

УДК 661.257.1.66.083:661.185

Подустов М.А., Дзевочко А.М., Литвиненко Е.И., Бабиченко Ю.А., Черноног Р.С.

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

На современном этапе развития общества одним из основных требований гармоничного существования человека является энерго- и ресурсосберегающее отношение к природе. Широкое применение малоотходных и энергосберегающих технологий в повседневной жизни человека может стать решающим фактором улучшения экологической ситуации в Украине. Известно, что невзирая на снижение объемов производства продукции, что происходило в последнее пятнадцатилетие степень технологической нагрузки на основные составляющие экосистемы остается существенной. Основные причины такого состояния – устаревшие технологии производства, высокая энергоемкость и материалоемкость, которые превышают в 2–3 раза соответствующие показатели развитых стран. Все это полностью относится и к производству поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Основными стадиями производства ПАВ, которые определяют его энерго- и ресурсосберегающие характеристики, являются: получение сульфатирующего агента, сульфатирование органического сырья, очистки газовойоздушного потока от диоксида серы.

Использование в качестве сульфатирующего агента серной кислоты и олеума, приводит к тому, что степень переработки органического сырья составляет не более 80 %, а также образуется значительные объемы жидких отходов и вредных выбросов в атмосферу, что усложняет экологическую обстановку в стране.

В промышленных условиях сульфатирующий агент получают каталитическим окислением диоксида серы в триоксид серы со степенью превращения не выше 95 %.

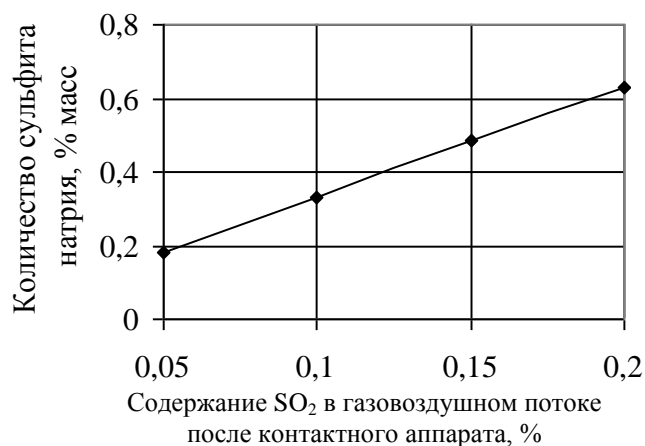


Рисунок 1 – Зависимость количества сульфита натрия в жидких отходах стадии очистки от содержания диоксида серы в газовойоздушном потоке на выходе из контактного аппарата

В этом случае газовойоздушный поток, поступающий на стадию очистки, содержит 0,25 % об. SO₂. Такое высокое содержание SO₂ на стадии очистки с использованием гидроксида натрия приводит к образованию жидких щелочных отходов с содержанием 0,6–1,0 % масс. сульфита натрия.

Использование этих щелочных отходов на стадии нейтрализации продуктов сульфатирования невозможно из-за раздражительного действия моющих средств на основе полученных ПАВ.

Однако жидкие щелочные отходы из стадии очистки можно использовать на стадии нейтрализации при содержании сульфита натрия не более 0,2 %.

Этого можно достичь если степень превращения диоксида серы на стадии получения сульфатирующего агента будет не меньше 99 % об.

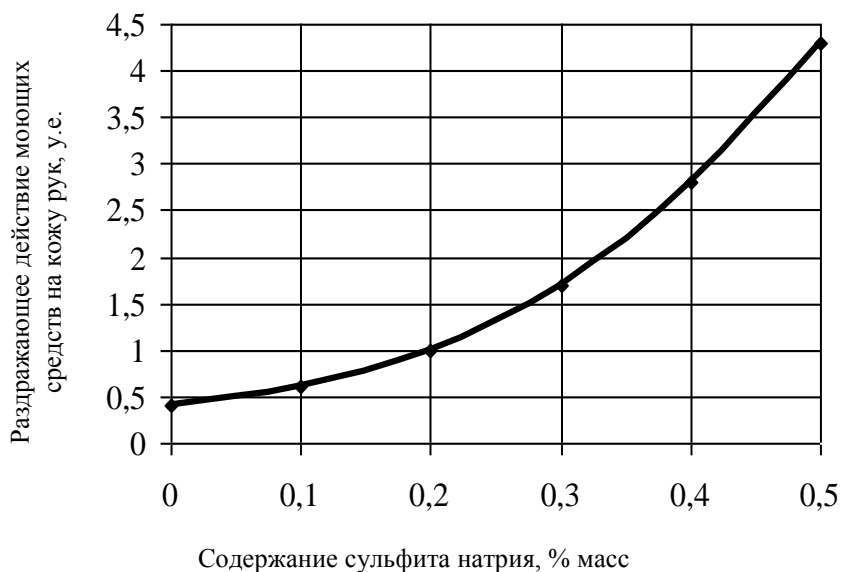


Рисунок 2 – Зависимость раздражающего действия моющих средств от содержания в них сульфита натрия (в пересчете на его количество в растворе гидроксида натрия)

Относительные единицы:

- до 1 – не обладают раздражающим действием;
- от 1 до 2 – частично обладают раздражающим действием;
- свыше 2 – обладают раздражающим действием

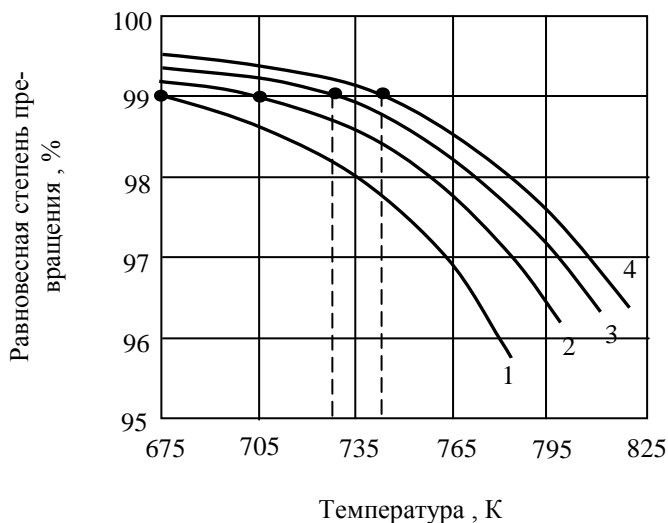


Рисунок 3 – Зависимость равновесной степени превращения SO_2 от температуры и давления
Давление, МПа: 1 – 0,1; 2 – 0,3; 3 – 0,6; 4 – 1,0

Анализ данного процесса показал, что равновесная степень превращения на уровне 99% достигается при 675 К ($P = 0,1$ МПа), при 705 К ($P = 0,3$ МПа). При 730 К ($P = 0,6$ МПа), при 745 К $P = 1,0$ МПа).

Были проведенные экспериментальные исследования процесса окисления 5 % диоксида серы под давлением до 1,0 МПа в диапазоне температур 703–863 К. Экспериментальные исследования проводили на проточно-циркуляционной установке с безградиентным реактором с использованием ванадиевого катализатора СВД.

Результаты экспериментальных исследований показали, что каталитическое окисление диоксида серы необходимо проводить при $P = 0,6$ МПа в диапазоне температур 713–863 К.

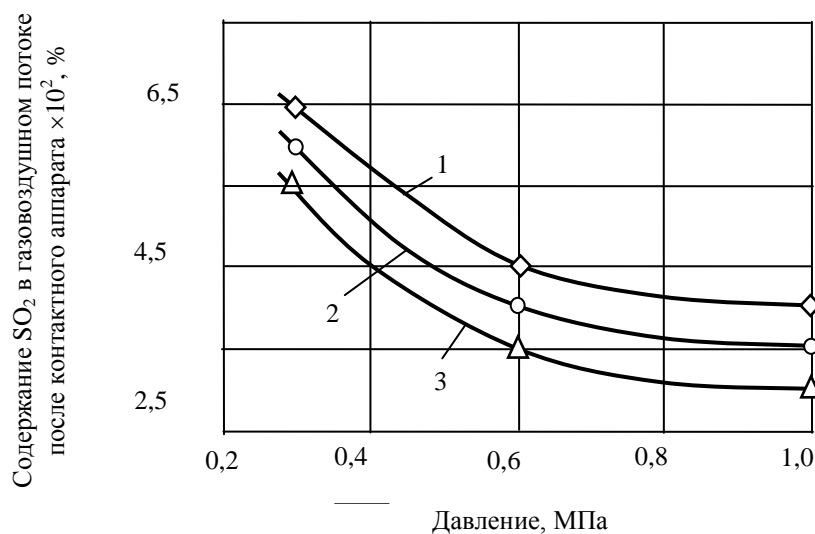


Рисунок 4 – Залежність вмісту SO₂ в газоздушному потоці після контактної апаратури від тиску
Температура, К: 1–718; 2–723; 3–728.

В промислових умовах сульфатирование органічного сировья проводять в каскаді реакторів. При цьому ступінь сульфатирования не перевищує 90 % при кольористості кінцевого продукту більше 3 одиниць по йодній шкалі і в результаті цього при використанні ПАВ в атмосферу викидається 10 % шкідливих викидів газозобразного органічного сировья, крім того енергетичні витрати становлять 1,4 млн. кВт·год.

Аналіз процесу показав (см. рис. 5), що досягти високої ступені сульфатирования і задовільної кольористості кінцевих продуктів можна в проточному трубчатому реакторі з спадним потоком фаз. В цьому випадку можна досягти і значительного зменшення енергетичних витрат.

Експериментальні дослідження проводились в реакторі діаметром 0,006 м, довжиною 0,6 м. Було показано, що при молярному співвідношенні реагентів рівному 1,08:1,0 для алкілбензолів можна досягти ступені превращення 98,5 % при кольористості кінцевих продуктів рівною 1. Таким чином, кількість шкідливих викидів органічного сировья зменшується з 10 % до 1,5 %.

В промислових умовах процес очищення газоздушного потоку від діоксида сірки здійснюють в абсорбційних колонках з насадкою. В якості насадки використовують кільця Рашига. При цьому ступінь очищення не перевищує 95 % (см. рис. 6).

Аналіз процесу показав, що підвищити ефективність очищення можна проведенням швидкої абсорбції з використанням блочних масообмінних елементів.

Результати експериментальних досліджень показали, що при використанні блочних масообмінних елементів вдасться знизити гідравлічне опір насадки в 5,5 раз (см. рис. 6), підвищити ступінь очищення до 98 %, що в кінцевому рахунку дозволяє досягти в приземному шарі атмосфери вмісту діоксида сірки на рівні гранично-допустимого концентрації.

Вміст сульфата натрію в рідких щелочних відходах в цьому випадку знаходиться на рівні 0,2 % мас, що дозволяє використовувати їх для нейтралізації продуктів сульфатирования і тим самим виключити рідкі щелочні відходи виробництва.

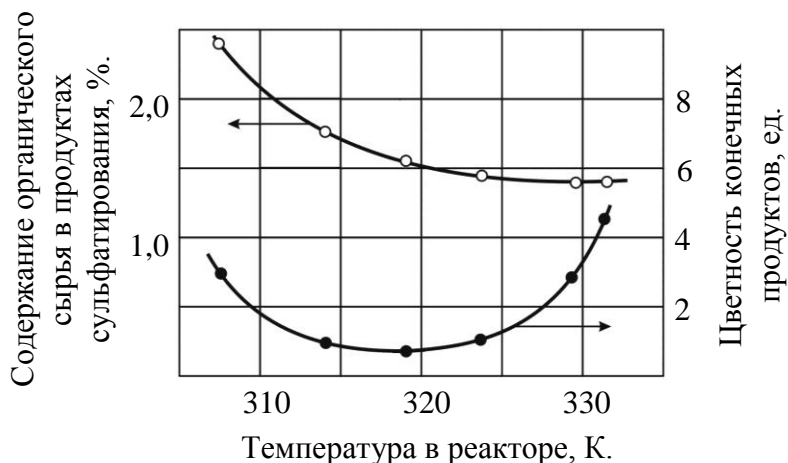


Рисунок 5 – Зависимость содержания органического сырья в продуктах сульфатирования и цветности конечных продуктов при сульфатировании алкилбензолов от температуры в реакторе при мольном соотношении 1,08:1

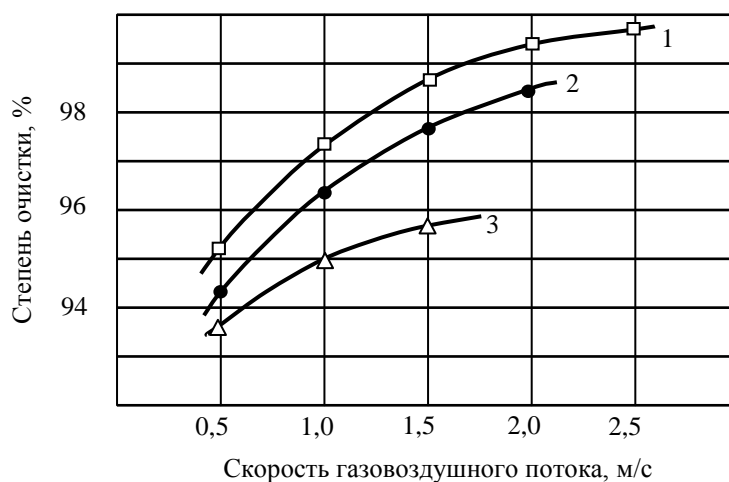


Рисунок 6 – Зависимость степени очистки от скорости газовой воздушного потока
Примечание: 1. БН. 2. Седла Инталокс. 3. Кольца Рашига

По результатам исследований была предложена ресурсо- и энергосберегающая технологическая схема производства ПАВ.

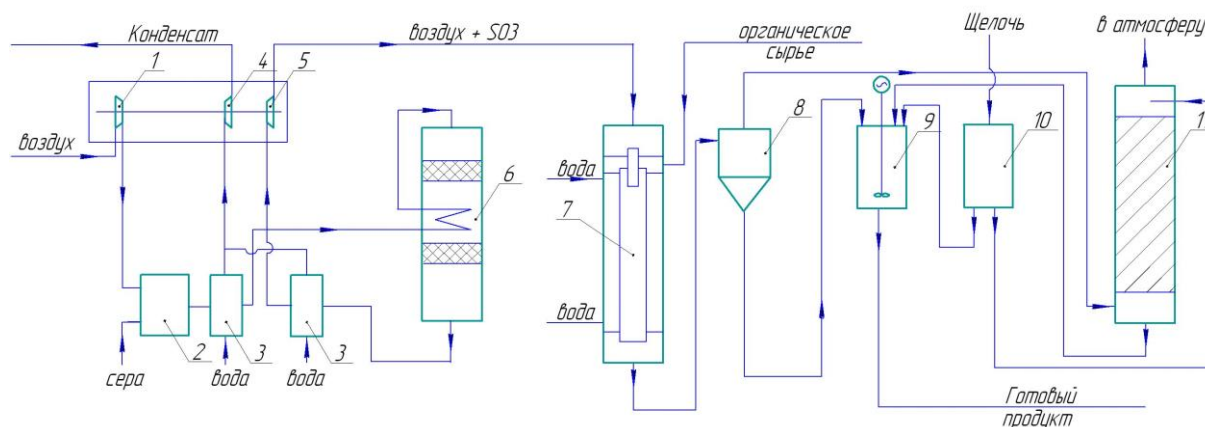


Рисунок 7 – Технологическая схема ресурсо- и энергосберегающего производства ПАВ

В предложенной схеме полностью исключены энергозатраты на стадии сульфатирования, уменьшены на стадии очистки и компенсированы на стадии получения сульфатирующего агента. Техничко-экономические и ресурсосберегающие показатели производства ПАВ приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели предлагаемого и действующего производства ПАВ (на 1 т 100 % ПАВ)

N п/п	Наименование	Количественные характеристики, кг	
		Действующее производство	Предлагаемое производство
1	Расход серы	123	118
2	Расход органического сырья	779	712
3	Расход щелочи	185	135
4	Количество жидких отходов (раствор сульфита натрия)	160	–
5	Количество вредных газообразных выбросов (диоксид серы) после стадии очистки	0,55	0,21
6	Количество газообразных выбросов органического сырья при использовании ПАВ	77,9	10,7

Таблица 2 – Ресурсосберегающие показатели производства ПАВ

	Расход, кг/т ПАВ			Жидкие отходы, кг/т	Газообразные выбросы	
	Органическое сырье	SO ₃	NaOH		Органическое сырье, кг/т	SO ₂ , %
Действующее производство (Украина)	779	263	185	160	77,9	0,05
Действующее производство (Италия)	712	252	148	128	10,7	0,03
Предлагаемое производство	712	252	135	Отсутствуют	10,7	0,005

Предложенная схема была апробирована в опытно-промышленных и промышленных условиях на предприятиях Украины и России. Полученные результаты дают возможность утверждать о возможности широкого внедрения данных технологий.

Литература

1. Мигель В.И. Производство анионных поверхностно-активных веществ в Украине: есть ли шансы / В.И. Мигель, Ковалев В.М. // Химическая промышленность Украины. – 2004. – С. 4–8.

2. Подустов М.А. Совершенствование процесса получения сульфатирующего агента с целью повышения экологической безопасности / М.А. Подустов, В.И. Тошинский, А.М. Дзевочко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2003. – № 6. – С. 59–61.

3. Подустов М.О. Зменшення викидів у атмосферне повітря при сульфатуванні органічної сировини газоподібним триоксидом сірки / М.О. Подустов, В.І. Тошинський, О.М. Дзевочко. В.М. Петров // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки : зб. наук. пр. УкрНДЦЕП. – Харків : ВД “Райдер”. – 2008. – С. 240–247.

УДК 661.257.1.66.083:661.185

Подустов М.О., Дзевочко О.М., Литвиненко Є.І., Бабіченко Ю.А., Черноног Р.С.

**ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗАОЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ У
ВИРОБНИЦТВІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН**

Проаналізовано сучасний стан виробництва поверхнево-активних речовин (ПАР) в Україні. Наведені основні енерго- та ресурсовитратні характеристики виробництва ПАР. Розглянуті напрями та способи підвищення енерго- та ресурсозаощадних показників даного виробництва.

Podustov M., Dzevochko A., Litvinenko E., Babichenko J., Chornonog R.

**ENERGY AND RESOURCE SAVING TECHNOLOGY IN
SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES PRODUCTION**

The current state of the surface-active substances (SAS) in Ukraine. The basic energy- and resource-consuming features of SAS. Directions and how to increase energy and performance of the resource saving production