

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерно-физический факультет

Т.А. Родина

АТЛАС ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Пособие для самостоятельной работы по дисциплине

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



Благовещенск

2020

ББК 24.1 я 73
Р 60

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
инженерно-физического факультета
Амурского государственного
университета*

Составитель: Родина Т.А.

Атлас технологических схем. Пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине Химическая технология органических веществ / Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2020. – 33 с.

Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов 3 курса, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология. Атлас включает технологические схемы производства важнейших продуктов органического синтеза.

В авторской редакции.

Рецензенты:

А.П. Пакузина, д.х.н., профессор кафедры химии ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ
Ю.А. Гужель, к.т.н., доцент кафедры химии и химической технологии АмГУ.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
1 Процессы этерификации.....	5
2 Процессы гидратации.....	9
3 Процессы дегидратации.....	11
4 Процессы гидролиза и дегидрохлорирования.....	13
5 Процессы амидирования.....	14
6 Процессы нитрования.....	15
7 Процессы сульфатирования.....	16
8 Процессы сульфирования.....	19
9 Процессы сульфохлорирования и сульфоокисления.....	21
10 Процессы гидрирования и дегидрирования.....	22
11 Процессы окисления.....	25
12 Процессы алкилирования.....	27
13 Процессы галогенирования.....	29
14 Процессы на основе синтез-газа.....	31
Библиографический список.....	32

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов 3 курса, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология и изучающих дисциплину Химическая технология органических веществ. Целью изучения дисциплины является освоение теоретических представлений основных технологических процессов получения важнейших продуктов органического синтеза. Поэтому атлас включает технологические схемы производства различных классов органических веществ в процессах алкилирования, гидролиза, гидратации, дегидратации, этерификации, амидирования, сульфатирования, сульфирования, сульфоокисления, сульfoxлорирования, нитрования, галогенирования, окисления, гидрирования, дегидрирования, а также синтезов на основе оксида углерода.

Работа с атласом поможет студентам изучить типовые процессы химической технологии органических веществ, химию и теоретические основы процессов, используемое сырье, основные реакционные агенты и катализаторы, условия протекания процессов, параметры и режимы работы типового оборудования, побочные процессы и способы их подавления.

1. Процессы этерификации

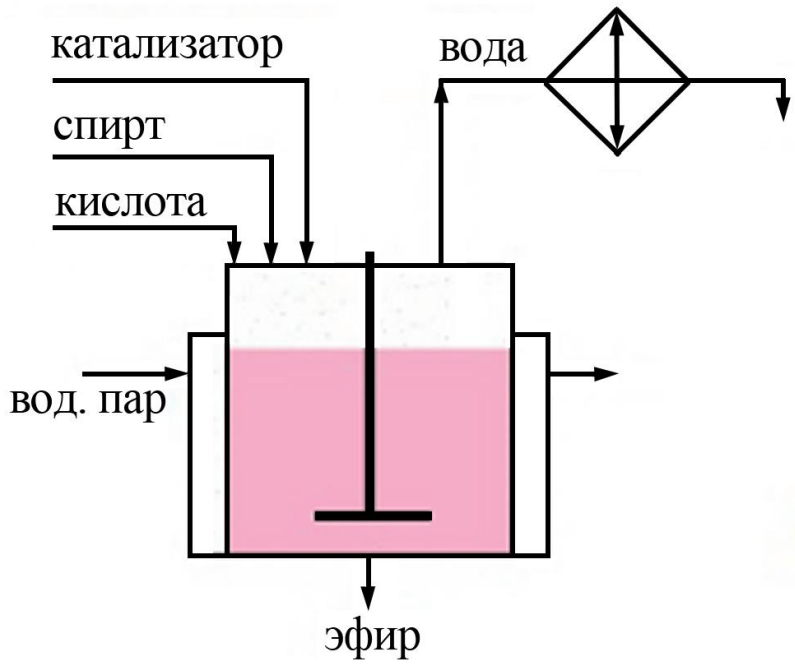


Рисунок 1.1 – Реакционный узел процесса этерификации

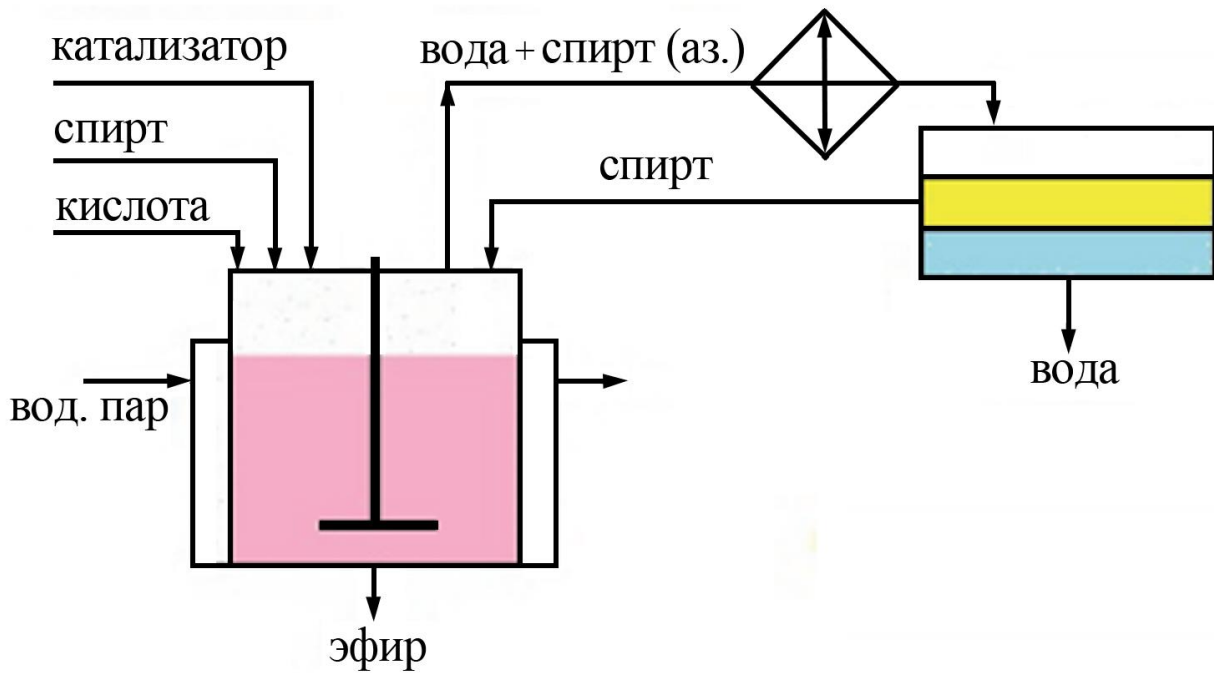


Рисунок 1.2 – Реакционный узел процесса этерификации

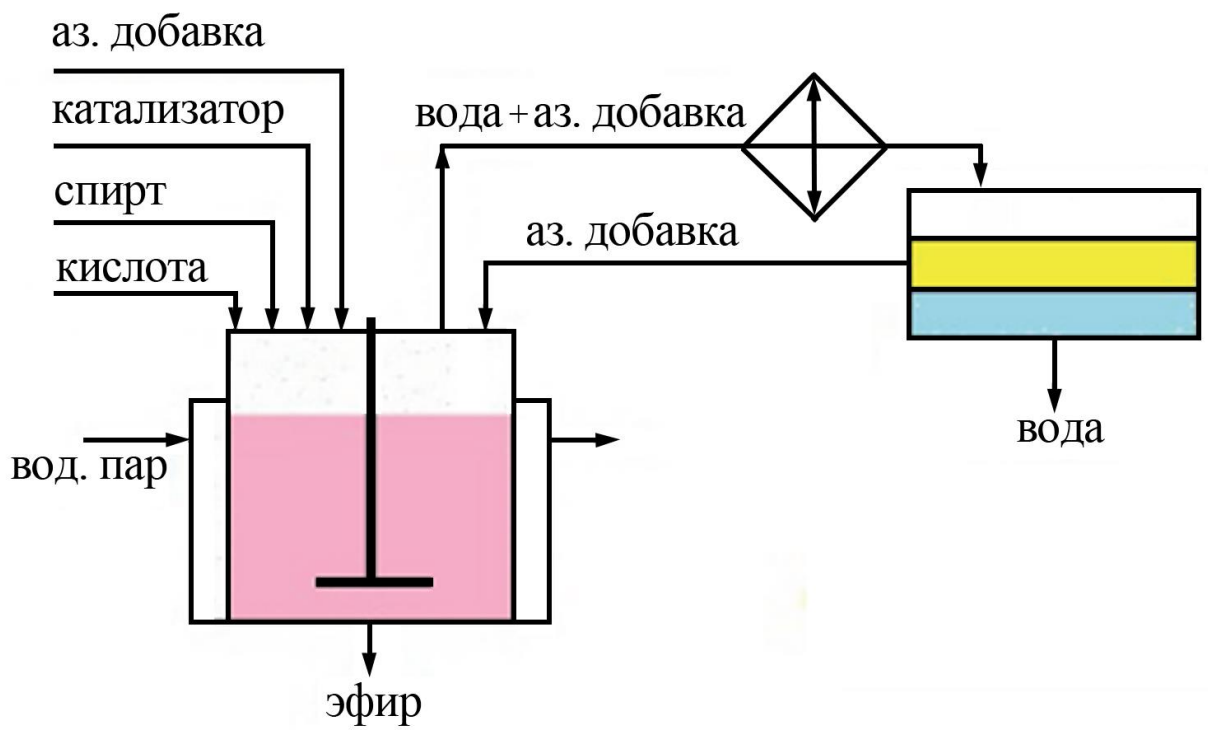


Рисунок 1.3 – Реакционный узел процесса этерификации

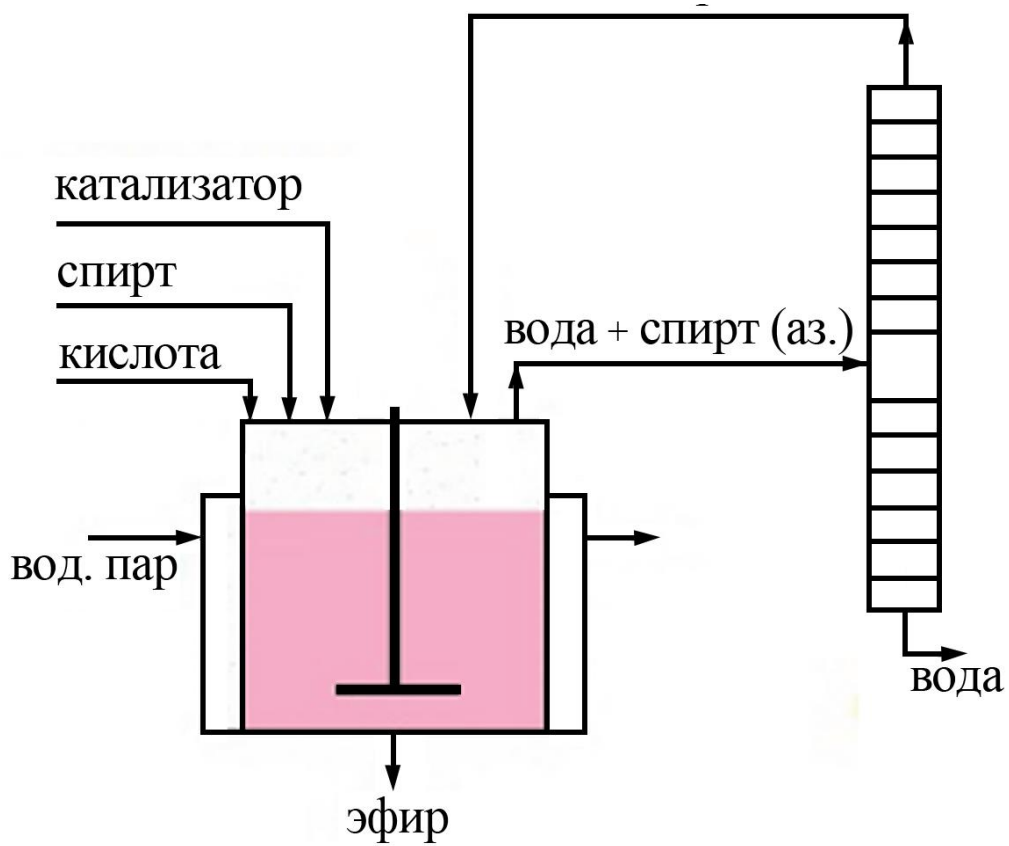


Рисунок 1.4 – Реакционный узел процесса этерификации

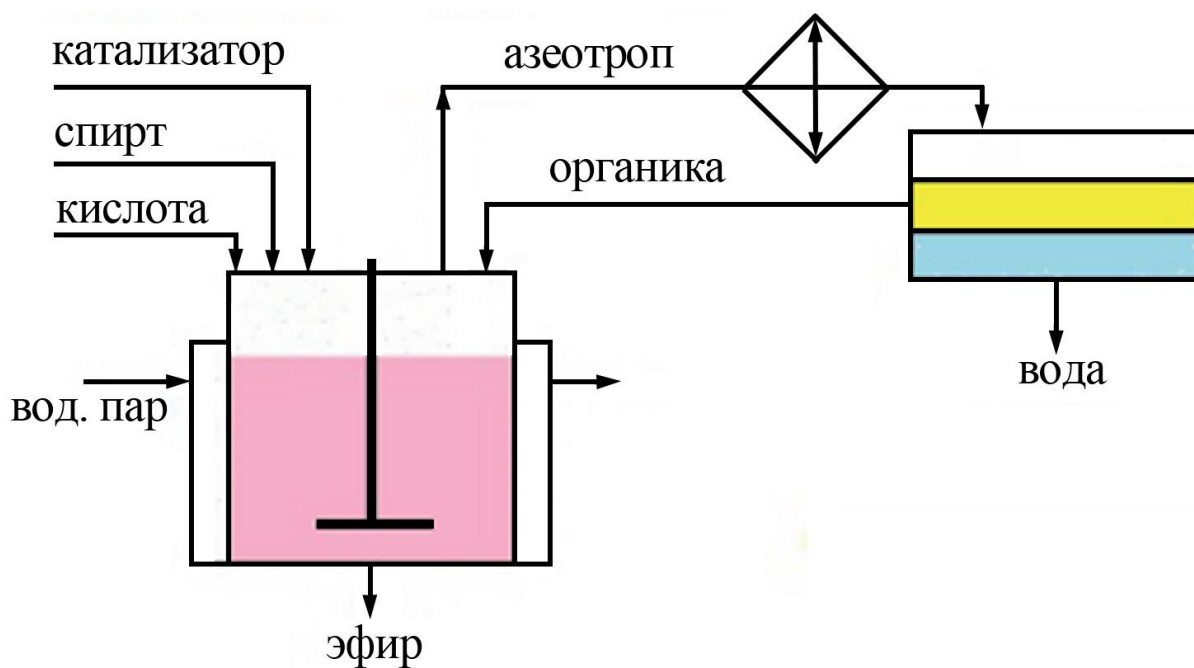


Рисунок 1.5 – Реакционный узел процесса этерификации

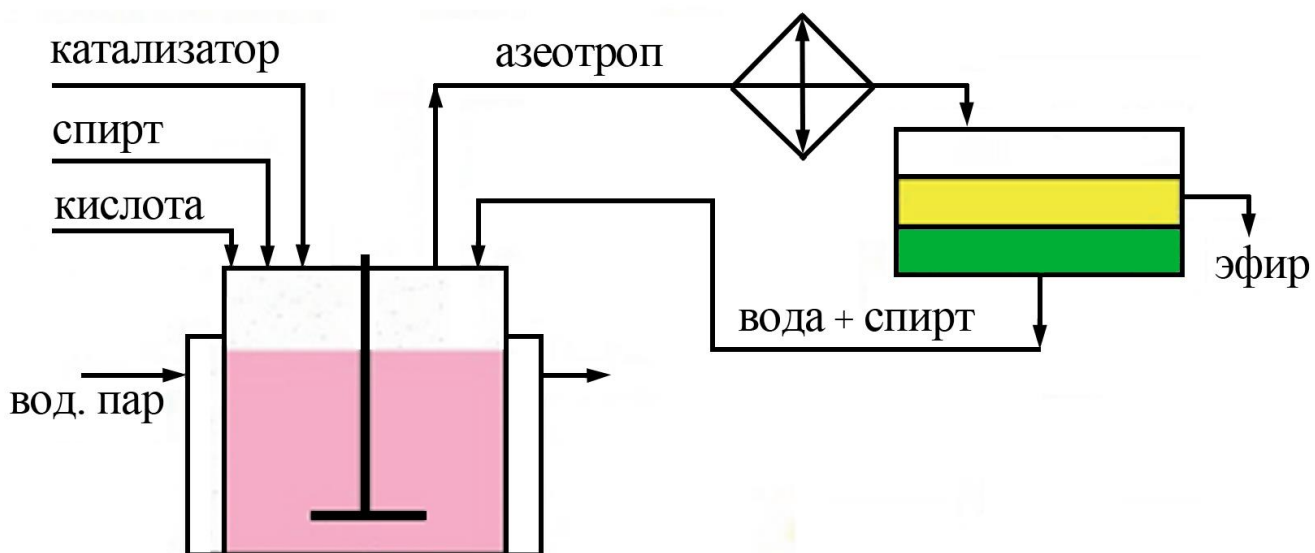


Рисунок 1.6 – Реакционный узел процесса этерификации

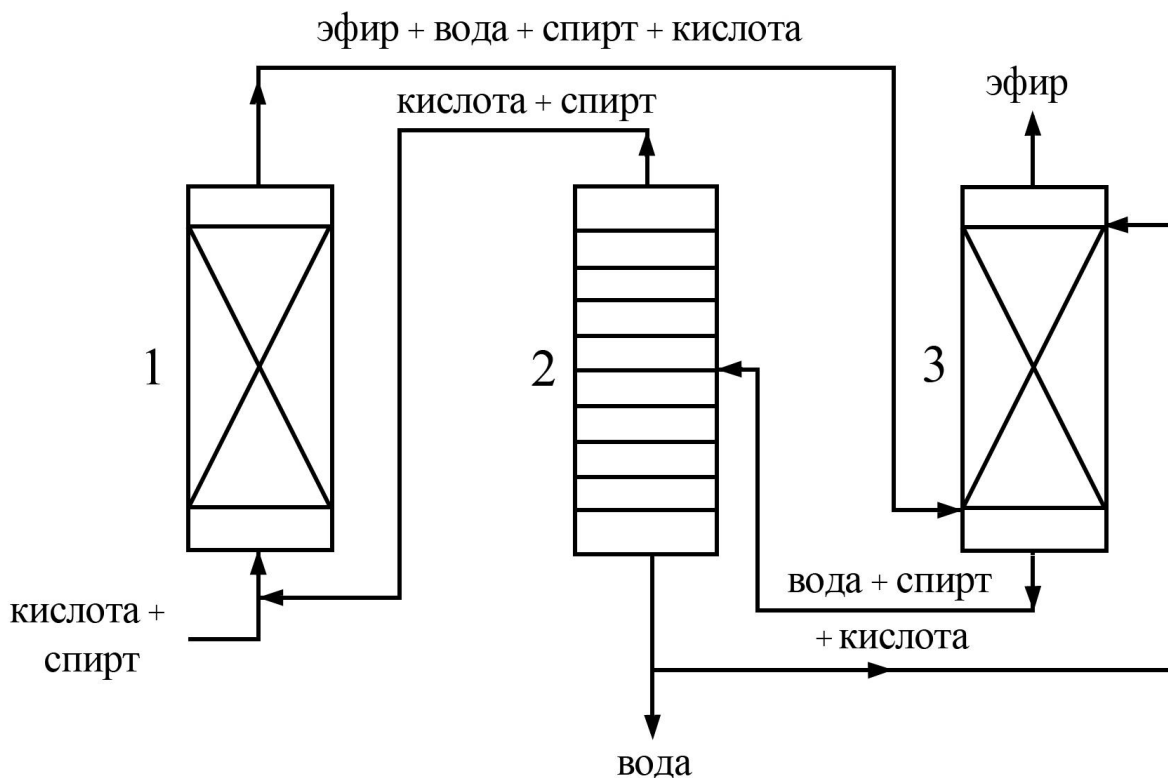


Рисунок 1.7 – Реакционный узел процесса этерификации

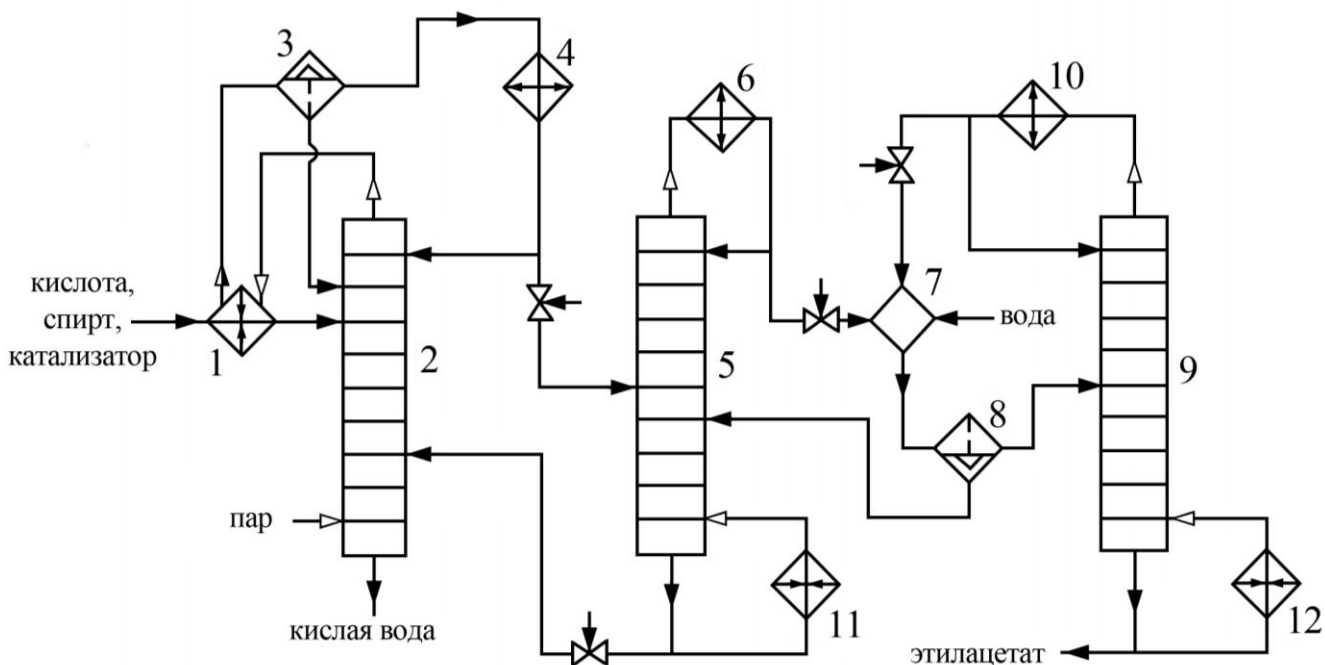


Рисунок 1.8 – Технологическая схема производства этилацетата:

1 – теплообменник; 2 – эфиризатор; 3, 8 – сепаратор; 4, 6, 10 – холодильник; 5, 9 – ректификационная колонна; 7 – смеситель; 11, 12 – подогреватель

2. Процессы гидратации

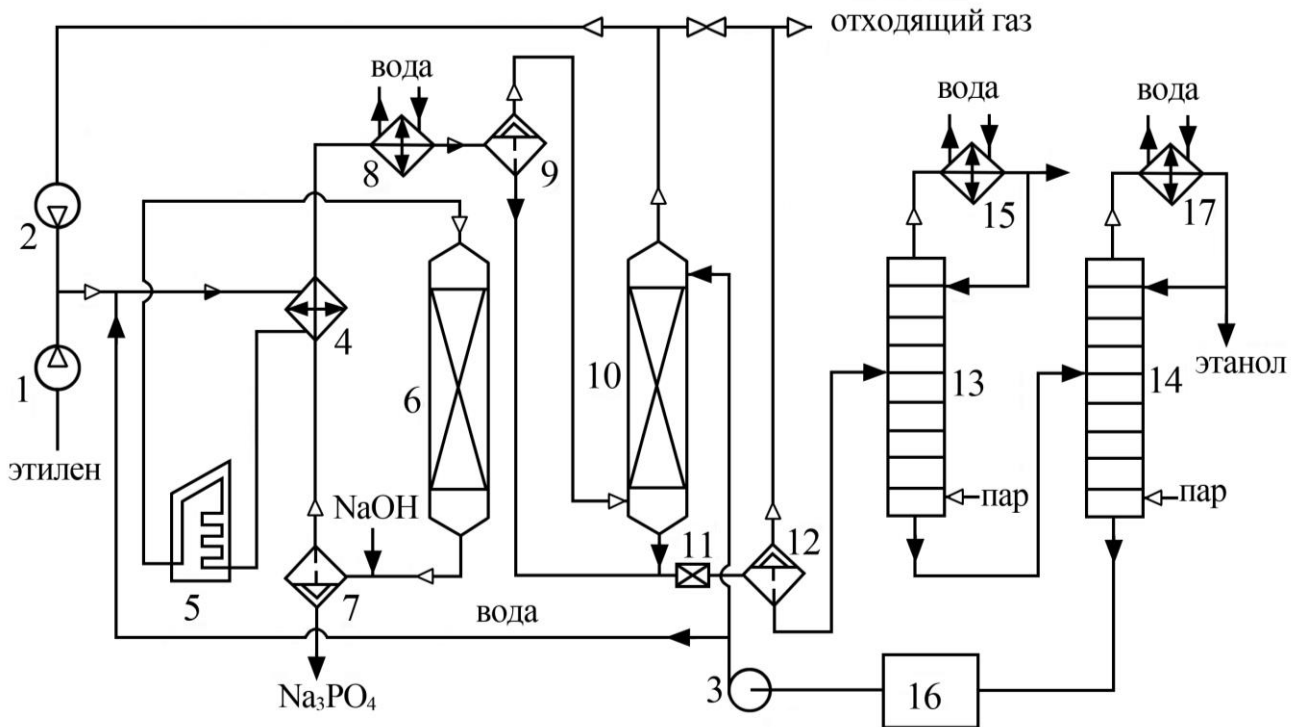


Рисунок 2.1 – Технологическая схема производства этанола:

1, 2 – компрессор; 3 – насос; 4 – теплообменник; 5 – трубчатая печь; 6 – реактор; 7, 9, 12 – сепаратор; 8, 15, 17 – холодильник; 10 – абсорбер; 11 – дроссель; 13, 14 – ректификационная колонна; 16 – блок ионообменной очистки

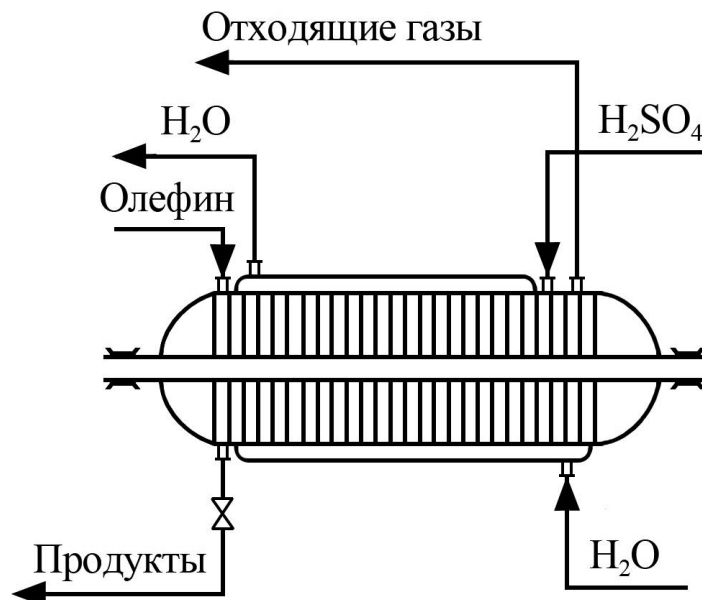


Рисунок 2.2 – Горизонтальный абсорбер с дисковой мешалкой для сернокислотной гидратации

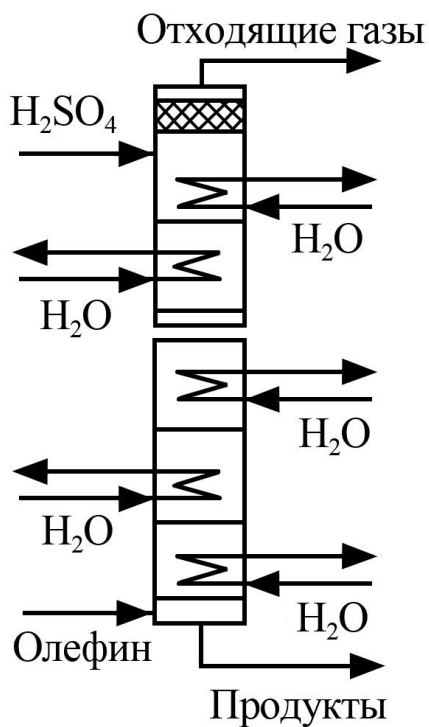


Рисунок 2.3 – Колонный тарельчатый абсорбер непрерывного действия для сернокислотной гидратации

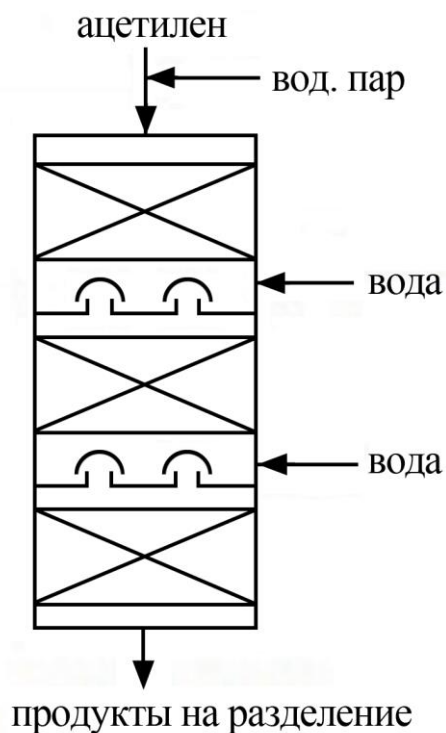


Рисунок 2.4 – Реакционный узел для гидратации ацетилена с гетерогенным катализатором

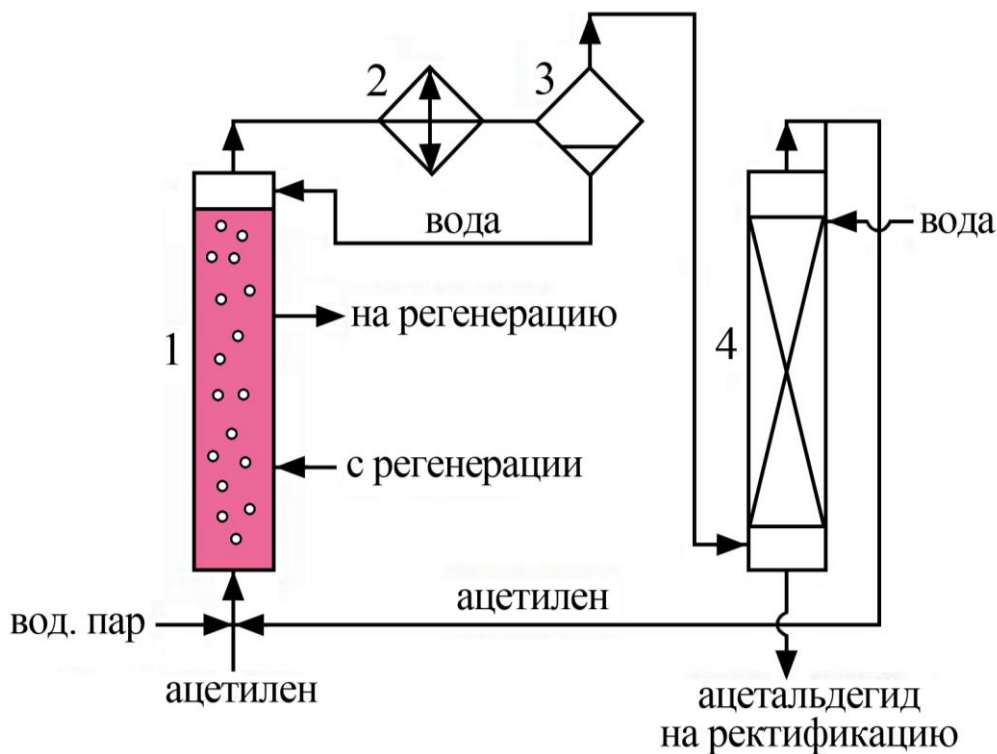


Рисунок 2.5 – Реакционный узел для гидратации ацетилена с ртутным катализатором: 1 – реактор; 2 – холодильник; 3 – сепаратор; 4 – абсорбер

3. Процессы дегидратации

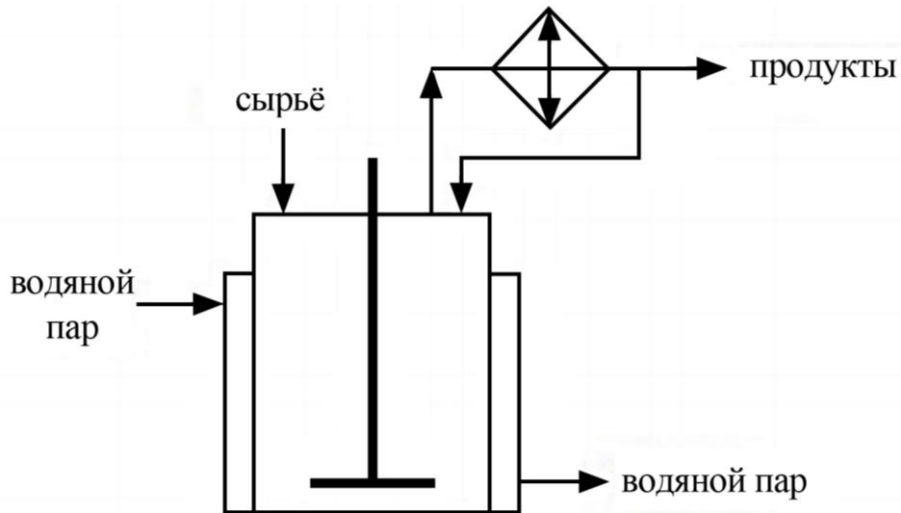


Рисунок 3.1 – Реакционный узел для жидкофазного процесса дегидратации

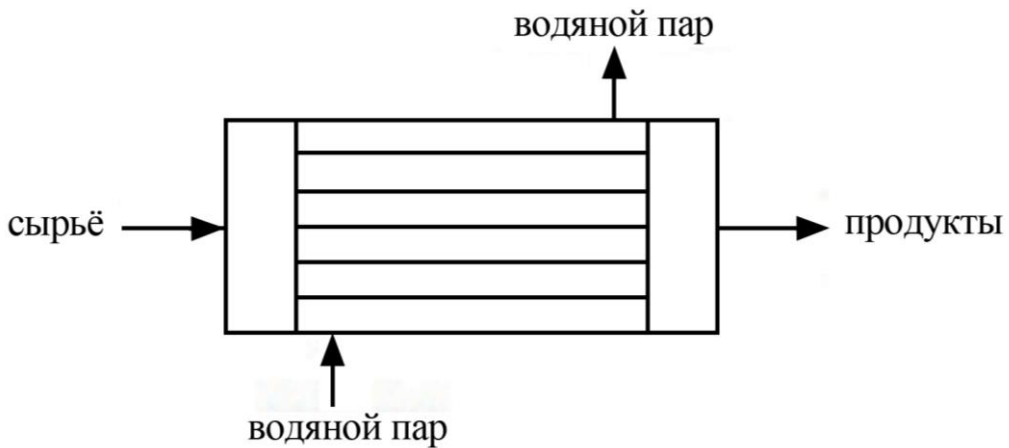


Рисунок 3.2 – Реакционный узел для жидкофазного процесса дегидратации

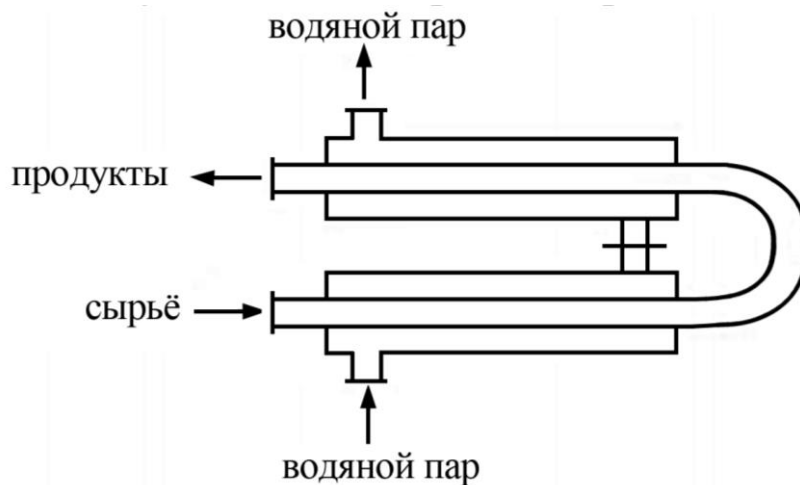


Рисунок 3.3 – Реакционный узел для жидкофазного процесса дегидратации

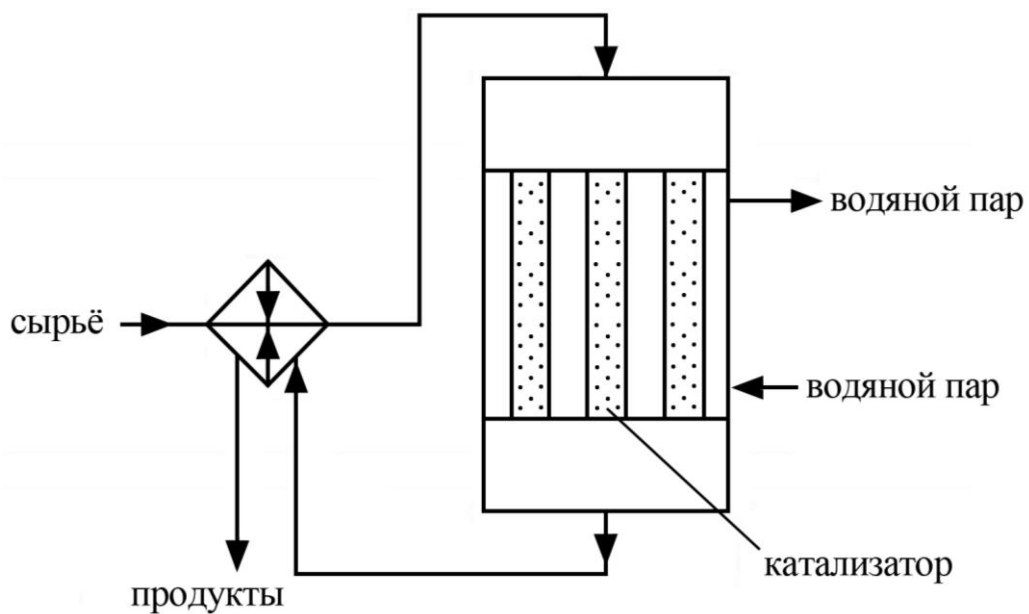


Рисунок 3.4 – Реакционный узел для газофазного процесса дегидратации

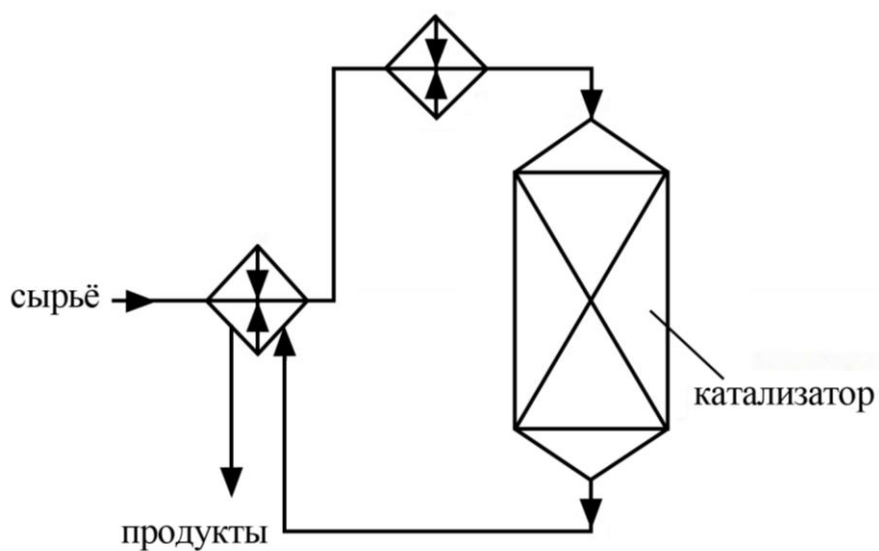


Рисунок 3.5 – Реакционный узел для газофазного процесса дегидратации

4. Процессы гидролиза и дегидрохлорирования

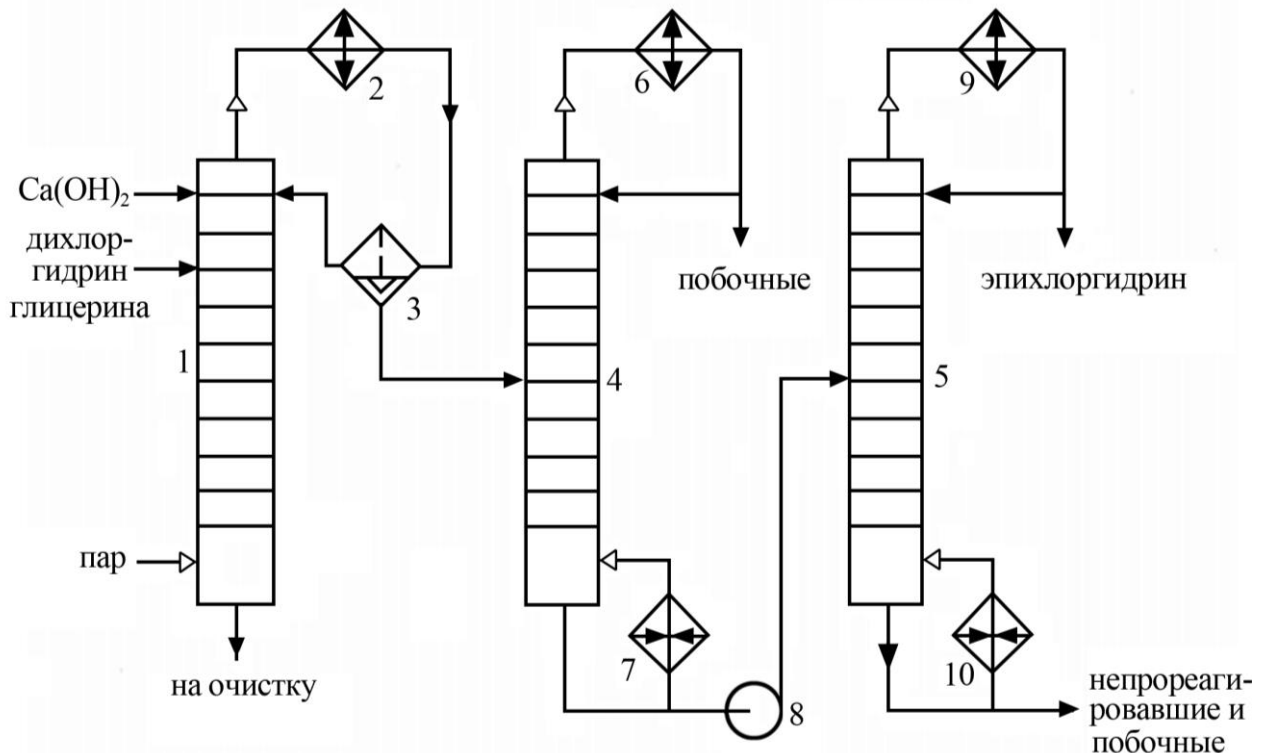


Рисунок 4.1 – Технологическая схема производства эпихлоргидрина:
1 – реактор; 2, 6, 9 – холодильник; 3 – сепаратор; 4, 5 – ректификационная колонна; 7, 10 – подогреватель; 8 – насос

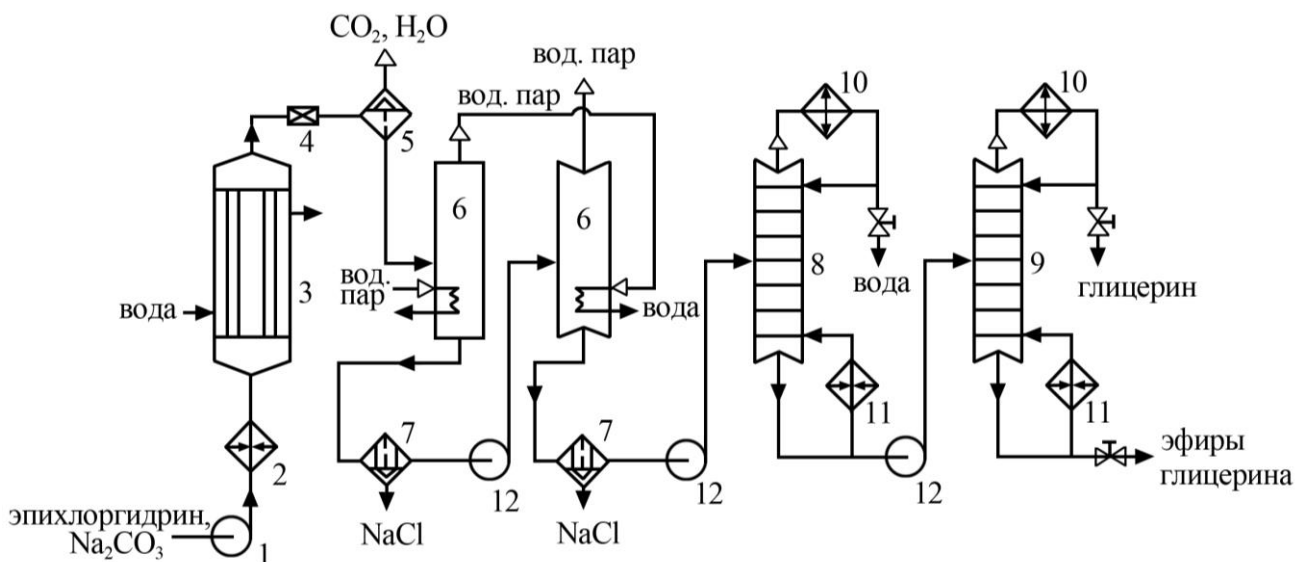


Рисунок 4.2 – Технологическая схема производства глицерина:
1, 12 – насос; 2, 11 – подогреватель; 3 – реактор; 4 – дроссель; 5 – сепаратор; 6 – выпарной куб; 7 – фильтр; 8 – вакуумная ректификационная колонна; 10 – холодильник

5. Процессы амидирования

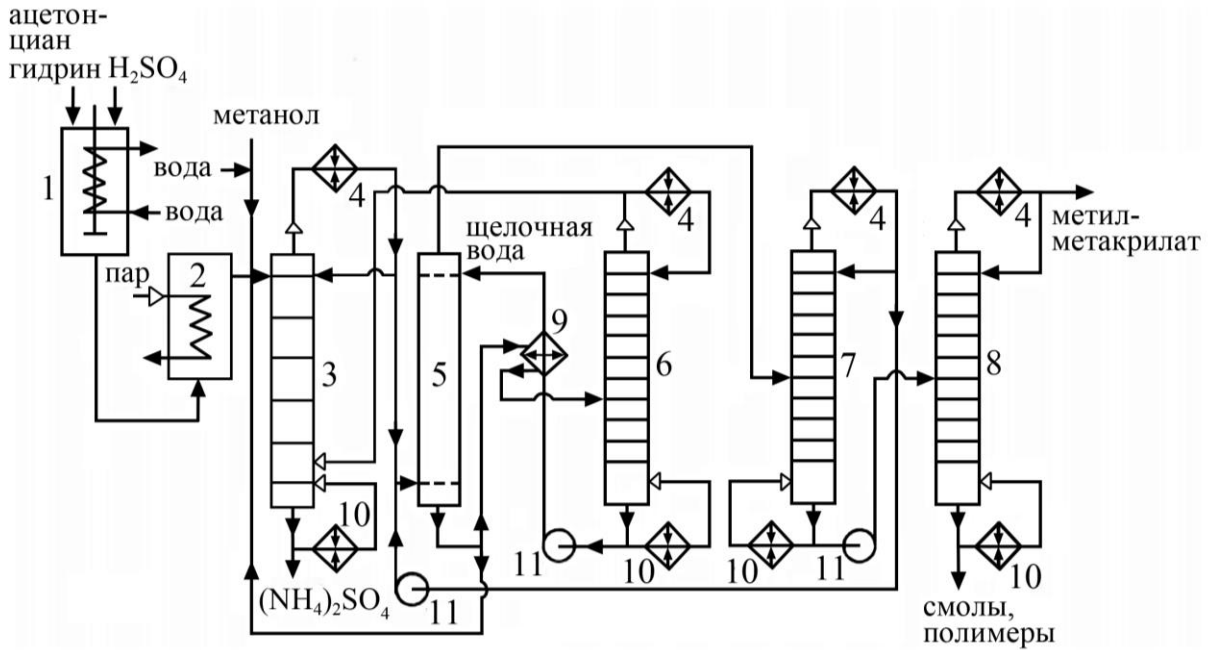


Рисунок 5.1 – Технологическая схема производства метилметакрилата:
 1 – смеситель; 2 – реактор; 3 – реактор-эфиризатор; 4 – холодильник; 5 – экстрактор; 6 – отпарная колонна; 7, 8 – ректификационная колонна; 9 – теплообменник; 10 – подогреватель; 11 – насос

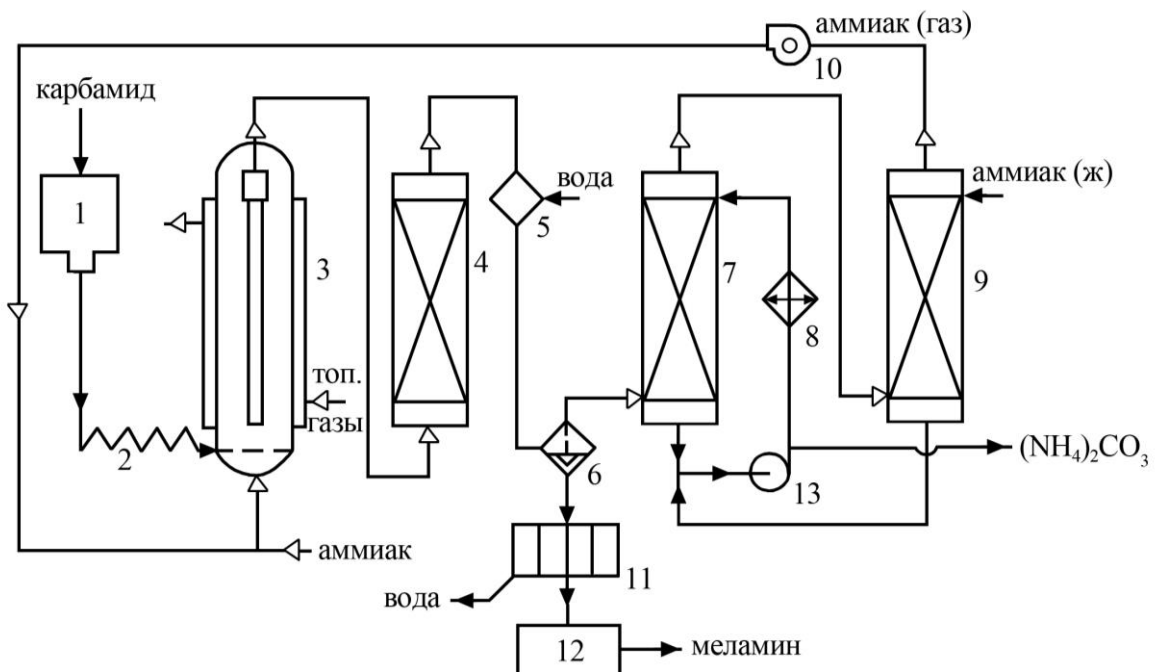


Рисунок 5.2 – Технологическая схема производства меламина:
 1 – бункер; 2 – транспортер; 3, 4 – реактор; 5 – смеситель; 6 – сепаратор; 7 – скруббер; 8 – теплообменник; 9 – насадочная колонна; 10 – газодувка; 11 – центрифуга; 12 – блок сушки и измельчения; 13 – насос

6. Процессы нитрования

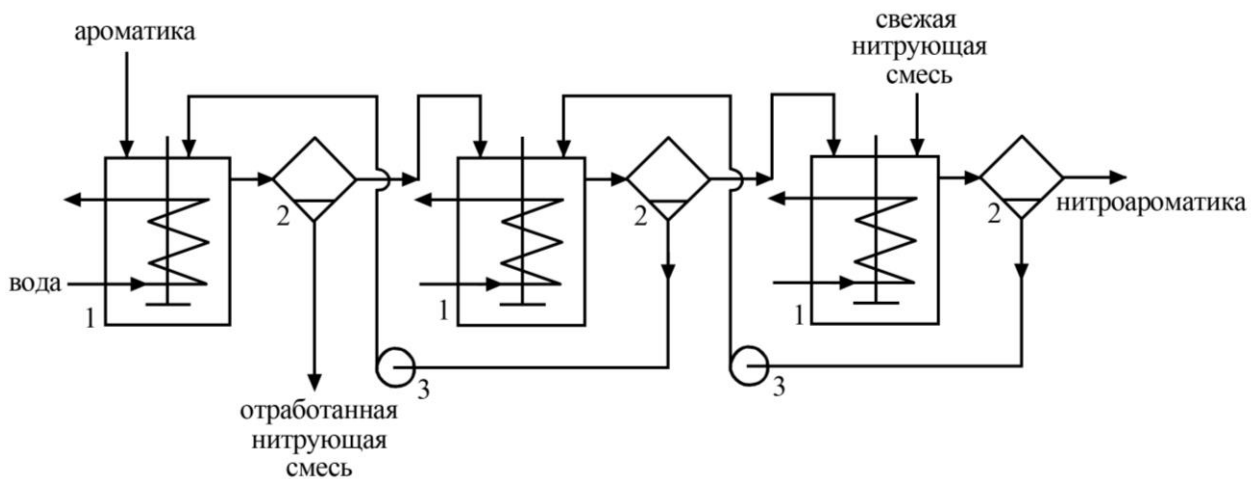


Рисунок 6.1 – Реакционный узел нитрования ароматических соединений:

1 – реактор; 2 – сепаратор; 3 – насос

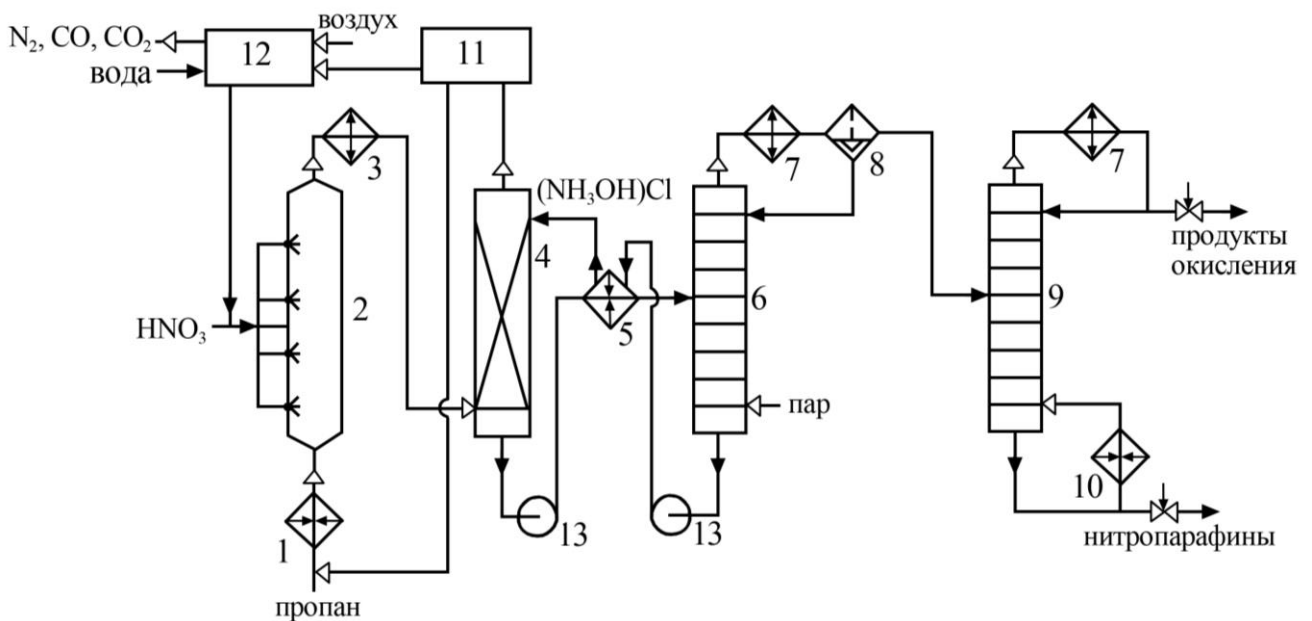


Рисунок 6.2 – Технологическая схема нитрования пропана:

1, 5, 10 – теплообменник; 2 – реактор; 3, 7 – холодильник; 4 – абсорбер; 6 – отпарная колонна; 8 – сепаратор; 9 – ректификационная колонна; 11, 12 – блок регенерации; 13 – насос

7. Процессы сульфатирования

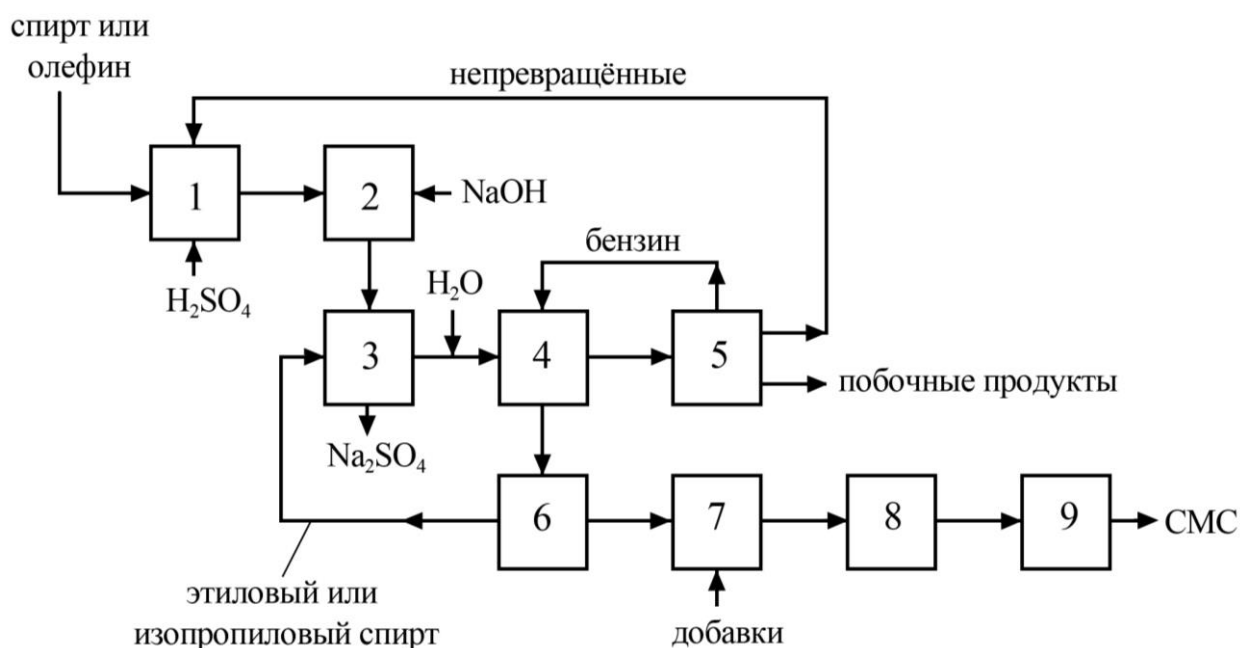


Рисунок 7.1 – Блок-схема производства СМС типа алкилсульфатов:
 1 – блок сульфатирования; 2 – блок нейтрализации; 3, 4 – блок экстракции; 5 – блок разделения; 6 – блок отгонки; 7 – блок смешивания с добавками; 8 – блок сушки; 9 – блок измельчения и расфасовки

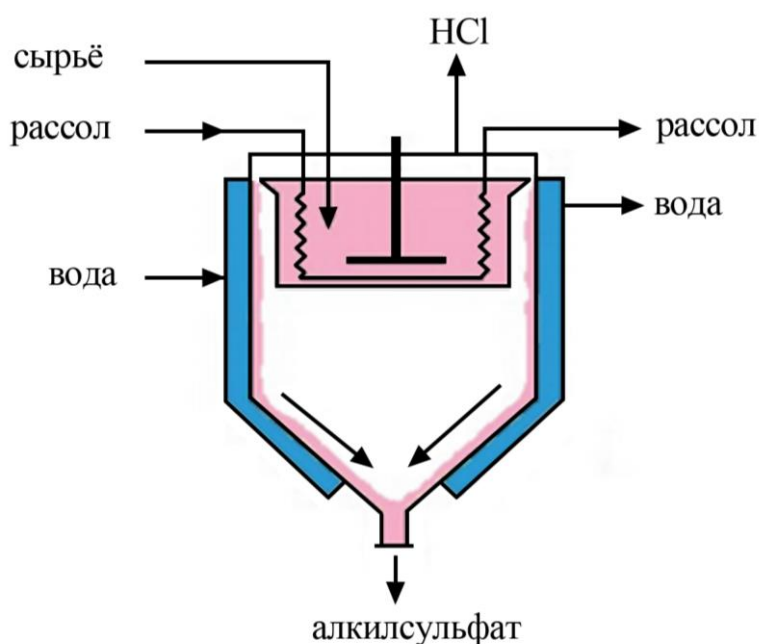


Рисунок 7.2 – Реактор для сульфатирования спиртов хлорсульфоновой кислотой

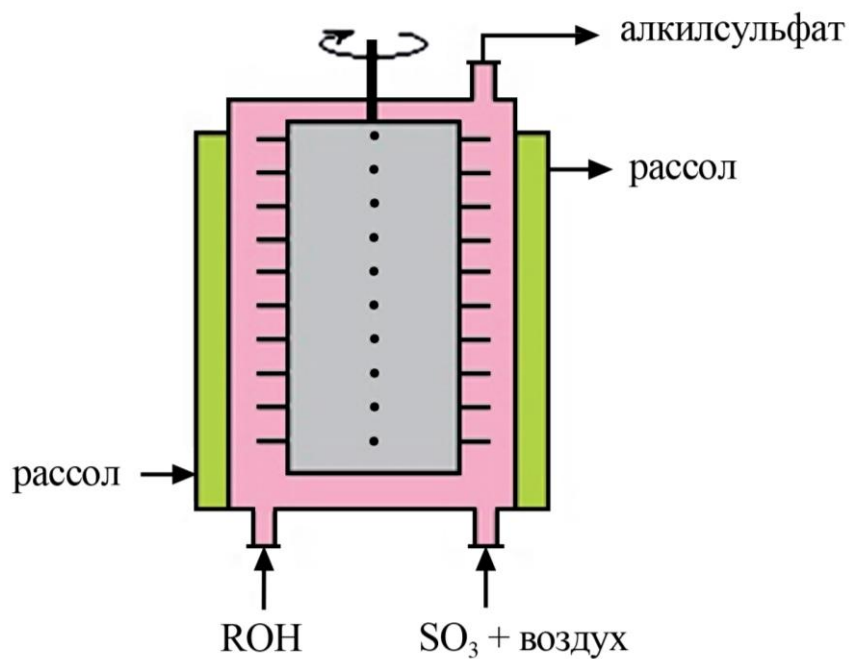


Рисунок 7.3 – Реактор с вращающимся внутренним барабаном для сульфатирования спиртов триоксидом серы

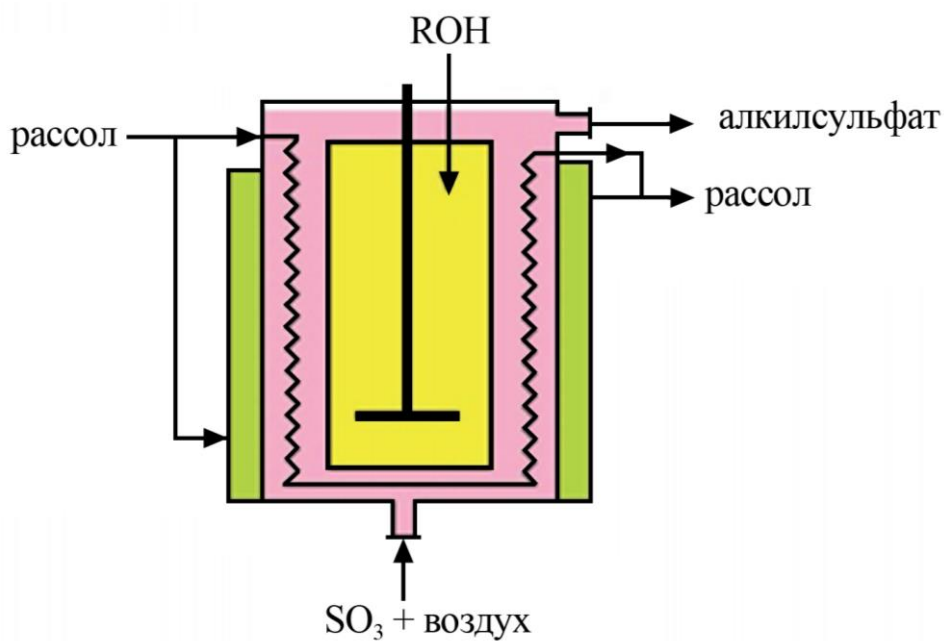


Рисунок 7.4 – Реактор с турбинной мешалкой для сульфатирования спиртов триоксидом серы

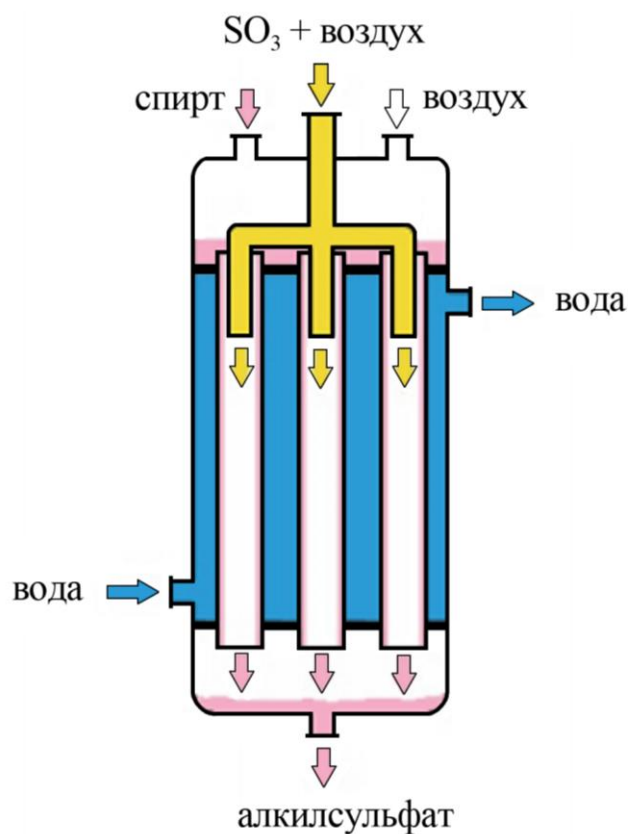


Рисунок 7.5 – Пленочный реактор для сульфатирования спиртов триоксидом серы

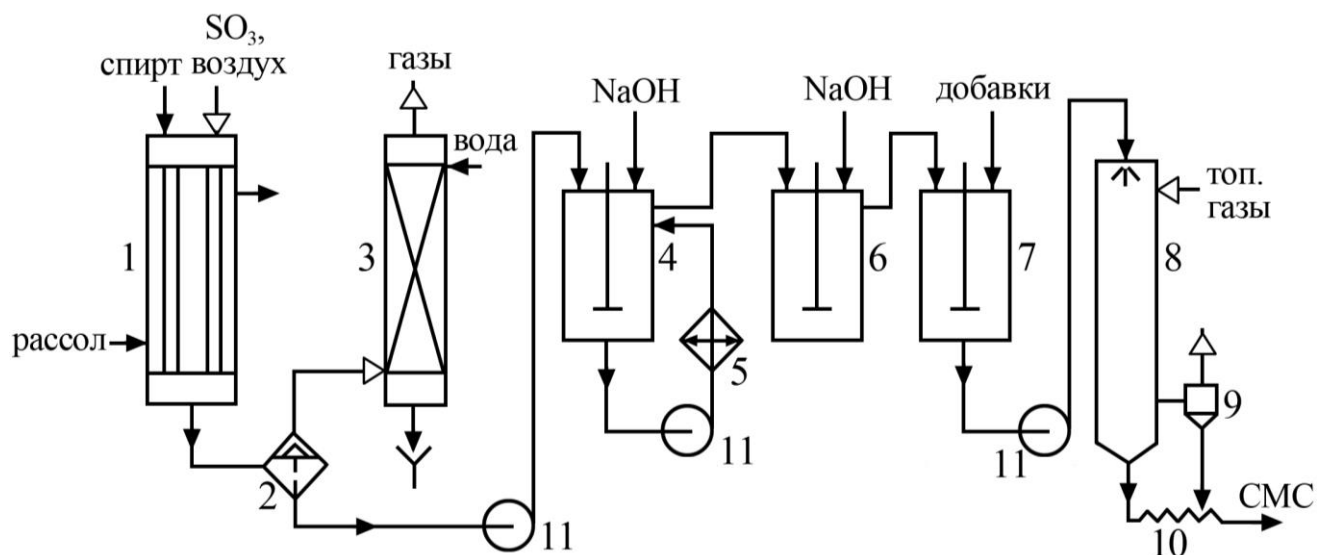


Рисунок 7.6 – Технологическая схема производства синтетических моющих средств:

1 – реактор; 2 – сепаратор; 3 – абсорбер; 4, 6 – аппарат с мешалкой; 5 – холодильник; 7 – смеситель; 8 – сушилка; 9 – циклон; 10 – транспортер; 11 – насос

8. Процессы сульфирования

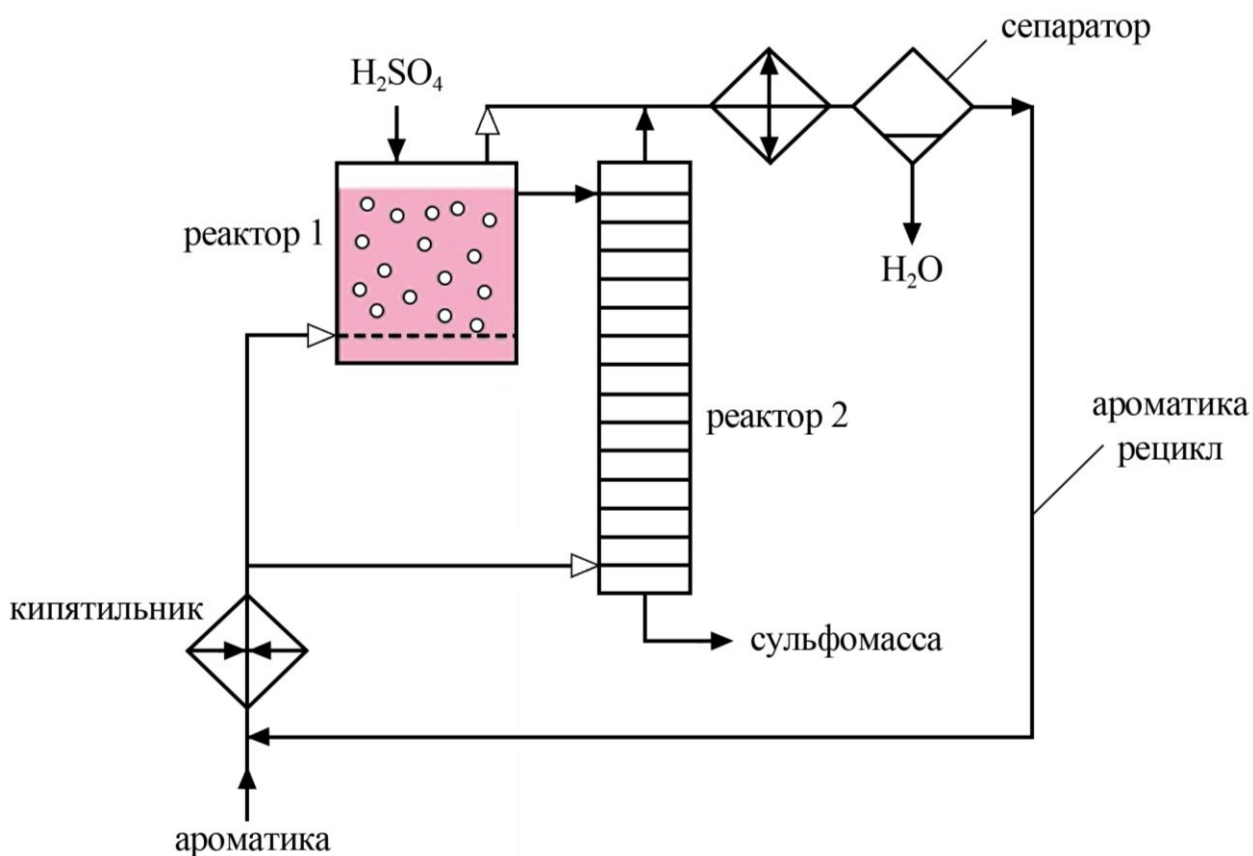


Рисунок 8.1 – Реакционный узел сульфирования бензола в парах

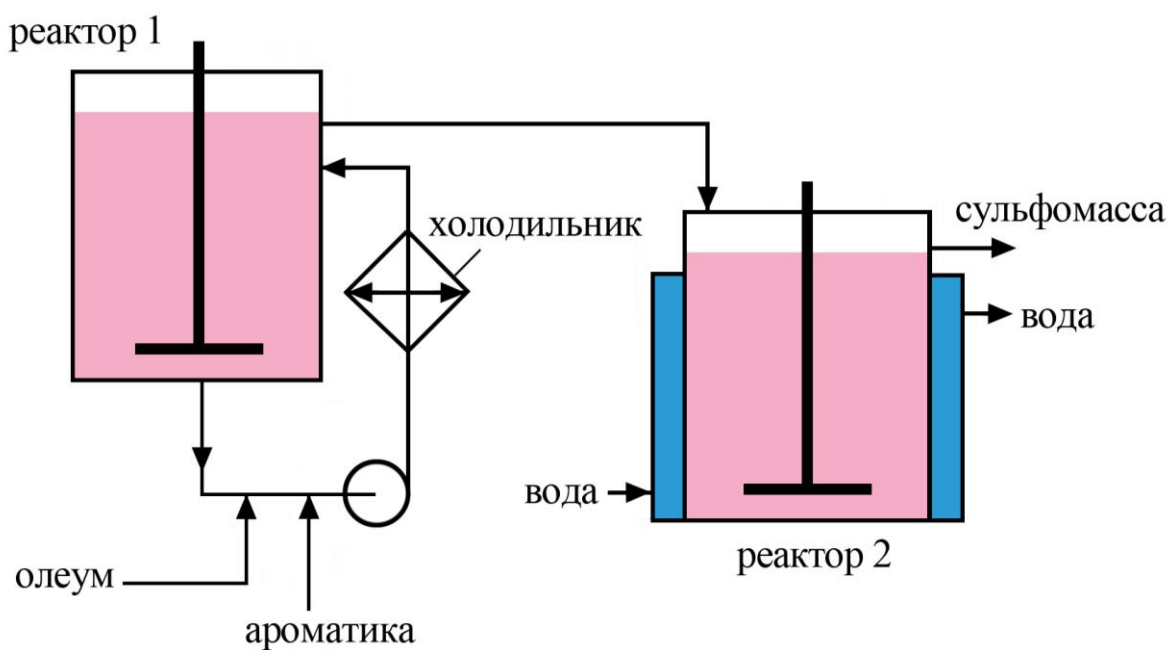


Рисунок 8.2 – Реакционный узел сульфирования ароматики олеумом

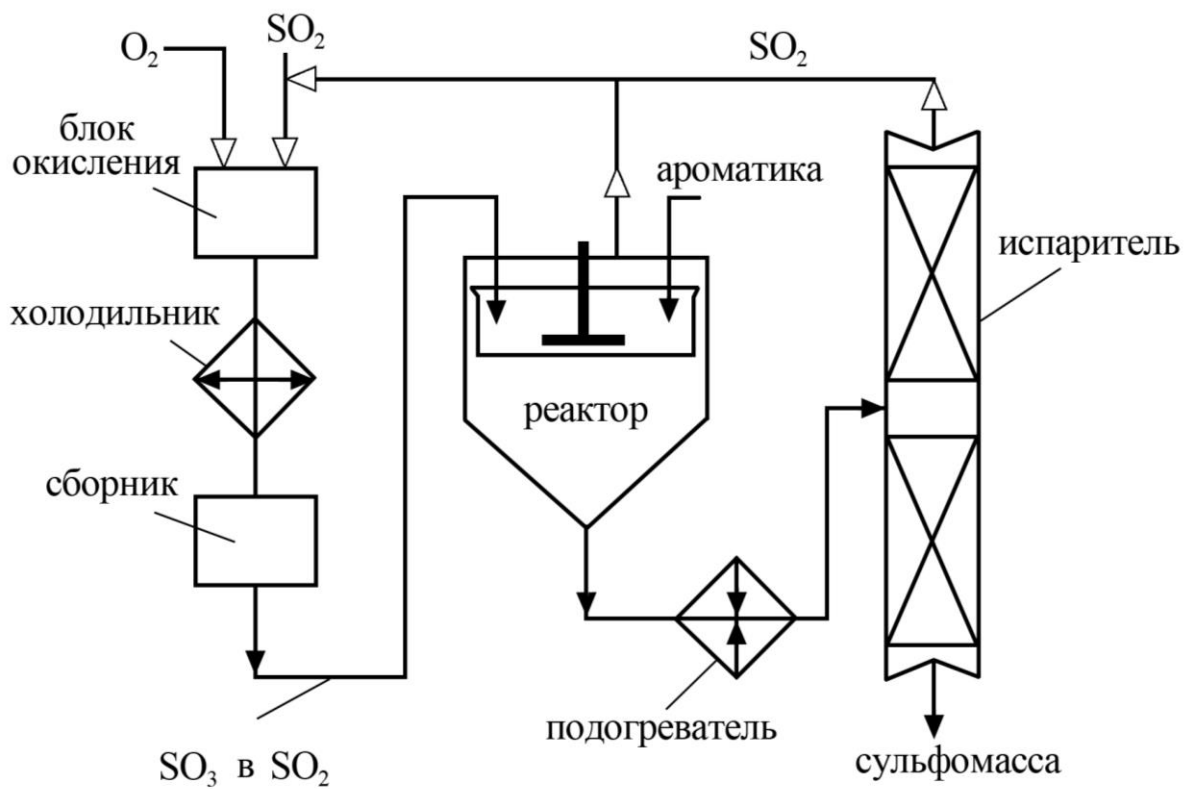


Рисунок 8.3 – Реакционный узел сульфирования ароматики в растворе жидкого диоксида серы

9. Процессы сульфохлорирования и сульфокисления

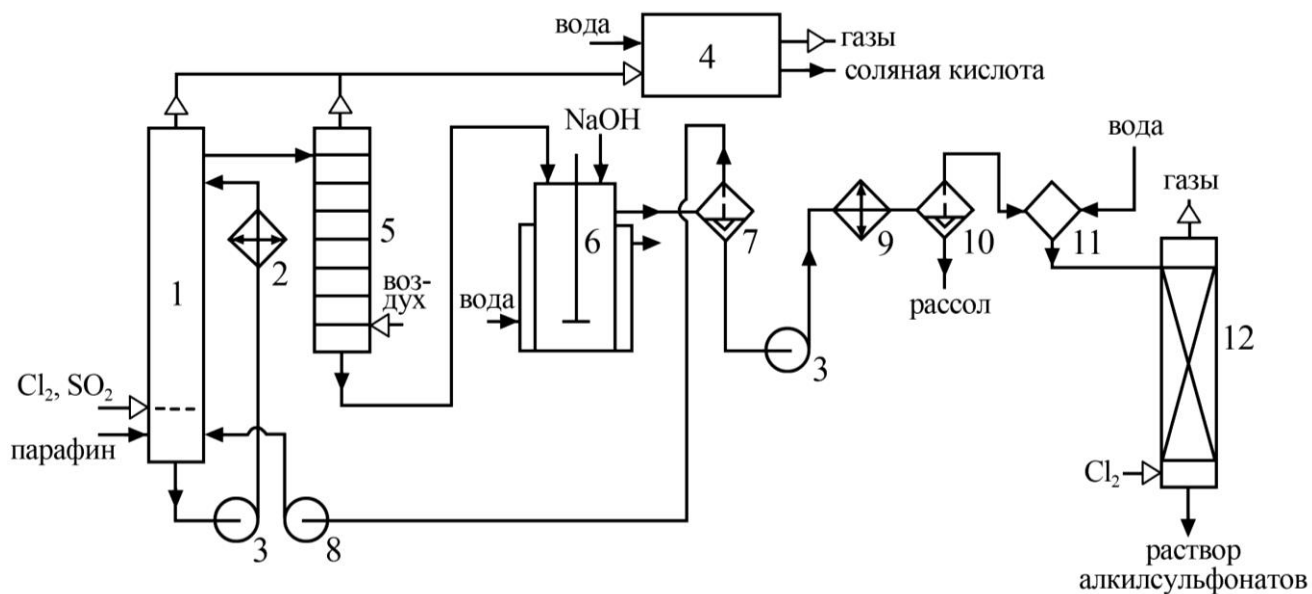


Рисунок 9.1 – Технологическая схема сульфохлорирования парафинов:
 1 – реактор-сульфохлоратор; 2, 9 – холодильник; 3, 8 – насос; 4 – блок очистки;
 5 – отдувочная колонна; 6 – аппарат нейтрализации; 7, 10 – сепаратор; 11 –
 смеситель; 12 – колонна отбеливания

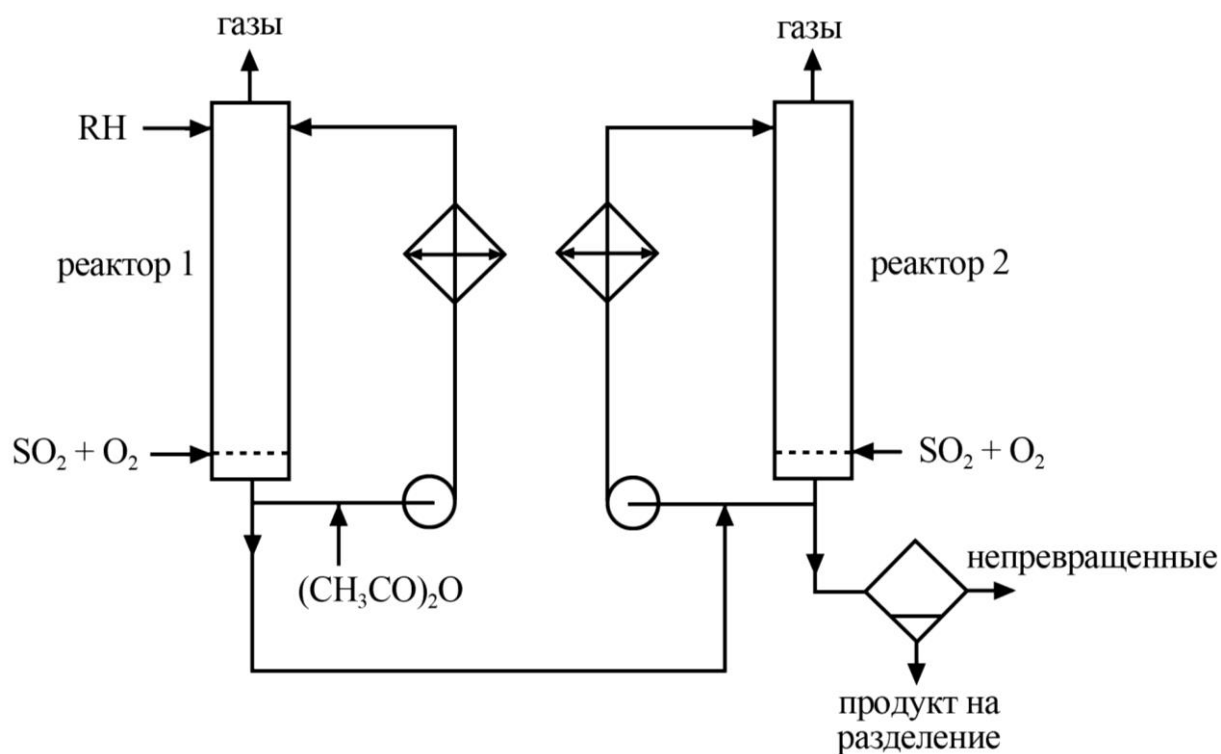


Рисунок 9.2 – Реакционный узел сульфокисления парафинов с уксусным ангидридом

10. Процессы гидрирования и дегидрирования

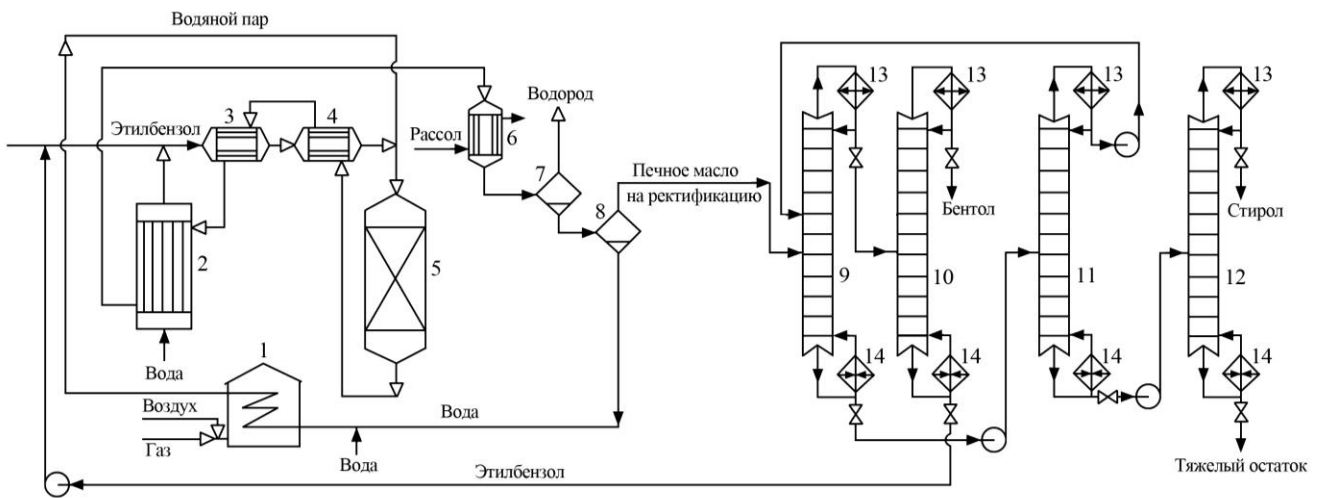


Рисунок 10.1 – Технологическая схема производства стирола:

1 – трубчатая печь; 2 – котел-утилизатор; 3 – испаритель; 4 – теплообменник; 5 – реактор; 6, 13 – холодильник; 7, 8 – сепаратор; 9, 10, 11, 12 – вакуум-ректификационная колонна; смеситель; 14 – подогреватель

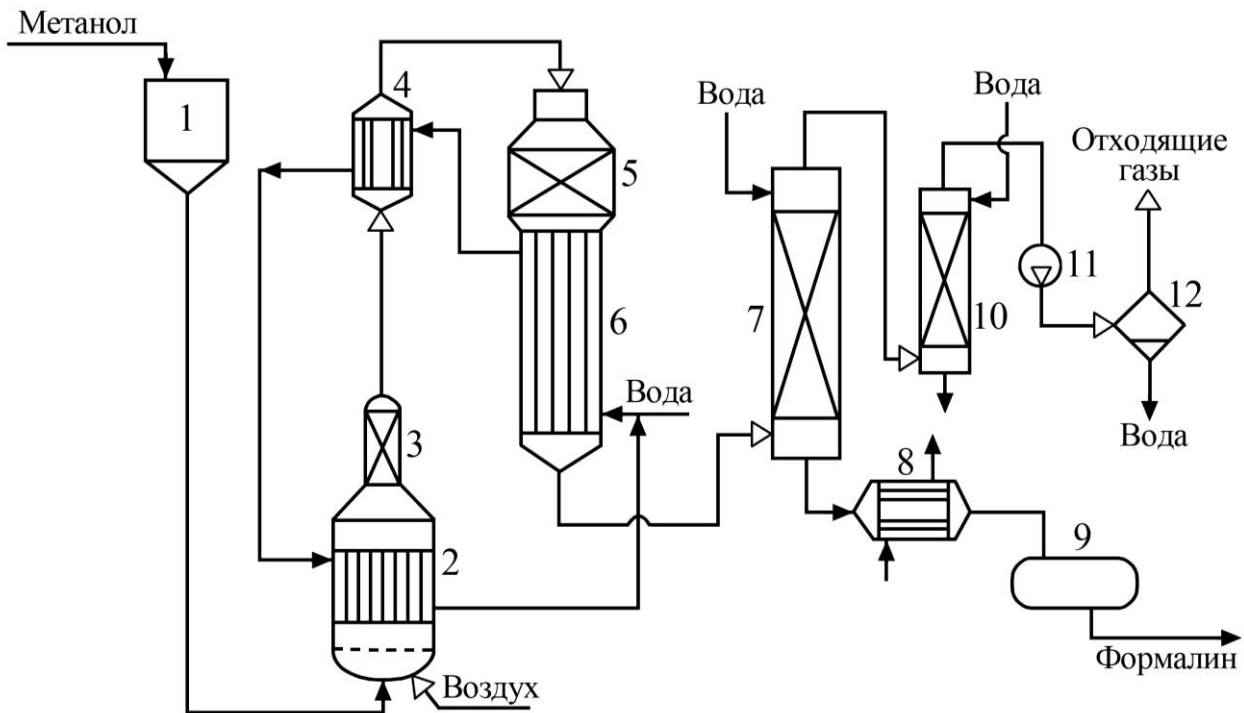


Рисунок 10.2 – Технологическая схема окислительного дегидрирования метанола:

1 – напорный бак; 2 – испаритель; 3 – брызгоуловитель; 4 – перегреватель; 5 – реактор; 6, 8 – холодильник; 7 – абсорбер; 9 – сборник формалина; 10 – колонна санитарной очистки газов; 11 – газодувка; 12 – сепаратор

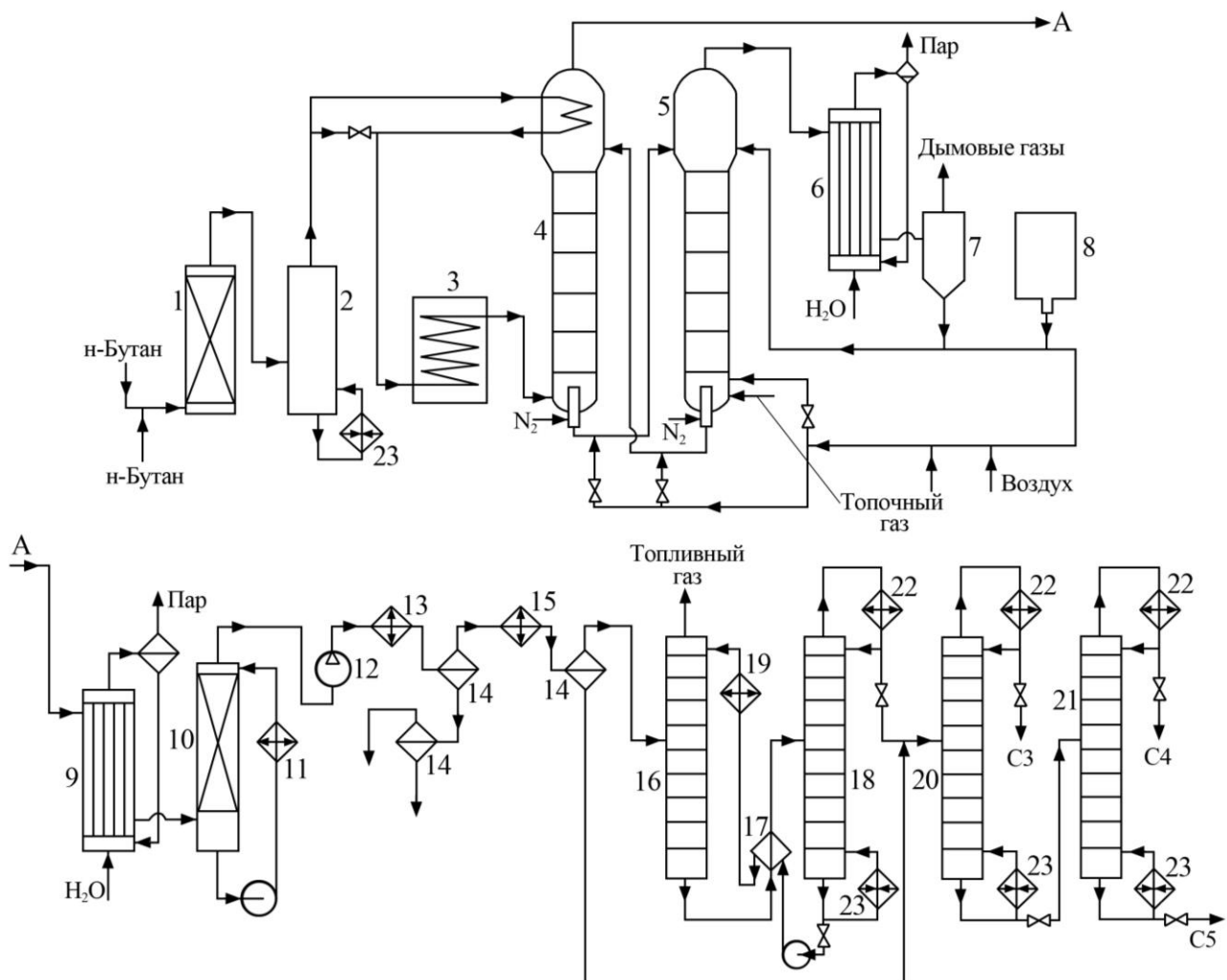


Рисунок 10.3 – Технологическая схема дегидрирования парафинов:
 1 – осушитель; 2 – испаритель; 3 – трубчатая печь; 4 – реактор; 5 – регенератор;
 6, 9 – котел-утилизатор; 7 – электрофильтр; 8 – бункер; 10 – скруббер; 11, 13,
 15, 19 – холодильник; 12 – компрессор; 13 – сепаратор; 16 – абсорбер; 17 –
 теплообменник; 18 – отпарная колонна; 20, 21 – ректификационная колонна; 22
 – дефлегматор; 23 – подогреватель

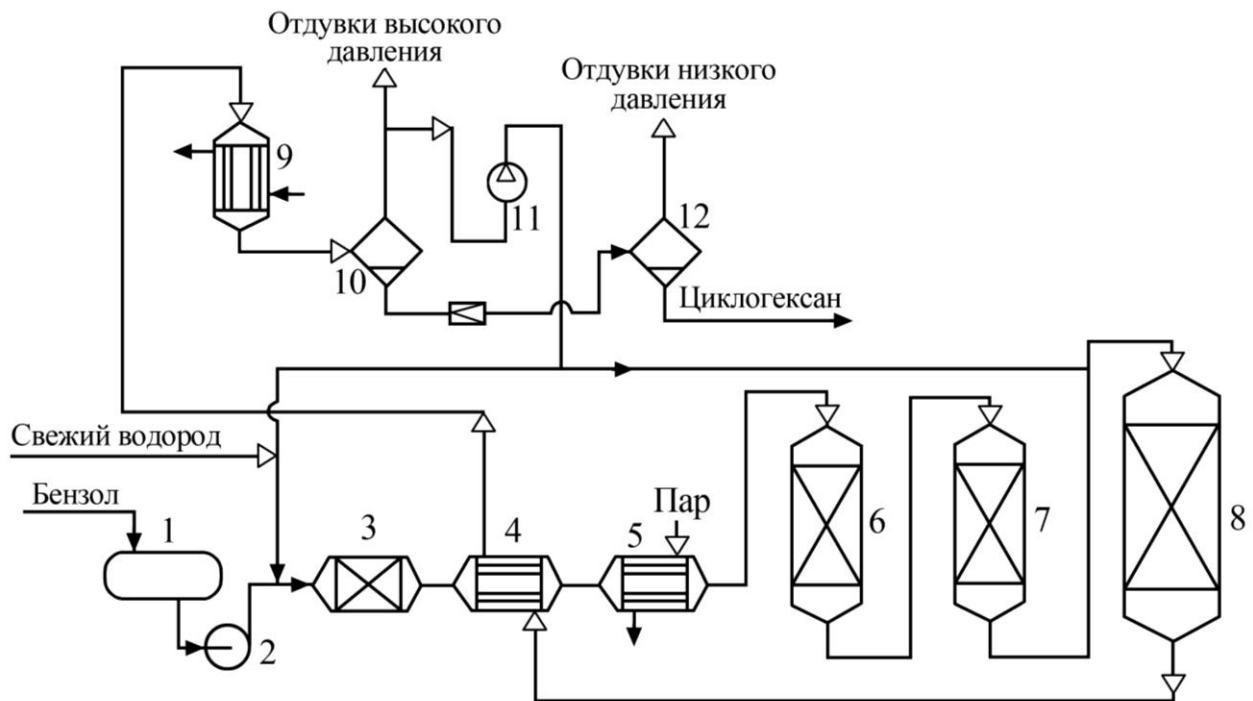


Рисунок 10.4 – Технологическая схема гидрирования бензола на стационарном никель-хромовом катализаторе в газовой фазе:

- 1 – ёмкость бензола; 2 – насос; 3 – угольный фильтр; 4 – теплообменник; 5 – испаритель; 6, 7, 8 – реактор; 9 – конденсатор; 10 – сепаратор высокого давления; 11 – компрессор; 12 – сепаратор низкого давления

11. Процессы окисления

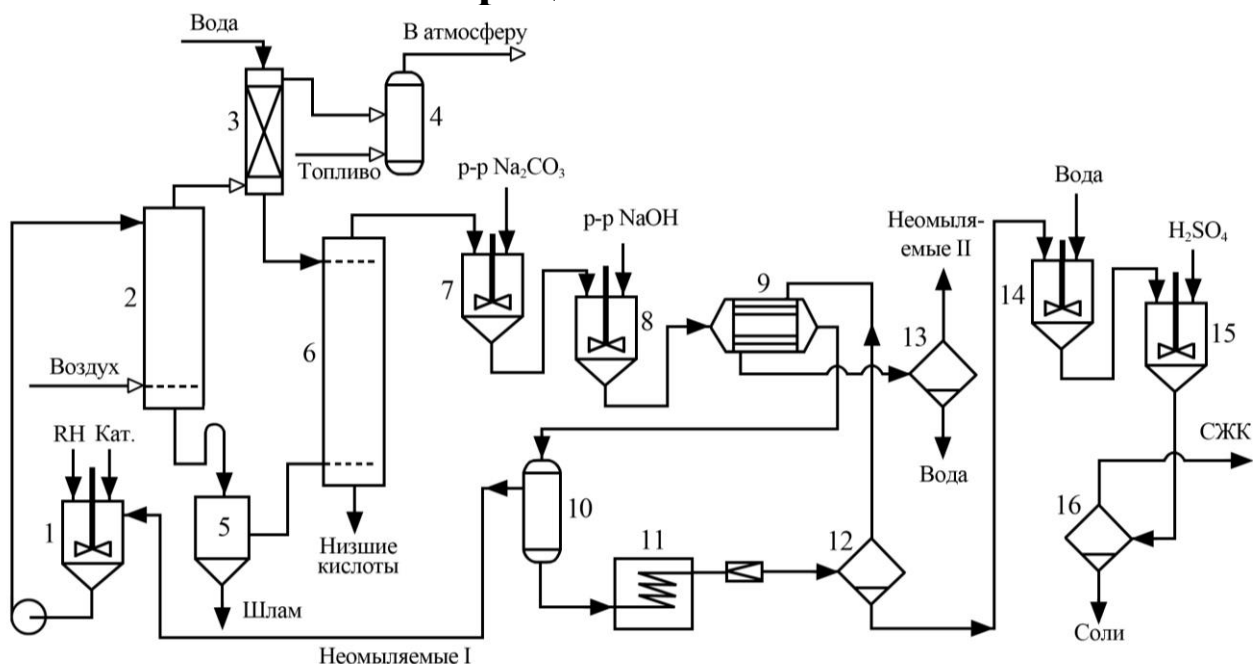


Рисунок 11.1 – Технологическая схема производства СЖК окислением твердых парафинов:

1 – смеситель; 2 – колонна окисления; 3, 6 – промывная колонна; 4 – печь дожигания; 5 – отстойник; 7, 8 – омылители; 9 – теплообменник; 10 – автоклав; 11 – трубчатая печь; 12, 13, 16 – сепаратор; 14, 15 – аппарат с мешалкой

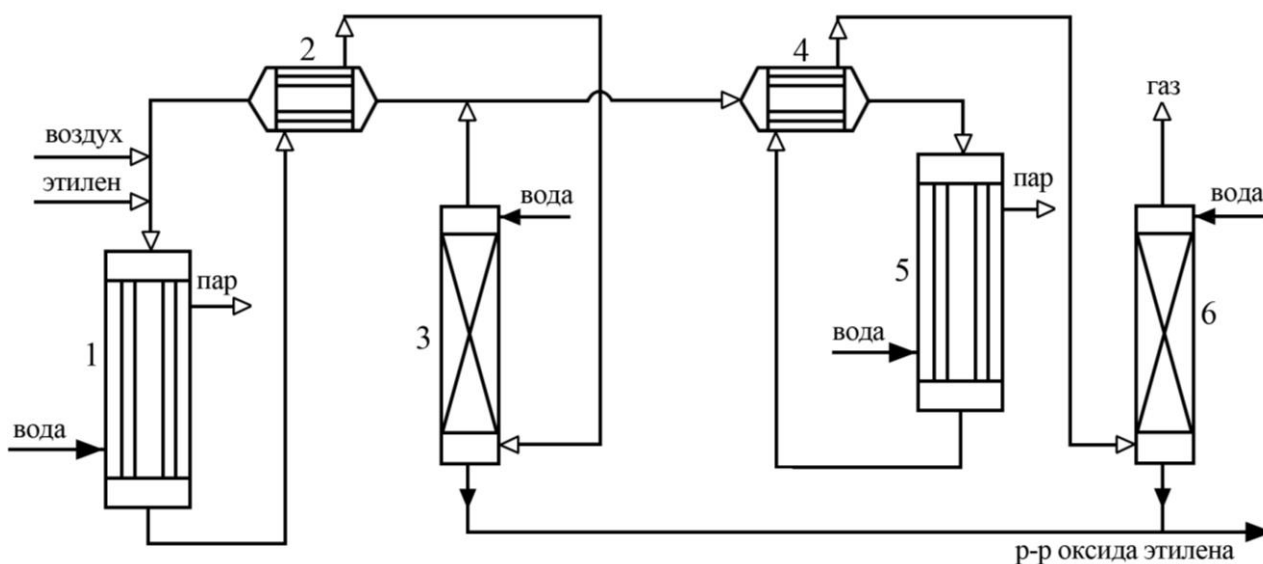


Рисунок 11.2 – Технологическая схема производства оксида этилена окислением воздуха:

1 – реактор первой ступени; 2, 4 – теплообменник; 3, 6 – абсорбер; 5 – реактор второй ступени

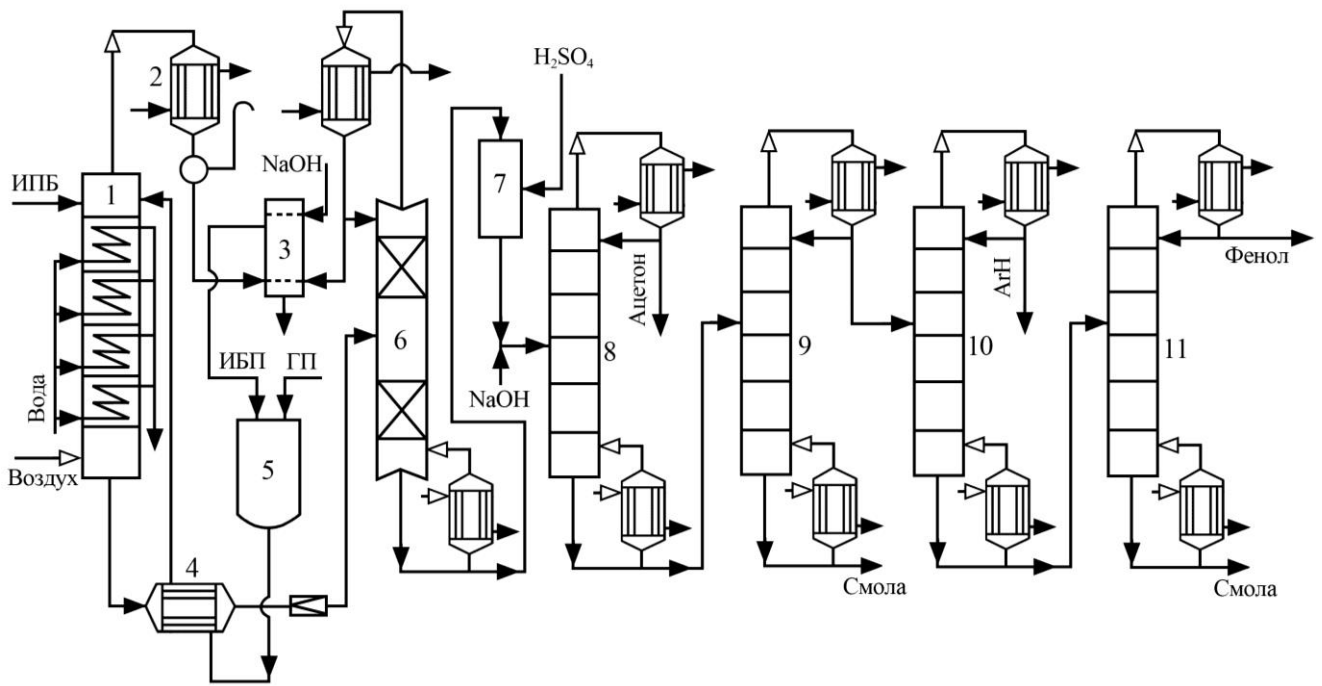


Рисунок 11.3 – Технологическая схема кумольного метода получения фенола:
 1 – реакционная колонна; 2 – холодильник; 3 – промыватель-сепаратор; 4 – подогреватель; 5 – сборник; 6 – насадочная колонна; 7 – узел кислотного разложения; 8, 9, 10, 11 – ректификационная колонна

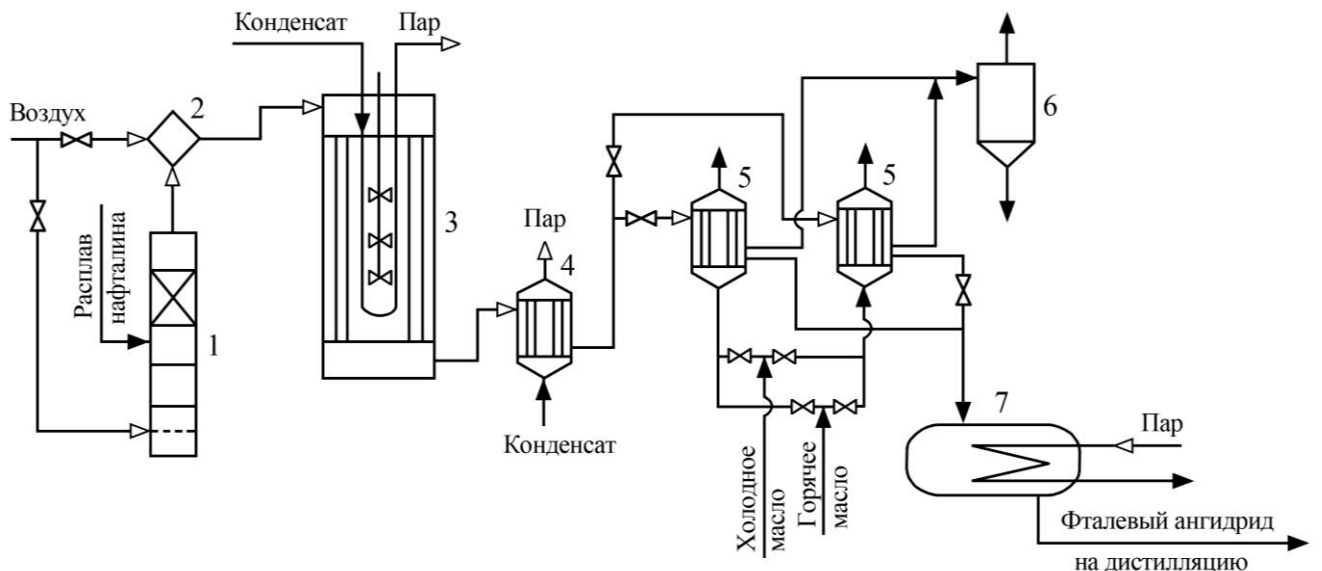


Рисунок 11.4 – Технологическая схема производства фталевого ангидрида:
 1 – испаритель; 2 – смеситель; 3 – контактный аппарат; 4 – холодильник-парогенератор; 5 – конденсатор; 6 – циклон; 7 – сборник

12. Процессы алкилирования

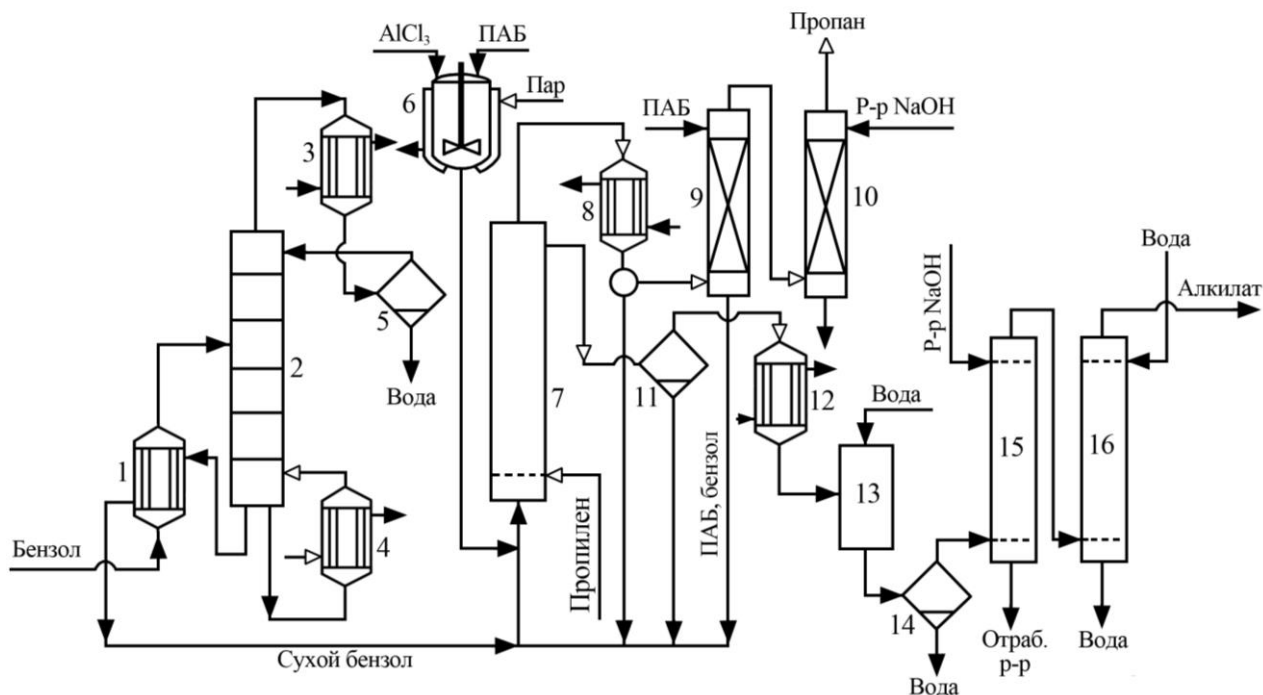


Рисунок 12.1 – Технологическая схема производства изопропилбензола:
 1 – теплообменник; 2 – колонна азеотропной осушки; 3, 8 – холодильник-конденсатор; 4 – подогреватель; 5, 11, 14 – сепаратор; 6 – аппарат для приготовления катализатора; 7 – алкилатор; 9 – скруббер; 10, 15 – нейтрализатор; 12 – холодильник; 13 – емкость для разложения катализатора; 16 – промывная колонна

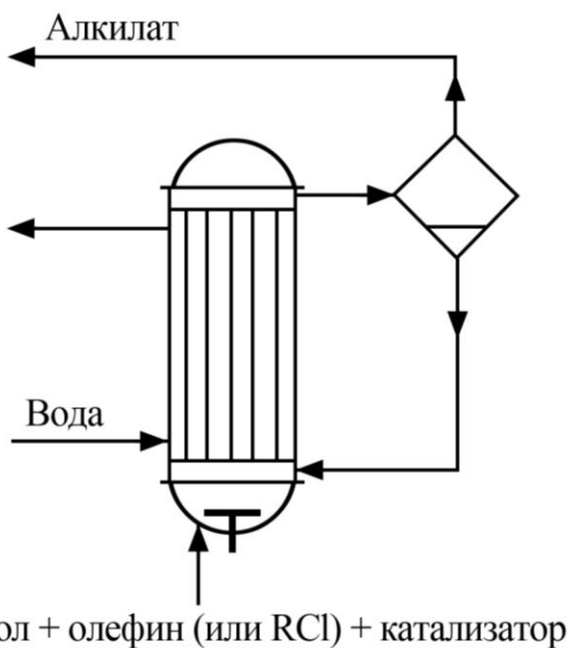


Рисунок 12.2 – Реакционный узел процесса алкилирования

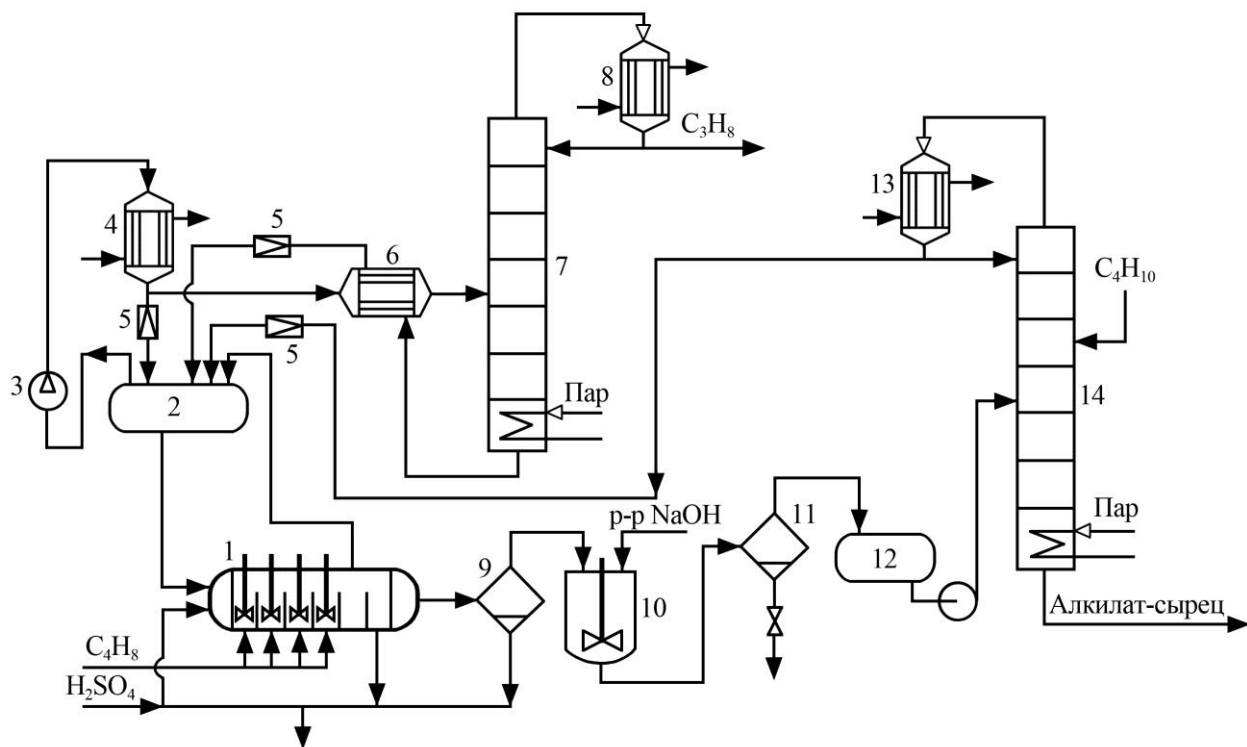


Рисунок 12.3 – Технологическая схема получения изооктана алкилированием изобутана:

1 – алкилатор; 2 – емкость изобутана; 3 – компрессор; 4, 6 – холодильник; 5 – редукционный клапан; 7, 14 – ректификационная колонна; 8, 13 – дефлегматор; 9, 11 – сепаратор; 10 – нейтрализатор; 12 – промежуточная емкость

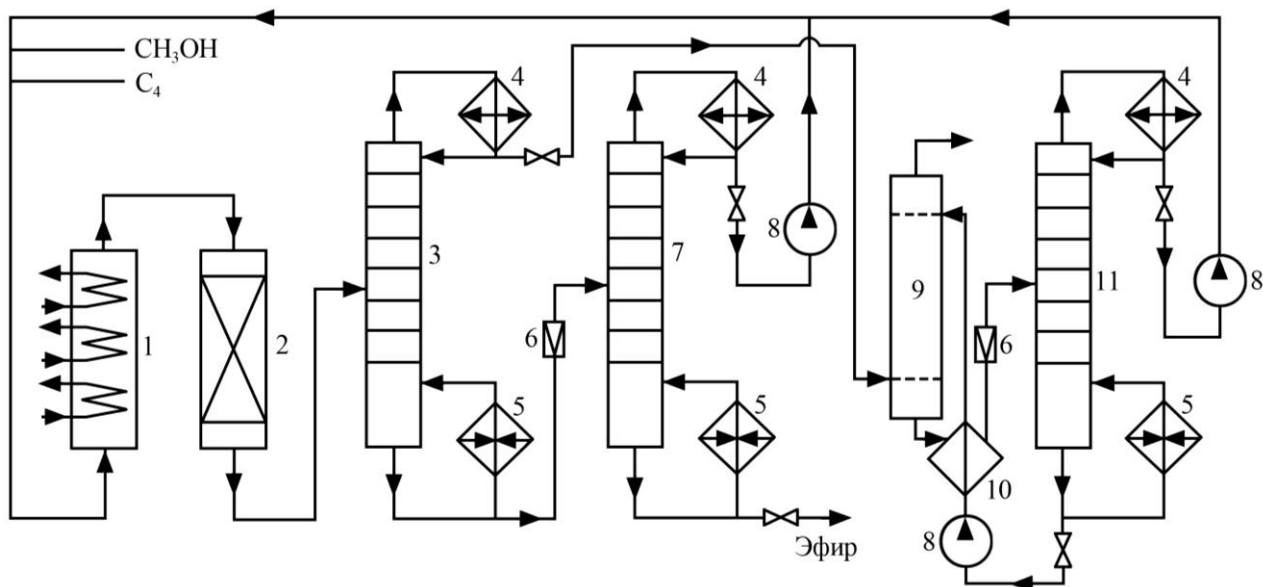


Рисунок 12.4 – Технологическая схема производства *tert*-бутилметилового эфира:

1, 2 – реактор; 3 – колонна первичного разделения; 4 – дефлегматор; 5 – подогреватель; 6 – дроссельный клапан; 7, 11 – ректификационная колонна; 8 – насос; 9 – экстракционная колонна; 10 – теплообменник

13. Процессы галогенирования

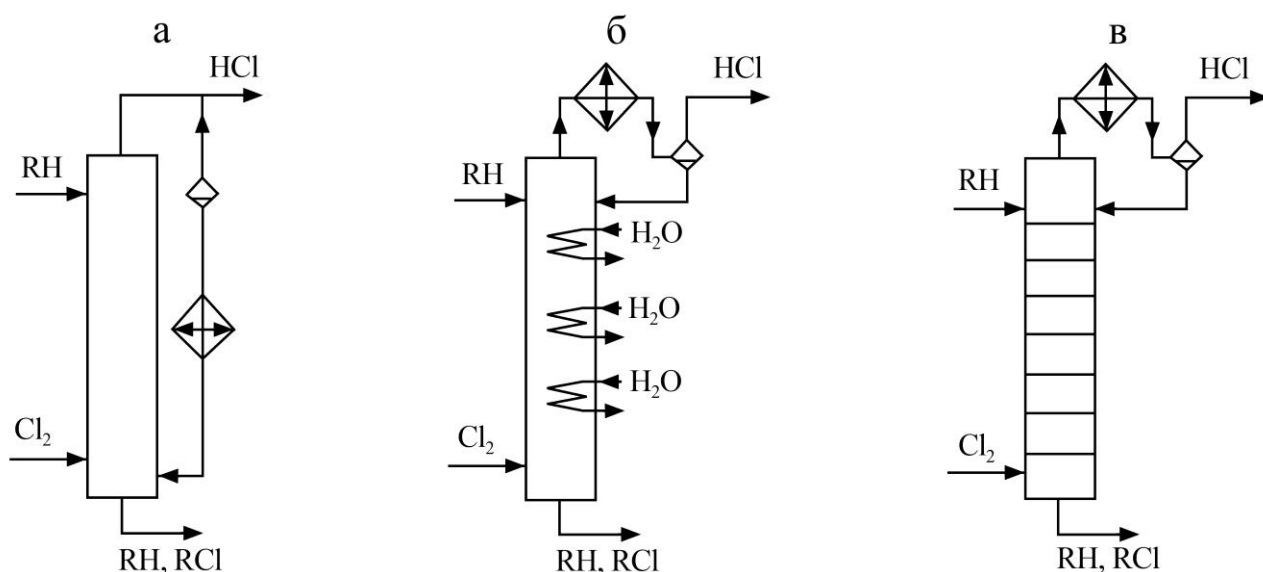


Рисунок 13.1 – Хлораторы для жидкофазного радикально-цепного хлорирования:

- а) периодического действия с выносным охлаждением; б) непрерывного действия с внутренним охлаждением; в) непрерывного действия со съемом тепла за счет испарения

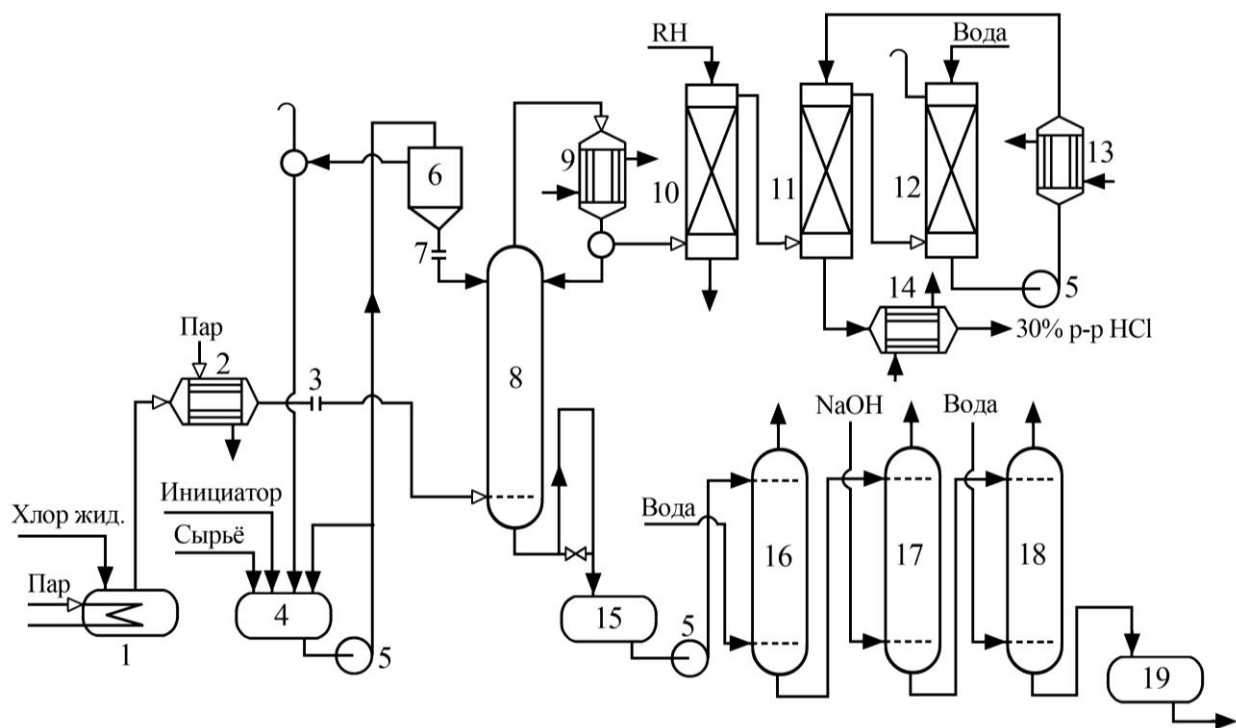


Рисунок 13.2 – Технологическая схема жидкофазного хлорирования парафинов:
 1 – испаритель; 2 – подогреватель; 3, 7 – дозатор; 4 – емкость; 5 – насос; 6 – напорный бак; 8 – реактор-хлоратор; 9, 13, 14 – холодильник; 10, 11, 12 – абсорбер; 15, 19 – сборник; 16, 17, 18 – промывная колонна

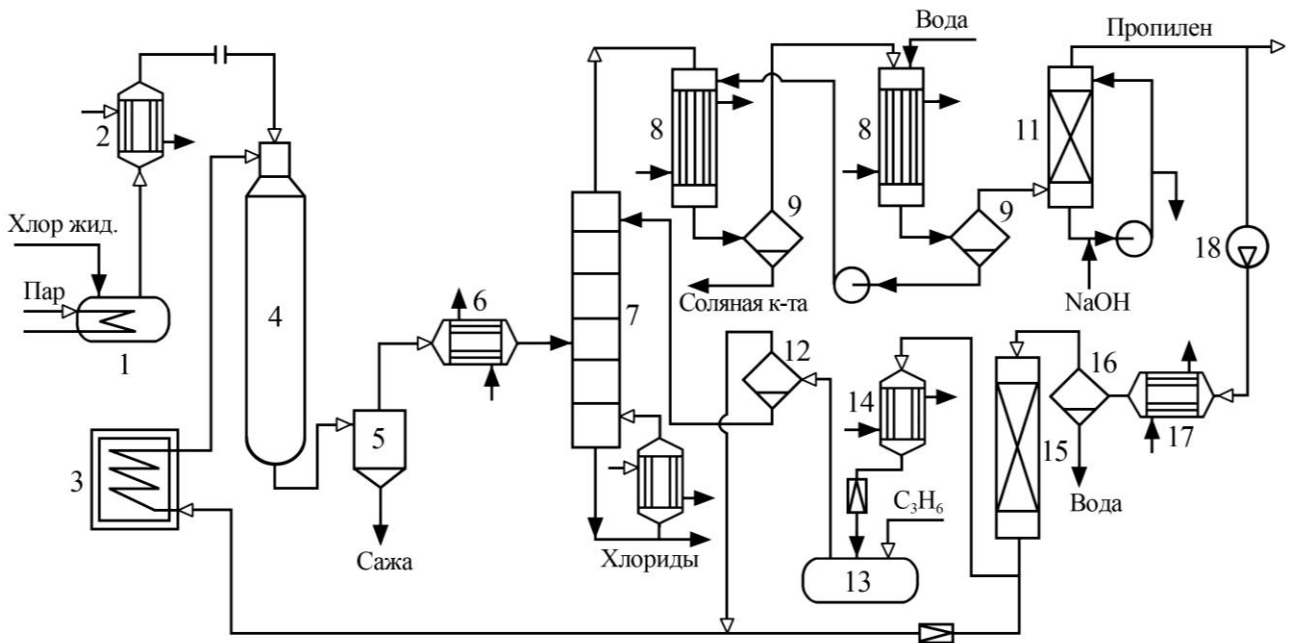


Рисунок 13.3 – Технологическая схема производства аллилхлорида:

1 – испаритель; 2 – подогреватель; 3 – трубчатая печь; 4 – хлоратор; 5 – циклон;
 6, 17 – холодильник; 7 – отпарная колонна; 8 – пленочный абсорбер; 9, 12, 16 –
 сепаратор; 10 – насос; 11 – скруббер; 13 – ёмкость; 14 – конденсатор; 15 –
 абсорбер-осушитель; 18 – компрессор

14. Процессы на основе синтез-газа

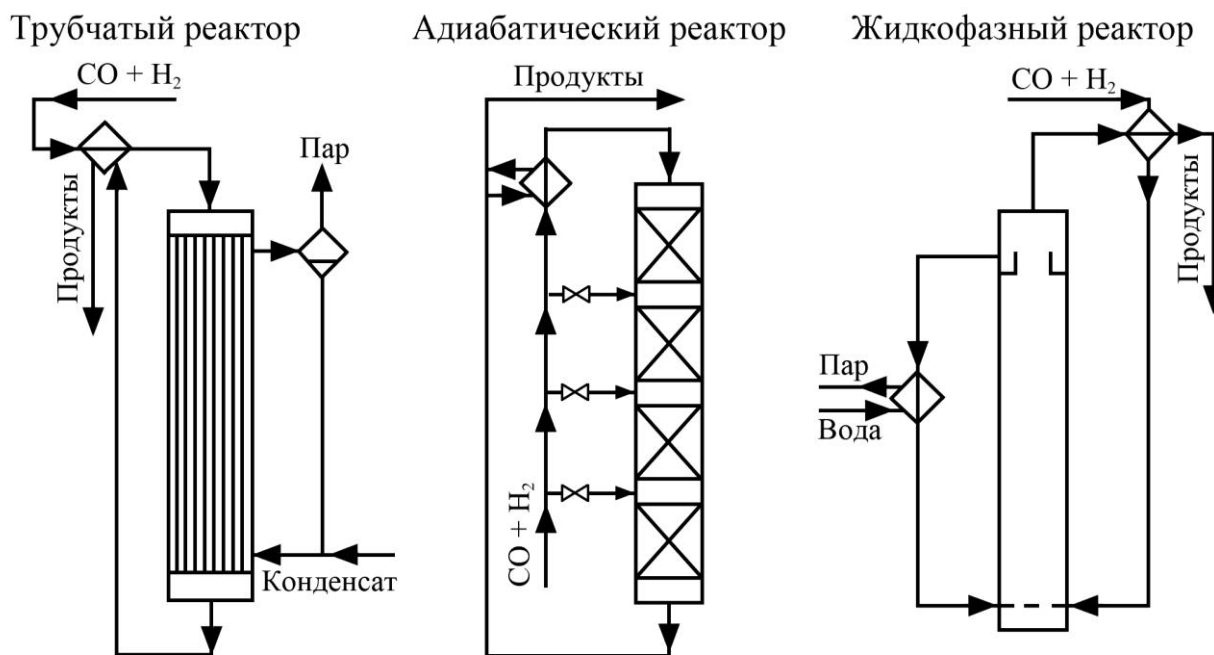


Рисунок 14.1 – Реакционные узлы для синтеза метанола

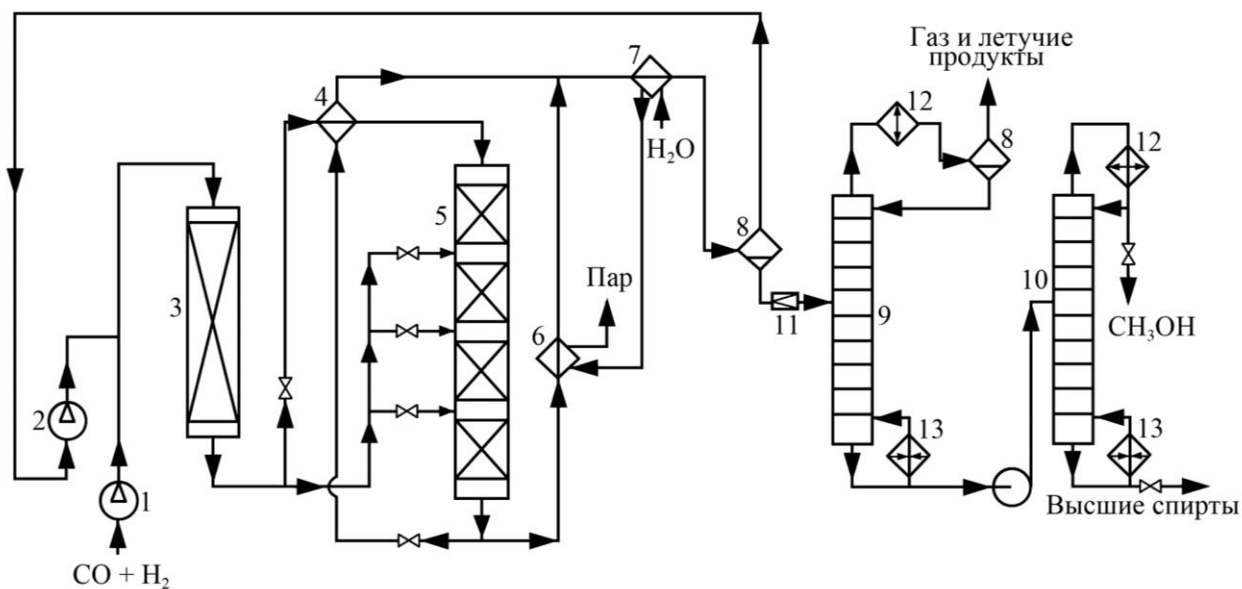


Рисунок 14.2 – Технологическая схема синтеза метанола:

- 1 – турбокомпрессор; 2 – циркуляционный турбокомпрессор; 3 – адсорбер; 4 – теплообменник; 5 – реактор; 6 – парогенератор; 7 – холодильник; 8 – сепаратор; 9, 10 – ректификационная колонна; 11 – дроссель; 12 – дефлегматор; 13 – подогреватель

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Технология органических полупродуктов: учебное пособие / А.И. Леонтьева, В.С. Орехов, М.Ю. Субочева, М.А. Колмакова. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 140 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64595>.
2. Химическая технология органических веществ: учебное пособие / М.Ю. Субочева, В.С. Орехов, К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 173 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64616>.

Дополнительная литература

1. Химическая технология органических веществ: учебное пособие / Т.Н. Качалова, Ф.Р. Гариева, В.И. Гаврилов, С.А. Бочкова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. – 138 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63542>.
2. Химическая технология органических веществ. Часть 2: учебное пособие / С.Х. Нуртдинов, Р.Б. Султанова, Р.А. Фахрутдинова, Д.Б. Багаутдинова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 164 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63541>.
3. Климентова, Г.Ю. Основы технологии органического синтеза: учебно-методическое пособие / Г.Ю. Климентова, М.В. Журавлева. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. – 93 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62533>.
4. Климентова, Г.Ю. Основы технологии органического синтеза. Часть 2: учебно-методическое пособие / Г.Ю. Климентова, М.В. Журавлева. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 91 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62532>.
5. Технология основного органического и нефтехимического синтеза. Часть 3: учебное пособие / Р.Б. Султанова, Р.Р. Рахматуллин, В.М. Бабаев, В.Ф.

Николаев. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 128 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80251>.

Составитель:

Родина Татьяна Андреевна,

профессор кафедры химии и химической технологии АмГУ, доктор хим. наук.

АТЛАС ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине Химическая технология органических веществ

Изд-во АмГУ. Подписано к печати

. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,90.

Тираж 50. Заказ

