**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

**«Российский государственный университет нефти и газа**

**имени И. М. Губкина»**

**(РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина)**

*Кафедра Газохимии*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по курсовому проектированию

**ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Москва

2012

УДК 661.7

В методических указаниях по выполнению курсового проекта "Производство полиэтилена низкого давления" даны методики расче­та основных стадий процесса полимеризации этилена при низком дав­лении. Производство полиэтилена низкого давления является одним из важнейших процессов современной нефтехимии. Расчет установки полимеризации позволяет ознакомить студентов с передовой техно­логией получения многотоннажных продуктов. Методические указания включают методики расчета материальных балансов всех стадий поли­меризации, теплового баланса реактора, расчет числа реакторов и их размеров, а также расчеты ряда других аппаратов (циркуляцион­ного газового холодильника, сушилки, центрифуги).

Использование методических указаний позволит студентам выпол­нить курсовой проект на высоком уровне, познакомит с современными методами расчета технологических процессов.

I. Общие положения

Курсовой проект по технологии нефтехимического синтеза выполняется студентами специальности 240100 после изучения курса технологии нефтехимического синтеза и прохождения 2-й производственной практики и имеет целью приобретение студента­ми практических навыков при проведении химико-технологических расчетов и проектировании технологических установок, а также закрепление знаний, полученных при изучении теоретического курса.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки, к которой прилагается выполненная на ватманских листах техноло­гическая схема установки по производству полиэтилена высокой плотности.

Расчетно-пояснительная записка должна иметь объем не более 50 листов рукописного текста. В начале ее (после листа задания на курсовой проект) должно быть помешено оглавление. С левой стороны каждого листа следует оставлять поля шириной не менее трех сантиметров. Никакие сокращения кроме предусмотренных ГОСТ не допускаются.

При выполнении курсового проекта студент должен руководст­воваться положениями, изложенными в методических указаниях. При проведении расчетов обязательно пользоваться международной сис­темой единиц измерения (СИ), а при составлении технологической схемы - методическими указаниями по выполнению трагической части курсовых и дипломных проектов Щ , или соответствующей литера­турой [2] .

При проведении технологических расчетов студент может ис­пользовать также материалы производственной практики, но с обя­зательным указанием источников, из которых взяты'расчетные Фор­мулы и значения физико-химических величин. Задание на курсовой проект выдается руководителем проекта перед отъездом студента на вторую производственную практику.

2. Содержание расчетно-пояснителъной записки

2.1. Введение

Во введении следует обосновать значение и актуальность процессов получения полиэтилена, необходимо привести данные ЦСУ СССР по производству пластических масс за прошедший год и зада­ния по их производству в текущей пятилетке согласно планам со­циального и экономического развития страны. Следует также ука­зать основные области применения полиэтилена [3-5] . Объем раз­дела - 1,5-2 страницы.

2.2. Краткий обзор литературы по производству полиэтилена и обоснование выбранного способа производства

Краткий обзор литературы составляется по данным источников [3-5] на 15-20 страницах. Обзор должен включать анализ современ­ного состояния промышленных методов получения полиэтилена, на ос­новании чего обосновывается целесообразность выбранного способа производства полиэтилена высокой плотности при низком давлении. Подробно следует рассмотреть процесс производства полиэти­лена высокой плотности: физико-химические основы, химизм и меха­низм процесса, характеристика используемого сырья, параметры процесса, влияние технологических факторов на ход процесса, при­меняемые катализаторы, основные показатели и аппаратурное оформ­ление процесса.

2.3. Характеристика сырья, катализаторов, реагентов и готовой продукции

В работе необходимо привести краткую характеристику исполь­зуемого сырья с обоснованием требований к нему по содержанию различных примесей, а также применяемых реагентов, катализаторов и готовой продукции - полиэтилена высокой плотности. Характерис­тика этих продуктов берется на основе данных производственной практики и литературных источников [3-5] .

2.4. Описание технологической схемы установки

При составлении и описании технологической схемы установ­ки следует пользоваться данными производственной практики и ис­точниками [3-5] .

Схема, выполненная на миллиметровой бумаге, прилагается к пояснительной записке. Нумерацию аппаратов в схеме следует вес­ти, начиная с номера I, в порядке их упоминания в описании схемы.

2.5. Расчет материальных балансов процесса

Расчет материальных балансов проводится по каждой стадии процесса, после чего составляется общий материальный баланс ус­тановки в целом. Материальные балансы представляются в виде таблиц.

Схема материальных потоков полимеризации этилена при низком давлении суспензионным процессом в присутствии комплексных алюмо-органических катализаторов приведена ниже (рис. 2.5.1).

2.6. Расчет теплового баланса реактора полимеризации

Тепловой баланс реактора полимеризации рассчитывается по методике, приведенной в данных указаниях.

1. Расчет основных аппаратов установки
2. Список цитируемой литературы.

Список цитируемой литературы составляют согласно ГОСТ 7-1.76. Ссылки на литературу приводятся в тексте расчетно-пояс­нительной записки, а литературные источники располагаются в по­рядке цитирования.

3. Исходные данные для расчета

1. Производительность установки по годовой продукции выбирается по согласованию с преподавателем,
2. Число суток работы установки в году берется из

данных производственной практики.

3.3. Мольные соотношения компонентов катализатора,
В качестве примера в методических указаниях приведен расчет с
использованием диэтилалюминийхлорида (ДЭАХ) и четыреххлористого титана (4ХТ). При расчете проекта студент может использовать и другие алюминийорганические соединения (АОС), например три-этилалюминий (ТЭА). Соотношение компонентов берется из данных производственной практики и литературы [З-б] .



1. Концентрация компонентов каталитического комплекса в бензине-растворителе при подаче в реактор или доли единицы, берется из данных производственной практики или литературы [З-5].
2. Расход компонентов каталитического комплекса в процес­се полимеризации (на полученный ПЭНД), :

Значения величин берутся из данных производственной

практики или литературы [З-5].

3.6. Расход этилена на производство 1ВДД, *%* маc. С на полу­ченный товарный ПЭНД

а) на получение товарного ПЭНД,

б) на образование низкомолекулярного полиэтилена,

в) на получение ПЭНД, теряемого в процессе производства (при очистке реактора от прилипшего к стенкам полимера и др.).

Значения берутся из данных производственной практики

и литературы [3-5] , при этом принимается равным 100.

3.7. Концентрация этилена:

а) в свежей этиленовой фракции, или мас.доли.;

б) в сдуваемом газе,или доли единицы.

Значения берутся из данных, производственной практики и литературы [3-4] . Значения берутся из данных производствен-

ной практики и лежат в пределах 86-90%.

1. Концентрация ПЭНД в бензине-растворителе, К, кг/м3 . Значения К берутся из данных производственной практики и лите­ратуры [3-5].
2. Содержание низкомолекулярного спирта (НМС) в промыв­ном растворе, подаваемом на стадии центрифугирования (I) и промывки ПЭНД спирто-бензиновой смесью, или мас.доли.

Значения берутся из данных производственной практики. Доля

НМС в промывном растворе, , составляет 20% об.

3.10. Низкомолекулярный спирт, поступающий на стадию цент­рифугирования (I) в качестве компонента азеотропной смеси с бен­зином-растворителем, полностью уходит в виде Фугата на стадию
регенерации растворителя . Содержание НМС в Фугате ста­дии центрифугирования (I), , не должно превышать 0,7% маc.

от бензина.

1. Содержание НМС в порошке ПЭНД после центрифугирования (II), или маc.доли. Значения берутся из данных производственной практики и лежат в пределах 30-35% маc. от об­щего количества НМС, поступающего на центрифугирование (II). Ос­тальное количество ВМС идет в Фугат.
2. Содержание бензина, подаваемого в промывном растворе на стадию промывки ПЭНД спирто-бензиновой смесью для разложения каталитического комплекса, или маc.доли (от количест­ва порошка ПЭНД). Значения берутся из данных производствен­ной практики и составляют около 400% мас.
3. Остаточное содержание бензина в порошке ПЭНД после каждой из стадий центрифугирования (I и II), или маc.доли, Значения берутся из данных производственной практики и лежат в пределах 20-30% маc. от общего количества бензина, поступающего на стадию центрифугирования (I).
4. Содержание промывного раствора в ПЭНД после стадии сушки или мас. доли. Значения берутся из данных производственной практики и лежат в пределах *1%* мас. от ПЭНД. Соотношение бензин:НМС в этом растворе равно 4:1.
5. Остаточное содержание катализатора в порошке ПЭНД пос­ле стадии центрифугирования (I), или мас. доли. Значе­ния берутся из данных производственной практики и лежат в пределах 10-20% мас. от количества катализатора. В товарном ПЭНД катализатор отсутствует полностью. Остаточное содержание низкомолекулярного полиэтилена (ИМ) в порошке ПЭНД после стадий центрифугирования, или мас. доли. Значения берутся из данных производственной практики и лежат в пределах: - 60-70% маc. для центрифугирования (I) и - 20% маc. для центрифугирования (П).

4. Расчеты материальных балансов процесса получения П Э Н Д

4.1. Расчет материального баланса стадии полимеризации

4.1.1. На основании годовой производительности определяется часовая производительность установки по товарному полиэтилену:

4.1.2. Общее количество прореагировавшего этилена:

а)

б)

где – количество прореагировавшего этилена, м3/ч;

22,4 – объем газа» занимаемый I кг-молем при нормальных условиях;

 – молекулярная масса этилена.

4.1.3. Количество этиленовой фракции, сдуваемой на ГФУ для поддержания необходимой концентрации этилена:

а)

б)

4.1.4. Количество сдуваемого этилена:

а)

б)

4.1.5. Количество сдуваемых примесей (инертов).

Принимает­ся, что примеси состоят из смеси этана и метана 1:1:

а)

б)

где – средняя молекулярная масса примесей,

или

4.1.6. Количество этилена, подаваемого в реактор (без уче­та циркулируемого):

а)

б)

4.1.7. Количество этиленовой фракции, подаваемой в реак­тор (без учета циркулирующей):

а)

б)

4.1.8. Количество инертных примесей, подаваемых в реактор (без учета циркулирующих):

или

4.1.9. Количество бензина-растворителя в реакторе:

где – плотность бензина-растворителя [4, 6, 7] .

4.2. Расчет материального баланса стадии приготовления каталитического комплекса

4.2.1. Расход компонентов каталитического комплекса на процесс полимеризации:

а) расход ДЭАХ:

б) расход 4ХТ:

или

Где – молекулярные массы ДЭАХ и 4ХТ;

 – расход компонентов каталитического комплек­са в процессе полимеризации, кмоль/ч;

в) общий расход катализатора

4.2.2. Количество бензиновых компонентов растворов катали­тического комплекса с концентрацией Х(4ХТ) и Х(ДЭАХ):

а)

б)

4.2.3. Количество бензина, вводимого в реактор с каталити­ческим комплексом:

а)

б)

в)

4.2.4. Количество бензина, дополнительно загружаемого в реактор

По результатам расчетов составляется материальный баланс стадий приготовления каталитического комплекса и полимеризации (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Сводный материальный баланс стадий приготовления

каталитического комплекса и полимеризации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Компоненты | кг/ч | % мас. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   | Приход |  |   |
| 1 | Этилен (100%-ный) |  |   |
| 2 | Инертные примеси |  |   |
| 3 | Бензин |  |   |
|   | В том числе: |  |   |
|   | а) с раствором 4ХТ |  |   |
|   | б) с раствором ДЭАХ |  |   |
|   | в) загружаемый дополнительно |  |   |
| 4 | Катализатор |  |   |
|   | В том числе: |  |   |
|   | а) 4ХТ |  |   |
|   | б) ДЭАХ |  |   |
| Итого |   |  |   |
|   | Расход |   |   |
| 1 | Полиэтилен товарный |   |   |
| 2 | Полиэтилен низкомолекулярный |   |   |
| 3 | Отдуваемый этилен |   |   |
| 4 | Отдуваемые инертные примеси |   |   |
| 5 | Бензин |   |   |
| 6 | Катализатор |   |   |
|   |  В том числе: |   |   |
|   |  а) 4ХТ |   |   |
|   |  б) ДЭАХ |   |   |
| 7 | Потери Полиэтилена |   |   |
| Итого |   |   |   |

4.3. Расчет материального баланса стадии центриифугирования I ступени

С целью прекращения реакции полимеризации в системе после реактора в линию выгрузки полимериэата перед центрифугой I ступени непрерывно подается промывной раствор, состоящий из низко­молекулярного спирта и бензина.

Реакцию разложения каталитического комплекса можно запи­сать в следующем виде:

4.3.1. Количество низкомолекулярного спирта, требующегося для разложения каталитического комплекса :

где – молекулярная масса низкомолекулярного

4.3.2. Для определения количества промывного раствора, подаваемого на стадию центрифугирования (I), составляется баланс по расходу НМС:

где – плотность НМС, кг/м3[8,9].

Тогда

4.3.3. Количество НМС в промывном растворе, подаваемом на стадию центрифугирования (I):

4.3.4. Количество бензина в промывном растворе, подавае­мом на стадию центрифугирования (I):

4.3.5. Количество НМС в фугате стадии центрифугирования (I)

4.3.6. Количество бензина в порошке ПЗНД после стадии центрифугирования (I)

4.3.7. Количество бензина в фугате стадии центрифугирова­ния (I)

4.3.8. Количество катализатора в порошке ПЭНД после стадии центрифугирования (I)

4.3.9 Количество низкомолекулярного ПЭ в порошке ПЭНД после стадии центрифугирования (I)

4.3.10 Количество низкомолекулярного ПЭ в фугате стадии центрифугирования (I)

4.3.11. Количество продуктов разложения каталитического комплекса в фугате стадии центрифугирования (I):

а) общее количество разложившихся компонентов каталити­ческого комплекса

б) количество образующихся алкоголятов алюминия:

в) количество образующихся алкоголятов титана:

г) количество образующийся соляной кислоты:

д) количество образующегося этана:

4.3.12. По результатам расчетов составляется материальный баланс стадии центрифугирования (I) (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Материальный баланс стадии центрифугирования

первой ступени

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Компоненты | кг/ч | % мас. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   | Приход на центрифугу |  |   |
| 1 | Суспензия |  |   |
|   |  В том числе: |  |   |
|   |  а) полиэтилен |  |   |
|   |  б) катализатор |  |   |
|   |  в) низкомолекулярный  |  |   |
|   |  полиэтилен (НМ) |  |   |
|   |  г) бензин |  |   |
| 2 | Промывной раствор |  |   |
|   |  В том числе: |  |   |
|   |  а) низкомолекулярный спирт |  |   |
|   |  б) бензин |  |   |
| Итого |   |  |   |

Продолжение таблицы 4.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   | Расход |  |   |
| 1 | В разлагатель (на промывку ПЭНД |  |   |
|   | спирто-бензиновой смесью) паста |  |   |
|   |  В том числе: |  |   |
|   |  1) полиэтилен |  |   |
|   |  2) катализатор |  |   |
|   |  3) низкомолекулярный полиэтилен (НМ) |  |   |
|   |  4) бензин |  |   |
| 2 | На регенерацию растворителя (фугат) |  |   |
|   |  В том числе: |  |   |
|   |  1) низкомолекулярный спирт |  |   |
|   |  2) бензин |  |   |
|   |  3) низкомолекулярный полиэтилен |  |   |
|   |  4) продукты разложения каталитического |  |   |
|   |  Комплекса: |  |   |
|   |  а) - алкоголяты алюминия |  |   |
|   |  б) - алкоголяты титана |  |   |
|   |  в) - соляная кислота |  |   |
|   |  г) - этан |  |   |
| Итого |   |  |   |

4.4 Расчет материального баланса стадии промывки полиэтилена спирто-бензиновой смесью

4.4.1. Количество бензина в промывномрастворе, поступаю­щем на стадию промывки

4.4.2. Количество НМС в промывномрастворе, поступающем на стадию промывки,

4.4.3. Общее количество промывного раствора, поступающего на стадию промывки полиэтилена спирто-бензиновой смесью,

4.4.4. Количество НМС, необходимого для разложения компо­нентов каталитического комплекса на стадии промывки полиэтилена,

4.4.5. Количество продуктов разложения каталитического комплекса на стадии промывки полиэтилена спирто-бензиновой смесью:

а) количество образующихся алкоголятов алюминия:

б) количество образующихся алкоголятов титана:

в) количество образующейся соляной кислоты:

г) количество образующегося этана:

4.4.6. Количество ВМС, отходящего со стадии промывки по­лиэтилена спирто-бензиновой смесью,

4.4.7. По результатам расчетов и данным табл. 4.2 сос­тавляется материальный баланс стадии промывки полиэтилена спирто-бензиновой смесью (табл. 4.3).

4.5. Расчет материального баланса стадии центрифугирования II ступени

4.5.1. Количество бензина в порошке ГПЩ после стадии центрифугирования (II)

4.5.2. Количество низкомолекулярного полиэтилена в порош­ке ПЭНД после стадии центрифугирования (II)

4.5.3. Количество низкомолекулярного спирта (НМС) в порош­ке ПЭНД после стадии центрифугирования (II)

4.5.4. Количество бензина в фугате стадии центрифугирова­ния (II)

4.5.5. Количество низкомолекулярного спирта (ЯМС) в фугате стадий центрифугирования (II)

Таблица 4.3

Материальный баланс стадии промывки полиэтилена

спирто-бензиновой смесью

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Компоненты | кг/ч | % мас. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   | Приход |  |   |
| 1 | Паста |  |   |
|   |  В том числе: |  |   |
|   |  1) полиэтилен |  |   |
|   |  2) бензин |  |   |
|   |  3) катализатор  |  |   |
|   |  4) низкомолекулярный полиэтилен (НМ) |  |   |
| 2 | Промывной раствор |  |   |
|   |  В том числе: |  |   |
|   |  а) бензин |  |   |
|   |  б) НМС |  |   |
| Итого |   |  |   |
|   | Расход |  |   |
| 1 | Полиэтилен |  |   |
| 2 | Низкомолекулярный полиэтилен  |  |   |
| 3 | Низкомолекулярный спирт |  |   |
| 4 | Бензин |  |   |
| 5 | Продукты разложения каталитического |  |   |
|   | комплекса: |  |   |
|   |  а) алкоголяты алюминия |  |   |
|   |  б) алкоголяты титана |  |   |
|   |  в) соляная кислота |  |   |
|   |  г) этан |  |   |
| Итого |   |  |   |

4.5.6. Количество низкомолекулярного полиэтилена в фугате стадии центрифугирования (II)

4.5.7. По результатам расчетов и данным таблицы 4 состав­ляется материальный баланс стадии центрифугирования (II) (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Материальный баланс стадии центрифугирования

II ступени

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Компоненты | кг/ч | % мас. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   | Приход |   |   |
| 1 | Суспензия |   |   |
|   |  В том числе: |   |   |
|   |  1) полиэтилен |  |   |
|   |  2) низкомолекулярный  |  |   |
|   |  полиэтилен (НМ) |  |   |
|   |  3) низкомолекулярный спирт (НМС) |  |   |
|   |  4) бензин |  |   |
|   |  5) продукты разложения каталитического  |  |   |
|   |  комплеска |  |   |
|   |  а) алкоголяты алюминия |  |   |
|   |  б) алкоголяты титана |  |   |
|   |  в) соляная кислота |  |   |
|   |  г) этан |  |   |
| Итого |   |   |   |

Продолжение таблицы 4.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   | Расход |   |   |
| 1 | На регенерацию растворителя (фугат) |   |   |
|   |  В том числе: |   |   |
|   |  1) бензин |   |   |
|   |  2) низкомолекулярный спирт (НМС) |   |   |
|   |  3) низкомолекулярный полиэтилен (НМ) |   |   |
|   |  4) продукты разложения каталитического |   |   |
|   |  комплекса, в т. ч. |   |   |
|   |  а) алкоголяты алюминия |  |   |
|   |  б) алкоголяты титана |  |   |
|   |  в) соляная кислота |  |   |
|   |  г) этан |  |   |
| 2 | На сушку - паста, в т. ч. |   |   |
|   |  1) полиэтилен |  |   |
|   |  2) низкомолекулярный полиэтилен |  |   |
|   |  3) бензин |  |   |
|   |  4) низкомолекулярный спирт |  |   |
| Итого |   |   |   |

4.6. Расчет материального баланса стадии сушки полиэтилена

4.6.1. Количество промывного раствора, уносимого с ПЗЕЩ после сушки,

4.6.2. Количество бензина, уносимого с ТЩР после сушки,

4.6.3. Количество НМС, уносимого с ПЭНД после сушки,

4.6.4. Количество бензина, удаляемого в процессе сушки,

4.6.5. Количество НМС, удаляемого в процессе сушки,

4.6.6. Количество промывного раствора, удаляемого в про­цессе сушки,

4.6.7. По результатам расчетов с данными табл. 4.4 состав­ляется материальный баланс стадии сушки (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Материальный баланс стадии сушки ПЭНД

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Компоненты | кг/ч | % мас. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|   | Приход |  |   |
| 1 | Паста, в т. ч. |  |   |
|   |  1) полиэтилен |  |   |
|   |  2) низкомолекулярный ПЭ |  |   |
|   |  3) промывной раствор, в т. ч. |  |   |
|   |  а) бензин |  |   |
|   |  б) низкомолекулярный спирт |  |   |
| Итого |   |  |   |
|   | Расход |  |   |
| 1 |  На регенерацию растворителя, в т. ч. |  |   |
|   |  1) бензин |  |  |
|   |  2) низкомолекулярный спирт |  |  |
| 2 | В вакуумную сушилку - ПЭНД, в т. ч. |  |   |
|   |  1) полиэтилен |  |   |
|   |  2) низкомолекулярный ПЭ |  |   |
|   |  3) бензин |  |   |
|   |  4) низкомолекулярный спирт |  |   |
| Итого |   |  |   |

4.6.4. Количество бензина, удаляемого в процессе сушки

4.6.5. Количество НМС, удаляемого в процессе сушки

4.6.6. Количество промывного раствора, удаляемого в про­цессе сушки.

4.6.7. По результатам расчетов с данными табл. 4.4 сос­тавляется материальный баланс стадии сушки (табл. 4.5).

5. Расчет теплового баланса реактора полимеризация

Цель расчета теплового баланса реактора **полимеризация** -

определенна количества тепла, которое необходимо отвести испа­ряющимся бензином, и количества циркулирующего этилена.

5.1. Исходные данные для расчета берутся из данных произ­водственной практики или литературных источников [3-5] .

1. Температура в реакторе,

2. Температура ввода свежей этиленовой фракции,

3. Температура ввода свежего бензина (с каталитическим комплексом),

4. Температура циркулирующей этиленовой фракции,

5. Температура циркулирующего бензина, возвращаемого в реактор, :

а) в парах,

б) в жидкости,

6. Температура сдуваемой этиленовой фракции,

7. Давление в реакторе,

8. Тепловой эффект реакции,

9. Количество циркулирующей этиленовой фракции,

10. Содержание паров бензина в 1 кг этиленовой фракции:

а) выходящей из реактора,

б) возвращаемой в реактор,



Рис. 5.1. Схема теплосъема реактора с холодильником

1) - реактор; 2) - конденсатор-холодильник; 3) - газодувка;

4) – насос.

Студент может использовать также схему теплосъема реактора

со скруббером.

5.3. Приход тепла:

5.3.1 Со свежей этиленовой фракцией при

5.2. Прилагается следующая схема теплосхема для расчета количества циркулирующего этилена:

а)

б)

где – энтальпия этилена, кДж/кг [9-П] ;

 – изобарная теплоемкость этилена, кдж/кг·°С [10-12].

5.3.2. Со свежим бензином при

где – теплоемкость жидкого бензина, кдж/кг·°С [13, 14] ,

или

5.3.3. Теплота реакции полимеризации:

Значения берутся из литературы [3-5]

5.3.4. С циркулирующей этиленовой фракцией при

или

5.3.5. С циркулирующим бензином в жидкой фазе при ±$

где – количество циркулирующего бензина, возвращаемого в реактор в жидкой фазе, кг/ч;

 – энтальпия жидкого бензина, кДж/ кг-°С [13, 14~| .

5.3.6. Содержание паров бензина в циркулирующем этилене рассчитывается по закону Дальтона:

где

 – средняя молекулярная масса бензина;

 – парциальное давление паров бензина при температу­ре, МПа;

 – давление в системе, МПа.

Средняя молекулярная масса бензина может быть определена:

а) по формуле Воинова

где ,

 – относительная плотность бензина [13, 14] \*

 – средняя температура кипения бензина, К

 – средняя температура кипения бензина, °С

б) по формуле Крэга

5.3.7. Для определения парциального давления паров бензи­на необходимо определить давление насыщенных паров бен­зина при температуре [13, 14] .

Примечание: для системы, состоящей из неконденсируемого в рассматриваемых условиях газа (этилена) и жидкости (бензина), парциальное давление паров жидкости равно давлению насыщенных паров этой жидкости при температуре системы. Поэтому для опре­деления парциального давления паров бензина необходимо определить давление насыщенных паров бензина при температуре . Значения рассчитываются также по формуле Дальтона.

5.3.8. С циркулирующим бензином в паровой фазе при

где – энтальпия паров бензина, кДж/кг [13, 14],

или

где – теплоемкость паров бензина, кДж/кг·°С [13, 14].

5.3.9. С жидким бензином, возвращаемым в реактор из кон­денсатора-холодильника сдуваемой этиленовой фракцией при :

Общий приход тепла

Примечание: количеством тепла, вносимым и выносимым ката­лизатором, следует пренебречь, так как оно не превышает 0,1% от общего количества вносимого в реактор и выносимого из него тепла.

5.4. Расход тепла:

5.4.1. С полиэтиленом при

 – теплоемкость полиэтилена, кДж/кг·°С [4, 5].

5.4.2. С отводимым жидким бензином при :

5.4.3. С циркулирующей этиленовой фракцией при :

5.4.4. С циркулирующим бензином в паровой фазе при :

5.4.5. Со сдуваемым этиленом при :

5.4.6, С бензином в паровой фазе, уносимым этиленом при :

Общий расход тепла

или

Приравнивая значения и , можно определить величину - количество циркулирующего этилена.

6. Расчет числа реакторов и их размеров

6.1. Общий объем реакторов па установке определяется по фор-

муле

,

где

-объем бензина, находящегося в реакторе, м ;

-время пребывания реакционной массы в реакторе (берется из [3,5]

Кзап-коэффициент заполнения реактора, принимаемый в пре­делах 0,55-0,85;

m-коэффициент, учитывающий увеличение реакционного объема за счет перемешивания (барботажа), равный 1Д-1.2.

1. Из данных производственной практики или литературы [15] выбирается объем одного реактора Vpед .
2. Число реакторов, которые должны постоянно работать на

установке



Поскольку в процессе получения полиэтилена при низком дав­лении бывает необходима остановка реакторов для очистки от отло­жений полимера на стенках, то для обеспечения заданной произво­дительности установки добавляется еще 1-2 реактора.

6.4. Принимаются аппараты цилиндрического типа с отношением внутреннего диаметра (D) к высоте (h) аппарата



Определяются внутренний диаметр аппарата



и высота аппарата

h = 2,5\*D,м

7. Расчет циркуляционного газового холодильника (ЦГХ)

7.1. Исходные данные для расчета

Циркуляционные газовые холодильники предназначены для кон­денсации паров бензина и охлаждения циркуляционного газа c tp дo tЦ. В качестве охлаждавшего агента используется вода с тем­пературой входа tнач и выхода tкон, Перед входом в ЦГХ циркуляционный газ насыщен парами бензина при температуре\_ и давлении рГ

7.2. Составление теплового баланса ЦГХ

7.2.1. Приход тепла с потоком циркуляционного газа:

а) с циркулирующей этиленовой фракцией при tp



б) с циркулирующим бензином в паровой фазе при tp



7.2.2. Расход тепла с потоками циркуляционного газа и бен-зина:

а) с циркулирующей этиленовой фракцией при tц



 б) с циркулирующим бензином в паровой фазе при 



 б) с циркулирующим бензином в жидкой фазе при 



7.2.3. Из теплового баланса определяется количество тепла, снимаемого водой:



Расход воды определяется по формуле



7.2.4. Коэффициент теплопередачи. К для аппаратов подобно­
го типа рассчитывается по методике, изложенной в литературе

[12, 18**]** .

7.2.5. Ориентировочная поверхность аппарата рассчитывается
по формуле

, м2

где - средний температурный напор в аппарате, определяемый по методике, изложенной в литературе [12, 18] .

7.2.6. По соответствующему отраслевому стандарту выбирает­ся тип аппарата и точно рассчитывается его поверхность теплооб­мена.

8. Расчет сушилки

Расчет сушилки проводится согласно методике, изложенной в [17].

9. Расчет центрифуги

Расчет производительности и количества центрифуг проводит­ся по методикам, изложенным в [18] .

10. Литаратура

1. Адельсон СВ. и др. Графическая часть курсовых п дип­ломных проектов. Методические указания. - М.: ЙЙНХ и ГП, 1980.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию (под ред. Г.И.Днтнерского). - М.: Химия, 1983, 272 с.

3. Лаушкин Я.М., Адельсон СВ., Вишнякова Т.П. Технология нефтехимического синтеза. Учебник. - М.:- Химия, 1985.

1. Голосов А.П., Динцес А.И. Технология производства полиэти­лена и полипропилена. - М.: Химия, 1978, 214 с.
2. Архипова З.В., Григорьев В.А., Веселовская Е.В. Полиэтилен низкого давления. - Л.: Химия, 1980, 240 с.
3. Папок К.К., Рагозин Н.А. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям. - М.: Химия, 1975, 329 с.
4. Товарные нефтепродукты. Свойства и применение. Справочник (под ред. Н.Г.Пучкоза). -К.: Химия, 1971, 414 с.
5. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник.

- Л.: Химия, 1978, 392 с.

9. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам
газов и жидкостей. - П.: Наука, 1972, 720 с.

1. Термодинамические и транспортные свойства этилена и про­пилена. - М.: Изд-во стандартов, 1971.
2. Этилен. Физико-химические свойства. Справочник (под ред. С.А.Миллера). - М.: Химия, 1977, 168 с.
3. Кузнецов А.А., Судаков Е.Н. Расчеты основных процессов

и аппаратов переработки углеводородных газов. Справочное пособие.

- М.: Химия, 1983, 222 с.

1. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по тех­нологии переработки нефти и газа. Учебное пособие, 2-е изд. - М.: Химия, 1980, 254 с.
2. Осинина О.Г. Справочные материалы к расчету аппаратов нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. - М.: МЯНХ и Г0, 1970, 114 с.
3. Василъцев Э.А., Ушаков В.Г. Аппаратн для перемешивания жидких сред. Справочное пособие. - Л.: Машиностроение, 1579,

с. 81-180.

1. Кузнецов А.А., Кагермаиов СМ., Судаков Е.Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. -М.: Химия, 1972.
2. Романков П.Г., Рашкевская Н.Б. Сушка во взвешенном сос­тоянии. - Д.: Химия, 1979, с. 253-267.
3. Мухин И.Н., Сбирко В.П. Фильтры и центрифуга. Учебное пособие. - Харьков, 1973, с. 136.