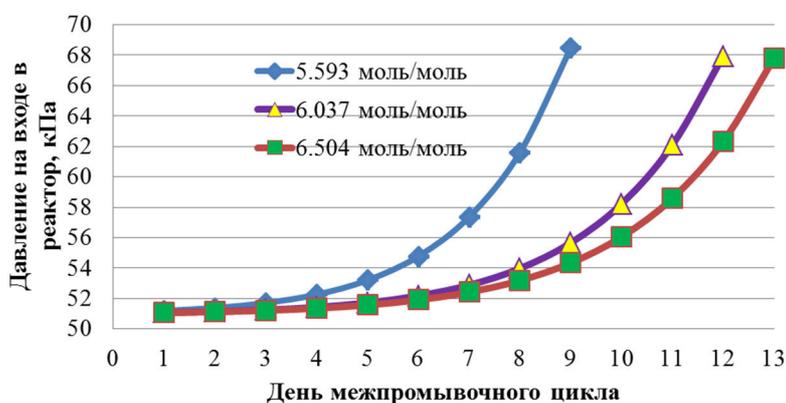


Рис.1 Зависимость длительности межпромывочного цикла и давления на входе в реактор сульфирования от мольного соотношения водород/сырье на стадии дегидрирования

При более высоком мольном соотношении водород/сырье на стадии дегидрирования происходит более полное гидрирование побочных продуктов-диолефинов, соответственно, образуется меньше ароматики, которая на стадии сульфирования приводит к формированию высоковязкого компонента. Также увеличение мольного соотношения водород/сырье поможет снизить темпы закоксовывания катализатора [3]. Образование высоковязкого компонента (ВК) приводит к необходимости промывки реактора.

Опыт промышленной эксплуатации установки получения олефинов показал, что при соотношении водород/сырье, равном 8/1 наблюдается низкая степень превращения исходного сырья. При мольном соотношении водород/сырье, равном 6/1 отмечается высокая скорость коксообразования, а как следствие, быстрая дезактивация Pt-катализатора.

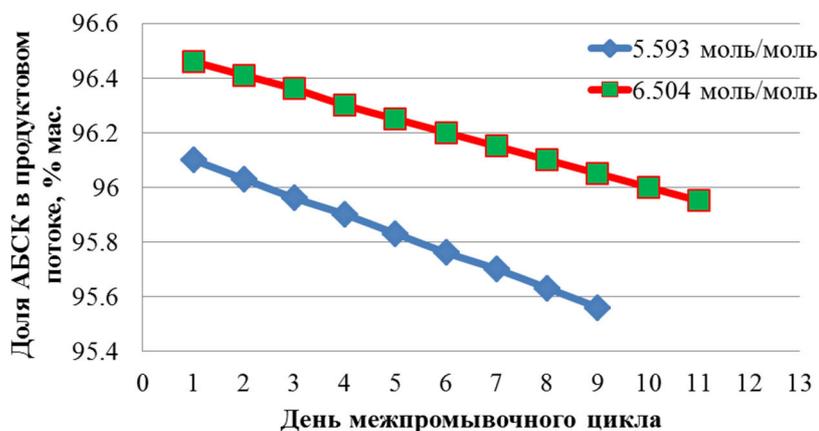


Рис.2 Зависимость доли АБСК в продуктивном потоке реактора сульфирования от мольного соотношения водород/сырье на стадии дегидрирования

Понижение мольного соотношения водород/сырье на стадии дегидрирования негативно отражается на стадии сульфирования вследствие снижения доли АБСК в продуктивном потоке. Самые низкие показатели качества по этому параметру наблюдаются при мольном соотношении водород/сырье равном 5.593 моль/моль и находятся на грани с минимально допустимым значением (96 % мас.).

**Выводы.** Влияние мольного соотношения водород/сырья в процессе дегидрирования на начальной стадии получения АБСК очень значительно. При высоком мольном соотношении водород/сырье образуется больше побочных продуктов, но при этом меньше ароматики. При большом содержании ароматики в сырье реактора сульфирования образуется больше ВК, растет содержание тетралинов в ЛАБ, содержание тетралинов и сульфонов в АБСК.

Низкое мольное соотношение снижает долю АБСК в продуктивном потоке и приводит к быстрой дезактивации катализатора. Поэтому очень важно поддерживать оптимальные условия мольного соотношения водород/сырье на стадии дегидрирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001. – 625 с.
2. Кравцов А.В. Компьютерное моделирование процесса дегидрирования высших n- парафинов на Pt-катализаторах/ А.В.Кравцов, Х А.Ч.адарцев, А.А.Шатовкин и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт.– 2007. — № 5. — С. 35–40.
3. Пат. 2486168 РФ. МПК С07С 5/333, С07С 11/02. Способ управления активностью катализатора процесса дегидрирования высших n-парафинов / Козлов И.А., Андреев А.Б., и др. Заявлено 10.04.2012; Оpubл. 27.06.2013, Бюл. № 41. – 10 с.