



УДК 66.011

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА ДЛЯ УСТАНОВКИ ОСУШКИ БЕНЗОЛА ПРОЦЕССА АЛКИЛИРОВАНИЯ



### DEVELOPMENT OF A HEAT RECOVERY SYSTEM FOR THE DRYING BENZENE UNIT ALKYLATION PROCESS

**Валеев Анвар Ринатович**

магистрант кафедры нефтехимии и химической технологии,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
spestersnape@gmail.com

**Чуракова Светлана Константиновна**

доктор технических наук, профессор,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
churakovack@rambler.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу работы ректификационной колонны осушки и выделения рециркулирующего бензола в процессе алкилирования бензола пропиленом.

Для анализа работы действующего варианта работы ректификационной колонны использовалось моделирование с помощью пакета программ Unisim design.

В результате анализа было предложено установить рекуперативный теплообменник «пары колонны/свежий бензол», что позволяет снизить нагрузку на кипятильник колонны на 3 % и нагрузку на конденсатор на 3,9 %.

**Ключевые слова:** рекуперация тепла, алкилирование, осушка бензола.

**Valeev Anvar Rinatovich**

Master of Department of Petrochemistry  
and Chemical Technology,  
Ufa State Petroleum Technological University  
spestersnape@gmail.com

**Churakova Svetlana Konstantinovna**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Ufa State Petroleum Technological University  
churakovack@rambler.ru

**Annotation.** This article is devoted to the analysis of the operation of a distillation column for drying and recovering recycled benzene during the alkylation of benzene with propylene.

To analyze the operation of the current version of the distillation column, simulation was used using the Unisim design software package.

As a result of the analysis, it was proposed to install a «column vapour / fresh benzene» recuperative heat exchanger, which reduces the load on the reboiler by 3 % and the load on the condenser by 3,9 %.

**Keywords:** heat recovery, alkylation, benzene drying.

**В** процессе алкилирования бензола пропиленом колонна подготовки сырья выполняет сразу несколько функций – азеотропную осушку свежего бензола, выделение бензола из продуктов алкилирования для организации рециркуляции, а также отделение более тяжелых компонентов для последующего разделения. [1]

Результативность осуществления этих функций определяется правильной организацией работы колонны осушки и выделения бензола, а также работой сепарационного и теплообменного оборудования.

Качество получаемого бензола зависит от эффективности работы контактных устройств и сопутствующего оборудования. В связи с чем, актуальна задача оценки существующей технологии подготовки сырья с целью её дальнейшего совершенствования за счет снижения технико-эксплуатационных затрат.

Для анализа действующего варианта работы ректификационной колонны было выполнено моделирование в программе Unisim Design. Адекватность полученной модели подтверждается совпадением технологических параметров действующей ректификационной колонны и моделируемого варианта.

Технологические параметры действующего варианта работы ректификационной колонны и параметры, полученные с помощью моделирования представлены в таблице 1.

На рисунке 1 представлен общий вид модели в программе Unisim Design.

Анализируя полученную модель было обнаружено, что свежий бензол поступает в колонну в недогретом состоянии (35 °С) при температуре в зоне питания 97 °С. Это приводит к увеличению нагрузки на кипятильник и, следовательно, к увеличению расхода греющего пара.

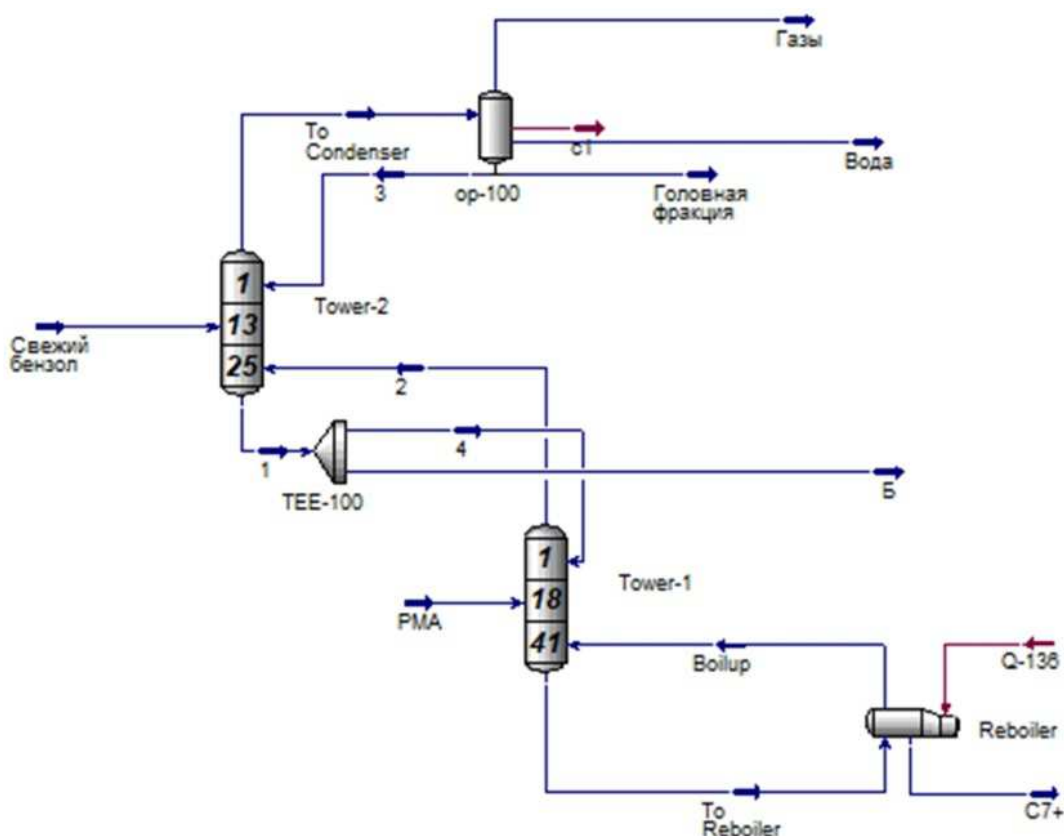
Для снижения расхода пара в кипятильник было предложено установить рекуперативный теплообменник «пары колонны / свежий бензол». Несмотря на то, что для обеспечения минимального рекомендованного для кожухотрубных теплообменных аппаратов температурного напора (10 °С) температуру свежего бензола удалось поднять лишь до 84 °С, данное решение рассматривается как наиболее оптимальное, так как пары колонны являются источником свободного тепла передаваемого за счёт собственных отходящих технологических потоков и общая экономия тепла в данном случае превышает возможную выгоду от снижения тепловой нагрузки в случае полного нагрева сырьевого бензола внешним теплоносителем. [2]



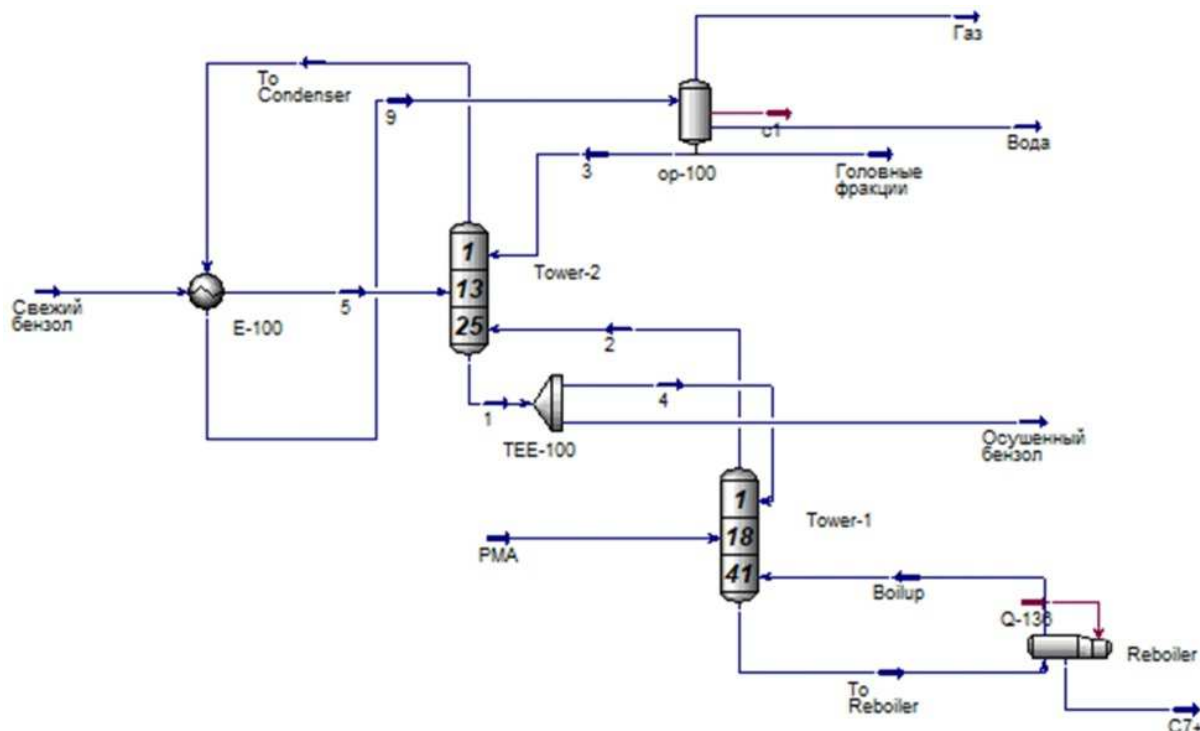
Общий вид модели предлагаемого варианта работы ректификационной колонны представлен на рисунке 2.

**Таблица 1** – Технологические параметры действующей ректификационной колонны и моделируемого варианта

Параметр	Фактический вариант	Моделируемый вариант
Температура, °С		
верха	94,00	94,04
на глухой тарелке	98,00	97,96
куба	183,7	183,7
орошения	42,50	42,50
Расход, кг/ч		
Пара с верха колонны:	9495,0	9495,0
орошения	36500,0	36495,5
свежего бензола	12000	12000
PMA из алкилятора	34140,0	34140,0
PMA из трансалкилятора	10800,0	10800,0
кубового продукта	26545,0	26545,0
осушенного бензола	26700	26700
верхнего жидкого продукта	3390,0	3390,0
верхнего газообразного продукта	300,0	300,0
Давление, МПа (изб.)		
верха	0,1519	0,1519
низа	0,1772	0,1772
Содержание воды в бензоле, ppm	64,0	64,3
Качество бензола, % масс.	99,50	99,50
Содержание бензола в кубовом продукте, ppm	0	0



**Рисунок 1** – Общий вид модели действующего варианта работы ректификационной колонны



**Рисунок 2** – Общий вид модели предлагаемого варианта работы ректификационной колонны

Тепловые балансы действующего и предлагаемого вариантов работы ректификационной колонны осушки и выделения бензола представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Тепловые балансы действующего и предлагаемого вариантов работы ректификационной колонны

Поток	Действующий вариант		Предлагаемый вариант	
	кДж/ч	%	кДж/ч	%
Теплоподвод				
Свежий бензол	7765,7	21,64	7765,7	21,93
Реакционная масса алкилирования	12391,5	34,54	12391,5	35,00
Теплоподвод в кипятильник	15720,5	43,82	15252,0	43,07
Итого	35877,7	100,00	35409,2	100,0
Теплосъем				
Газы	577,7	1,61	575,4	1,62
Вода	0,0	0,00	0,0	0,00
Головные фракции	0,0	0,00	0,0	0,00
Осушенный бензол	20621,9	57,48	20621,6	58,24
Кубовый продукт	2673,7	7,45	2673,6	7,55
Теплосъем в конденсаторе	12004,4	33,46	11538,6	32,59
Итого	35877,7	100,00	35409,19194	100,00

**Выводы:** применение рекуперативного теплообменника «пары колонны / свежий бензол» позволяет снизить: нагрузку на кипятильник колонны на 3 %, нагрузку на конденсатор на 3,9 %.

**Литература:**

1. Основные процессы нефтехимии. Справочник / Роберт А. Мейерс (ред.); пер. с англ. под. ред. И.А. Голубевой. – СПб. : Профессия, 2015. – 747 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – 13-е изд. – М. : Альянс, 2006. – С. 752–784.

**References:**

1. Main processes of petrochemistry. Handbook / Robert A. Meyers (ed.); trans., ed. by I.A. Golubeva. – St. Petersburg : Profession, 2015. – 747 p.
2. Kasatkin A.G. Main processes and apparatuses of chemical technology. – 13th ed. – M. : Alliance, 2006. – P. 752–784.