

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
«ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ» (ФИЛИАЛ)
Кафедра естественнонаучных и гуманитарных дисциплин

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА

Методические указания по выполнению курсовой работы
для обучающихся по
направлению 18.03.01 «Химическая технология»
всех форм обучения

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Тобольск
2022

Сертификат: 2026062FC6FB7E4F1F37670D47CAB35B
Владелец: Клочков Юрий Сергеевич
Действителен: с 09.02.2024 до 04.05.2025

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин «29» августа 2022 года, протокол № 1.

Методические указания по дисциплине «Теоретические основы технологических процессов переработки нефти и газа» предназначены для обучающихся по направлению 18.03.01 «Химическая технология всех форм обучения. Данная дисциплина изучается в течение одного семестра. Настоящие методические указания имеют целью дать студентам необходимые сведения для выполнения курсовой работы. Дано описание требований, предъявляемых к курсовой работе, содержание основных разделов и указания по их выполнению.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Тематика курсовых работ	4
2. Требования к содержанию и объёму курсовой работы	5
3. Структура расчётно-пояснительной записки	5
3.1. Содержание	6
3.2. Введение	6
3.3. Литературный обзор	6
3.4. Технологическая часть	6
3.4.1. Физико-химические основы процесса	6
3.4.2. Характеристика сырья и готовой продукции	7
3.4.3. Выбор и обоснование технологической схемы	7
3.4.4. Описание технологической схемы	7
3.4.5. Решение расчетного задания	7
3.5. Заключение	8
4. Оформление расчётно-пояснительной записки	8
4.1. Общие требования	8
4.2. Построение записки	9
4.3. Основной текст	10
4.4. Формулы и расчёты	10
4.5. Иллюстрации	11
4.6. Таблицы	12
4.7. Ссылки	13
4.8. Список использованных источников	13
4.9. Нумерация страниц	14
Список рекомендуемой литературы	15
Приложения.....	17

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа выполняется в соответствии с учебным планом и имеет **целью** закрепить знания студентов и выработать практические навыки при выполнении химико-технологических расчетов.

Объектом курсовой работы могут служить отдельные цеха, установки или отделения нефтехимического предприятия. При этом студент преимущественно опирается на литературные данные, а также анализирует работающие производства с учетом прогрессивных технологических процессов.

Для выполнения курсовой работы студенту необходимы знания химии (общей, неорганической, органической, физической, аналитической), методов анализа, общей химической технологии, процессов и аппаратов химических производств, экологии, высшей математики. Необходимы также навыки самостоятельной работы с литературой и электронными средствами, работы на компьютере и в глобальной сети, знания и умения в области прикладной механики, инженерной графики.

При выполнении курсовой работы перед студентами стоят следующие **задачи**:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний по теории химико-технологических процессов;
- технологии расчета материальных балансов сложных систем органических реакций с применением основных характеристик материального баланса;
- технологии термодинамических расчетов сложных газофазных или жидкофазных органических реакций.

В результате выполнения курсовой работы студент должен

знать: основы теории конкретного процесса в химическом реакторе, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии;

уметь: рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать схему заданного продукта, оценивать технологическую эффективность реакционного узла, производить выбор типа реактора и расчет технологических параметров для заданного процесса; определять параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;

владеть: методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химических реакторах; методами определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; целостным комплексом теоретических знаний химической технологии.

1. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовая работа – это самостоятельная работа, тема которой должна соответствовать профилю направления.

Темой КР может быть технологический расчет новой установки (цеха) или реконструкция действующей установки (цеха). При этом примерные темы работ могут быть следующие:

1. Расчет показателей работы реакторов на примере окислительного аммонолиза пропилена.
2. Расчет тепловых эффектов химико-технологических процессов на примере дегидрирования бутенов.
3. Расчет основных показателей химико-технологических процессов на примере производства метанола.
4. Расчет материальных балансов химико-технологических процессов на примере полимеризации этилена.
5. Расчет материальных балансов химико-технологических процессов на примере гидратации этилена.
6. Расчет основных показателей химико-технологических процессов на примере алкилирования бензола пропиленом.
7. Расчет основных показателей химико-технологических процессов на примере пиролиза алканов.
8. Расчет основных показателей химико-технологических процессов на примере окисления кумола.
9. Расчет тепловых эффектов химико-технологических процессов на примере производства винилацетата из ацетилен и уксусной кислоты.
10. Расчет материальных балансов химико-технологических процессов на примере пиролиза н-гексана.

Мощность производства может меняться и указывается в задании к курсовой работе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОБЪЁМУ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

КР состоит из расчетно-пояснительной записки. Расчетно-пояснительная записка по своему содержанию должна соответствовать заданию. Объем может составлять до 40 страниц и более.

3. СТРУКТУРА РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

В расчетно-пояснительной записке материал располагается в следующем порядке:

- Титульный лист.
- Задание на курсовую работу.
- Содержание.
- Введение.

- Перечень сокращений и условных обозначений.
- Литературный обзор.
- Технологическая часть.
- Заключение.
- Список использованной литературы.

На титульном листе (приложение 1) указывается тема КР, фамилии студента, руководителя.

Задание на курсовую работу (приложение 2) составляется руководителем и выдается студенту.

3.1. Содержание

В содержании приводится перечень структурных элементов, разделов, подразделов, пунктов, подпунктов с указанием номеров страниц с которых начинаются эти элементы. Титульный лист, задание на курсовое проектирование и аннотация в содержании не указываются.

3.2. Введение

Во введении к КР *производственно-технологического направления* рекомендуется обосновать необходимость проектирования новых объектов, реконструкции, совершенствования технологических процессов, рационального использования материальных и энергетических ресурсов. Сюда относятся:

- 1) Характеристика современного состояния решаемой технологической проблемы в России и за рубежом;
- 2) Формулировка цели работы, её актуальности и пути решения поставленной задачи.

3.3. Литературный обзор

Литературный обзор работы должен содержать систематизированный материал по технологии рассчитываемого производства или способам получения данного продукта, путям его использования. Необходимо рассмотреть физико-химические основы процесса, влияние основных параметров, химизм, механизм и кинетику реакций. Литературный обзор должен служить фундаментом для обоснования выбора технологии процесса и основного оборудования. В обзоре необходимо делать ссылки на соответствующие литературные источники, материалом которых пользовались при его написании.

3.4. Технологическая часть

Этот раздел КР является главным разделом.

Предусматривается следующая структура технологической части:

- 1) Физико-химические основы процесса.
- 2) Характеристика сырья и готовой продукции.
- 3) Выбор и обоснование технологической схемы производства.
- 4) Описание принципиальной технологической схемы.
- 5) Решение расчетного задания.

3.4.1. Физико-химические основы процесса

В этом разделе определяют тип реакционного процесса (простая реакция или сложная система параллельных, последовательных, последовательно-параллельных реакций), наличия и положения равновесий, фазового состояния компонентов реакционной системы (гомо- или гетерофазная система), наличия и природы катализатора (нуклеофильный, электрофильный, кислотный, основной, металлокомплексный и т.д.), зоны протекания реакции (гомогенная, гетерогенная) и других особенностей. Рассматривают **механизм и кинетику** протекающих реакций, выявляют **параметры**, оказывающие существенное влияние на кинетическую разрешимость процесса в направлении синтеза целевого продукта (температуру, давление, состава исходной смеси, природу и концентрацию катализатора, степень превращения ключевого реагента и т.д.), анализируют известные **промышленные технологии** синтеза данного продукта.

3.4.2. Характеристика сырья и готовой продукции

В этой части работы следует указать физико-химические требования к исходному сырью, дать химический или фракционный состав сырья и его физические свойства. Здесь же должны быть представлены характеристики продукции производства, её состав, который должен соответствовать требованиям ГОСТ или ТУ.

3.4.3. Выбор и обоснование технологической схемы

В этой части излагается сущность выбранной технологии производства с указанием преимуществ по сравнению с другими технологиями, рассмотренными в литературном обзоре. Необходимо указать параметры и показатели процесса, дать характеристику выбранного оборудования, при необходимости привести эскизы, отметить методы поддержания заданных параметров процесса. При выборе аппаратуры необходимо использовать современное эффективное оборудование.

В заключение следует дать технико-экономическое обоснование предложенным в работе мероприятиям по повышению эффективности процесса за счет использования современных методов и оборудования.

3.4.4. Описание технологической схемы

Приводится описание принципиальной технологической схемы производства в условиях нормального технологического режима без режима пуска и остановки. При описании технологической схемы, после названия аппарата следует указывать его обозначение на схеме. Принципиальная технологическая схема производства выполняется *как рисунок* на отдельном листе в соответствии с требованиями и прилагается после первого упоминания в тексте. Необходимо описать все аппараты, изображённые на схеме, и изобразить все аппараты, упомянутые в описании. Если технология производства предусматривает несколько параллельно соединённых идентичных аппаратов, достаточно изобразить на схеме один с указанием их количества в спецификации.

3.4.5. Решение расчетного задания

Цель расчета, как правило, определена в теме КР. Необходимо привести полную формулировку расчетного задания и далее – полный ответ решения. Одним из основных видов расчетов является материальный баланс процесса.

Материальный баланс установки

При составлении материальных балансов в качестве исходных данных могут быть использованы:

- 1) мощность производства по готовому продукту или по сырью в млн т в год или тыс. т в год;
- 2) фактическое число часов работы установки в году с учётом продолжительности текущих и капитальных ремонтов;
- 3) основные технологические показатели процесса: расходные нормы реагентов на единицу целевого продукта, соотношение между исходными реагентами, температура, давление, конверсия и селективность. Конверсию и селективность можно принять на основе литературных или производственных данных;
- 4) технологические потери, которые принимают по литературным или производственным данным.

Материальный баланс оформляется в виде сводной таблицы. В табл. 3.1 приведён пример материального баланса установки АТ.

Таблица 3.1

Материальный баланс установки АТ				
Показатели	% масс.	т/ч	т/сутки	тыс.т/год
Приход:				
Нефть	100,0	367,65	8823,53	3000,0
Расход:				
Газ до С ₄	0,94	3,46	82,94	28,2
28 – 120°С	7,88	28,97	695,29	236,4
120 – 180°С	7,81	28,71	689,12	234,3
180 – 240°С	8,41	30,92	742,06	252,3
240 – 350°С	16,69	61,36	1472,65	500,7
> 350°С	57,27	210,55	5053,23	1718,1
Потери	1,00	3,68	88,24	30,0
Итого	100,00	367,65	8823,53	3000,0

Числовые значения в таблице желательно располагать так, чтобы классы чисел во всём столбце были точно расположены один под другим: единицы под единицами, десятки под десятками и т.д.

3.5. Заключение

В заключении необходимо дать краткие выводы по выполненной работе, отразить изменения, внесённые в технологию производства и их эффективность.

4. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

4.1. Общие требования

Расчётно-пояснительная записка выполняется на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210 x 297 мм) в редакторе «Word» 14-м кеглем через одинарный интервал шрифтом *Times New Roman*, прямым, выровненным по ширине. Шрифты других начертаний можно использовать для заголовков и внутритекстовых выделений. Мелкий шрифт (11-го или 12-го кегля) допускается только в таблицах.

Абзацный отступ должен составлять 1,25 или 1,27 см. В редакторе «Word» необходимо изначально установить автоматическую расстановку переносов. Буквы иностранных алфавитов в тексте по написанию должны отличаться от русских букв, для этого следует использовать шрифты других размеров или иного начертания.

Образец оформления титульного листа записки приведён в приложении 1. Второй лист - задание к курсовой работе, его типовая форма приведена в приложении 2. Все последующие листы записки должны иметь формы: для первых листов каждого раздела согласно приложению 3, для всех других листов – согласно приложению 4.

По приложению 3 оформляются *только первые листы следующих разделов*: литературного обзора и технологической части.

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк должно быть не менее 3 мм. Расстояние от нижней строки текста или от верхнего номера страницы до нижней или верхней рамки должно быть не менее 5 мм.

4.2. Построение записки

Весь текст записки делят на разделы, подразделы и пункты. Разделы должны иметь сквозную нумерацию в пределах всей записки, выполненную арабскими цифрами с точкой в конце, например: «3.» (третий раздел). После номера раздела в этой же строке следует название раздела *без точки в конце названия*.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела ставится точка, например: "3.2." (второй подраздел третьего раздела). Пункты нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделённых точками. В конце номера пункта ставится точка, например: «3.2.1.» (первый пункт второго подраздела третьего раздела). При необходимости пункты могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: «3.2.1.1., 3.2.1.2., и т.д.». Следует отметить, что разбивка пунктов на подпункты усложняет восприятие записки. Название разделов и подразделов записывают в виде заголовков. Заголовки можно размещать

от абзацного отступа или по центру. Заголовки разделов можно набирать прописными буквами, а заголовки подразделов – строчными. При этом необходимо соблюдать принцип единообразия: заголовки, принадлежащие одной ступени рубрикации, должны быть оформлены *одинаково*.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. В заголовки не включают сокращённые слова и аббревиатуры, а также химические, физические формулы. Подчёркивать заголовки не допускается. Нельзя заголовок оставлять на последней строке листа. После заголовка должно быть *не менее трёх* строк текста. Заголовки необходимо отделять друг от друга и текста интервалом в одну строку.

Содержание, введение, заключение и список использованной литературы записываются в виде заголовков, но *нумерацию как разделам им не присваивают*.

4.3. Основной текст

Текст записки должен быть кратким, чётким, не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них. Примеры изложения текста: *Нефть подаётся в колонну...; Смена катализатора производится...; Были получены следующие результаты...; В качестве примера можно привести...; Разработана методика..., Расчёт показал, что...*

Если в записке принята специфическая терминология или употребляются малораспространённые сокращения, новые символы, обозначения, то их перечень должен быть представлен в виде списка сокращений и условных обозначений, который включают в содержание и приводят после введения. Фамилии, названия фирм, организаций и другие собственные имена в тексте приводятся на языке оригинала. Допускается приводить названия в переводе на русский язык с добавлением при первом упоминании

оригинального названия. В тексте не допускается сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр. Не допускается использовать математические знаки «–», «+», «>», «<», «№», «%» вместо слов минус, плюс, больше, меньше, номер, процент.

4.4. Формулы и расчёты

Символы и индексы в *химических формулах*, знаки связей пишутся без интервалов. Знаки в уравнениях химических реакций (+, →, = и др.) необходимо писать с интервалами, например:



Расчётная формула включается в предложение как его равноправный элемент, поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Двоеточие перед формулой ставят, когда в тексте перед формулой есть обобщающее слово или

этого требует построение текста. Индексы следует писать без точки (например, G_n – массовый расход нефти). Индексы, состоящие из двух сокращённых русских слов, следует писать так: первое сокращённое слово с точкой, второе без точки (например, $V_{с.г}$ – объёмный расход сухого газа). Формулы должны быть расположены по центру на отдельной строке и отделены от текста сверху и снизу одной свободной строкой. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено на знаках «=», «—», «+», «:», «х» с переносом знака на следующую строку. При переносе на знаке умножения необходимо применять знак «х». Слова, связывающие формулы («таким образом», «следовательно», «так как», «откуда» и др.) надо ставить в левой части страницы с новой отдельной строки. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Единицы физических величин в конце формулы ставить не следует, их рассматривают в экспликации (расшифровке). Расшифровка начинают со слова «где», которое помещают с новой строки от нулевой позиции без двоеточия после него, затем пояснения каждого символа, отделённых друг от друга точкой с запятой. Элементы расшифровки можно располагать подряд. Пример: диаметр колонны рассчитывается по формуле

$$D_K = \sqrt{\frac{4 \cdot V_n}{3,14 \cdot w_{\max}}},$$

где D_K – диаметр, м; V_n – объёмный расход паров в наиболее нагруженном сечении колонны, м³/с; $w_{\max}$ – максимальная допустимая скорость паров, м/с.

Последовательность расшифровки символов должна соответствовать последовательности расположения этих символов в формуле. Если часть формулы является дробью, то сначала поясняют обозначения величин, помещённых в числителе, а затем – в знаменателе. Все расчёты выполняют в системе единиц СИ. Допускается производить расчёт в других единицах с переводом конечного результата в систему СИ. *Не допускается приведение окончательного результата вычислений без подстановки численных значений в формулу.*

4.5. Иллюстрации

Иллюстрации (принципиальные схемы установок, эскизы аппаратов, графики, диаграммы, цифровые фотоснимки и т.д.) располагаются в записке непосредственно *после текста*, в котором они упоминаются впервые или *на следующей странице*. При определении формата каждой иллюстрации следует исходить из минимума занимаемого места, но чтобы все детали иллюстрации были понятны. На все иллюстрации в записке должны быть даны ссылки. Нельзя помещать иллюстрации перед заголовком раздела или подраздела или в конце неполной страницы (в конце раздела).

Иллюстрации размещаются таким образом, чтобы их было удобно рассматривать без поворота записки или с поворотом *по часовой стрелке*. Принципиальные схемы установок должны соответствовать требованиям стандартов на условное обозначение аппаратов. Все иллюстрации обозначаются словом «Рисунок» и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделённого точкой, например: «Рисунок 1.2» (второй рисунок первого раздела). Порядковый номер рисунка и его название размещают *под рисунком*. При этом вначале записывают слово «Рисунок», затем номер и название рисунка. Название рисунка отделяется от номера знаком тире, помещается под иллюстрацией в середине строки и пишется строчными буквами, начиная с прописной буквы, без подчеркивания и точки в конце. Если название включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в названии не допускаются. При необходимости под названием иллюстрации помещаются поясняющие данные (подрисуночный текст). Для этого после названия рисунка ставится двоеточие, затем с новой строки указываются обозначения и их пояснения, разделённые точкой с запятой. В конце подрисуночной подписи точка не ставится. Длина строк названия рисунка и подрисуночного текста не должна превышать ширину иллюстрации, а последняя строка должна располагаться симметрично относительно других строк.

Пример оформления названия рисунка и поясняющих данных:

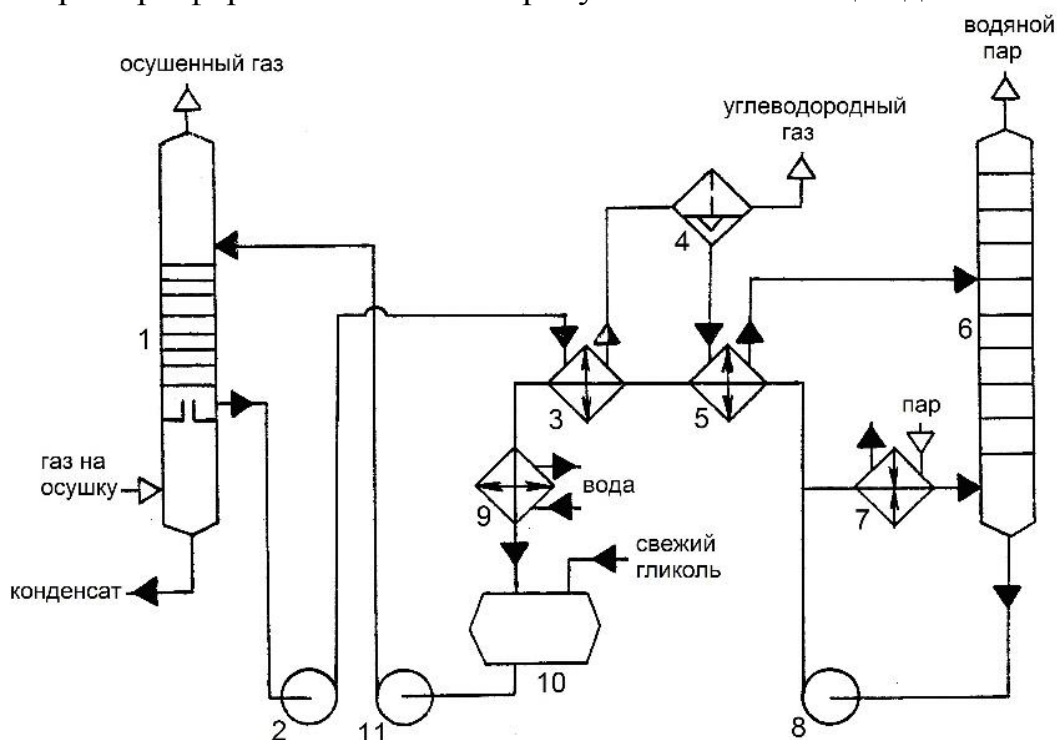


Рисунок 2.1 – Технологическая схема установки осушки газа:

1 – абсорбер; 2, 8, 11 – насосы; 3, 5 – теплообменники; 4 – сепаратор;
6 – десорбер; 7 – паровой подогреватель; 9 – холодильник; 10 – ёмкость

Обозначения деталей рисунка могут быть цифровые или буквенные. Цифровые обозначения рисунка нумеруют арабскими цифрами и располагают на поле рисунка последовательно либо слева направо, по часовой стрелке, либо по вертикали сверху вниз.

Рисунки, размер которых *не более 8 см*, следует помещать в «оборку», т.е. с обтеканием текстом. Размещать такой рисунок на листе необходимо *справа*. Между двумя рисунками, помещёнными в оборку на одном листе, необходимо разместить не менее трёх строк текста (разделить рисунки).

Если в записке только один рисунок, он не нумеруется.

4.6. Таблицы

Таблицу помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости в приложении к КР, сделав межстрочный интервал между текстом и заголовком таблицы. Слева над таблицей (в абзац) помещают надпись «Таблица» с указанием номера, например «Таблица 2.15» (в конце номера точку не ставят) – первая таблица во втором разделе (допускается и сквозная нумерация). Затем ставят тире и пишут с заглавной буквы заголовок таблицы (без точки в конце и без переноса) и ниже приводят саму таблицу, сделав межстрочный интервал между заголовком и таблицей. Например:

Таблица 2.15 – Материальный баланс первой ступени сепарации

Приход				Расход			
Поток	% масс.	кг/ч	тыс. т/г	Поток	% масс.	кг/ч	тыс. т/г
Пластовая жидкость, в том числе:	100,00	538886,83	4526,65	Эмульсия	96,77	521480,79	4380,44
- нефть	70,00	377228,36	3168,72	в том числе:			
- вода	30,00	161658,47	1357,93	- нефть	69,00	359822,32	3022,51
				- вода	31,00	161658,47	1357,93
				Газ	3,23	17406,04	146,21
Итого	100,00	538886,83	4526,65	Итого	100,00	538886,83	4526,65

При переносе таблицы на другую страницу в левом верхнем углу (в абзац) новой страницы пишут «Продолжение таблицы 2.15» без заголовка (или «Окончание таблицы 2.15», если таблица оканчивается на этом листе) и продолжают таблицу, продублировав «шапку» таблицы полностью. Заголовки столбцов и строк таблицы пишут с заглавной буквы, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с заглавной, если они имеют самостоятельное значение. Разделять заголовки и подзаголовки диагональными линиями не допускается. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Если заголовки состоят из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовки и

подзаголовки указывают в единственном числе. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Таблицы слева, справа, сверху и снизу ограничивают линиями. Если таблица разрывается переносом на новый лист, то ограничительную черту снизу на первом листе не ставят. Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, указывают после ее наименования. Допускается выносить ее и в отдельную строку.

Цифры в столбцах таблицы должны проставляться так, чтобы разряды чисел были один под другим с одинаковым числом знаков после запятой (десятичных знаков). Допускается размещение широкой таблицы вдоль длинной стороны листа (с поворотом на 90 ° кверху - альбомный вариант).

4.7. Ссылки

Ссылки в тексте на источник литературы приводят сразу после его упоминания в виде порядкового номера источника по списку литературы, заключённого в квадратные скобки, например: « [5] ». Все принимаемые в расчётах значения физических величин и другие справочные данные должны сопровождаться ссылками на источник литературы с указанием страницы, например: « [5, с.39] ». Первые ссылки на рисунки и таблицы, приведённые в записке, указывают их порядковым номером, например: «Схема установки представлена на рис. 2.1», «Материальный баланс установки приведён в табл. 2.3». При повторных ссылках следует указывать сокращённо слово «смотри», например: «см. рисунок 2.1.», «см. таблицу 2.3.».

4.8. Список использованных источников

Список должен содержать перечень только тех источников, которые фактически использовались при выполнении работы. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте записки. Сведения об источниках, включённых в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.100-2018. Пример оформления библиографического списка литературы представлен в Приложении 5 настоящих методических указаниях.

4.9. Нумерация страниц

Нумерация страниц производится отдельно для каждого раздела. Кроме этого, производится сквозная нумерация всей записки. Нумерация страниц каждого раздела начинается с 1-й страницы. Номер страницы арабскими цифрами проставляется в соответствующих графах формы листа (см. приложение 3). Кроме этого, в форме первого листа раздела проставляется общее количество страниц данного раздела. Сквозная нумерация всей записки начинается с 3-й страницы (1-я и 2-я страницы – это титульный лист и задание на КП, на них номер не ставится). Номер страницы сквозной нумерации (колонцифра) проставляется арабскими цифрами вверху посередине листа под рамкой формы. Колонцифра проставляется

14-м кеглем. Сквозной нумерации подлежат *абсолютно все* листы записки, включая приложения. В содержании записки проставляются номера страниц только сквозной нумерации.

5. РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Вариант 1.

Составить материальный баланс реактора полимеризации этилена под низким давлением.

Исходные данные:

Производительность по этилену $G_{\text{п}}^{\text{г}} = 24000$ т/год

Число часов работы реактора в году $Z = 7200$

Суммарные потери этилена и полиэтилена в процессе полимеризации $\Pi_1 = 1,5\%$ (масс.)

Потери этилена на образование низкомолекулярных полимеров $\Pi_2 = 2\%$ (масс.)

Состав свежего этилена, (% масс): $x(\text{CH}_4) = 0,2$, $x(\text{C}_2\text{H}_4) = 99,5$, $x(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,3$.

Содержание этилена в циркулирующем этилене $y = 0,98$.

Расход катализаторов: триэтилалюминия (ТЭА) $a_{\text{ТЭА}} = 0,4$, тетрахлоридтитана (TiCl_4) $a_{\text{TiCl}_4} = 0,6$.

В реактор подается 1 % раствор катализаторов в бензине; концентрация полиэтилена в катализаторной пульпе $c_{\text{п}} = 130$ кг/м³ бензина, бензин используется в качестве растворителя, плотность бензина $d_{20}^{20} = 700$; давление в реакторе $P_{\text{р}} = 0,35$ МПа.

Методические указания:

Необходимо провести расчет следующим образом:

- 1) Количество полиэтилена $G'_{\text{п}} = G_{\text{п}}^{\text{г}} \cdot 1000/Z$
- 2) Количество полиэтилена с учетом потерь: $G_{\text{п}} = G'_{\text{п}}(1 + \Pi_1/100)$
- 3) Потери полиэтилена, в кг/ч
- 4) Количество низкомолекулярного полиэтилена: $G_{\text{н.п.}} = G'_{\text{п}} \Pi_2/100$
- 5) Расход 100% -ного этилена на реакцию: $A = G_{\text{п}} + G_{\text{н.п.}}$
- 6) Количество отдуваемых газов: $V = A(1 - x(\text{C}_2\text{H}_4))/(x(\text{C}_2\text{H}_4) - y)$
- 7) Количество отдуваемого 100%-ного этилена: $V(\text{C}_2\text{H}_4) = V \cdot y$
- 8) Количество отдуваемых примесей: $V_{\text{пр.}} = V - V(\text{C}_2\text{H}_4)$
- 9) Количество свежего этилена: $G(\text{св. C}_2\text{H}_4) = (A + V(\text{C}_2\text{H}_4))/x(\text{C}_2\text{H}_4)$
- 10) Количество 100%-ного этилена: $G(\text{C}_2\text{H}_4) = G(\text{св. C}_2\text{H}_4) \cdot x(\text{C}_2\text{H}_4)$
- 11) Количество поступающих примесей: $V_{\text{пр.}} = G(\text{св. C}_2\text{H}_4) (1 - x(\text{C}_2\text{H}_4))$
- 12) Расход бензина: $G_{\text{б.}} = G_{\text{п}} \cdot d_{20}^{20}/c_{\text{п}}$
- 13) Расход TiCl_4 : $G'_{\text{TiCl}_4} = G_{\text{п}} \cdot a_{\text{TiCl}_4}/100$
- 14) Расход ТЭА: $G'_{\text{ТЭА}} = G_{\text{п}} \cdot a_{\text{ТЭА}}/100$
- 15) Количество растворов TiCl_4 и ТЭА: $G_{\text{TiCl}_4} = G'_{\text{TiCl}_4} \cdot 100/c$
 $G_{\text{ТЭА}} = G'_{\text{ТЭА}} \cdot 100/c$

16) Количество бензина: в растворе $TiCl_4$ $G_{TiCl_4} - G'_{TiCl_4}$
 в растворе ТЭА $G_{ТЭА} - G'_{ТЭА}$
 суммарное

17) сводный материальный баланс процесса:

поступает	кг/ч	выходит	кг/ч
Этилен (100%)		Полиэтилен	
Инертные примеси		Низкомолекулярный полиэтилен	
Бензин (р-ль)		Отдуваемый этилен	
$TiCl_4$		Отдуваемые примеси	
ТЭА		Бензин	
Бензин в катализатор- ном р-ре		Катализатор	
		потери	
всего		всего	

Вариант 2

Рассчитать расход реагентов, загрузку реактора и количество получаемых продуктов при прямой гидратации этилена.

Исходные данные:

Производительность установки по этиловому спирту G_c 12000 кг/ч;

Распределение этилена на образование продуктов (селективность), % масс.: этилового спирта $C_1 = 95,5$; диэтилового эфира $C_2 = 2$; ацетальдегида $C_3 = 1,5$; полимеров $C_4 = 1,0$; молярное соотношение водяной пар : $C_2H_4 = 0,7 : 1$; конверсия этилена 4,5%.

Методические указания:

При прямой гидратации этилена на фосфорно-кислотных катализаторах помимо основной реакции образования этанола (*записать уравнение*), протекают побочные – образование диэтилового эфира и образование ацетальдегида (*записать уравнение реакций*), а также образование полимеров.

Расход этилена рассчитываем, исходя из заданного распределения этилена на образование продуктов реакции (селективностей) и стехиометрических уравнений реакции. Общий расход этилена (кг/ч):

$A = G_c M_э \cdot 100 / (M_c C_1)$, где $M_э$, M_c – молекулярные массы этилена и спирта.

Из этого количества расходуется (кг/ч):

на образование этанола $A_1 = AC_1/100$

на образование диэтилового эфира $A_2 = AC_2/100$

на образование ацетальдегида и этана $A_3 = AC_3/100$

на образование полимеров $A_4 = AC_4/100$.

Количество этилового спирта (G_c , кг/ч) задано в условиях задачи (производительность установки по этиловому спирту).

Количество побочных продуктов (в кг/ч) рассчитывается по уравнениям:

диэтилового эфира $G_{эф.} = A_2 M_{эф.} / (2M_э)$

ацетальдегида $G_{а.} = A_3 M_{а.} / (2M_э)$

этана $G_{эт.} = A_3 M_{эт.} / (2M_э)$.

Рассчитываем количество полимеров, условно предполагая, что полимеры состоят только из углерода и водорода:

$$G_{п.} = A_4$$

Расход воды на реакцию рассчитываем, исходя из того, что в реакциях вода расходуется в количестве 1 моль на 1 моль продукта. Суммарный расход воды (кг/ч): $G_{в.} = (G_{с.}/46 + G_{эф.}/74 + G_{а.}/44) \cdot 18$

Загрузка реактора в расчете на 100%-ный этилен (кг/ч):

$$G_э^3 = A \cdot 100/K$$

Количество водяного пара, подаваемого в гидрататор:

$$N_{в.п.} = n_{в.п.} G_э^3 / M_э, \text{ кмоль/ч}$$

$$G_{в.п.} = N_{в.п.} \cdot 18 \text{ кг/ч}$$

Вариант 3

Производительность установки одностадийного дегидрирования н-бутана составляет 3400 кг бутадиена в час. Определить объем контактной массы, если объемная скорость паров н-бутана равна 300 ч^{-1} , объемное отношение катализатора и теплоносителя равно 1 : 2,4, степень конверсии н-бутана 30 %, селективность по бутадиену 55 %.

Методические указания

- 1) Записать уравнение реакции.
- 2) Определить объемный расход н-бутана $V_{C_4H_{10}}$ по уравнению реакции, ($\text{м}^3/\text{ч}$)
- 3) Рассчитать объемный расход н-бутана с учетом степени конверсии, ($\text{м}^3/\text{ч}$)
- 4) Рассчитать объемный расход н-бутана с учетом селективности, ($\text{м}^3/\text{ч}$)
- 5) Рассчитать объем катализатора в реакторе:

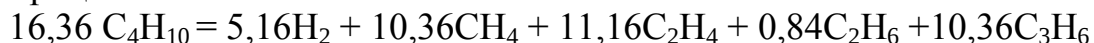
$$V_{кт} = V_{C_4H_{10}} / v_{об.}$$

- 6) Рассчитать объем контактной массы:

$$V_m = V_{кт} (1 + 2,4)$$

Вариант 4

Рассчитать выход продуктов пиролиза н-бутана на пропущенное сырье в % масс., если конверсия бутана составляет 50%, а суммарное уравнение процесса



Методические указания:

Рассчитать выход продуктов реакции в моль/100моль превращенного сырья, и затем в % (масс.).

Вариант 5

Определить массовые расходы воды и ацетилен (массовая доля ацетилена 98 %) для получения в час 8500 кг ацетальдегида-сырца (массовая доля ацетальдегида 90%), если конверсия ацетилена 50%, а селективность по ацетальдегиду 89%.

Методические указания

- 1) Записать уравнение реакции. Определить молярные массы участников реакции.
- 2) Рассчитать массу чистого ацетальдегида с учетом его массовой доли в продукте.
- 3) Рассчитать с учетом селективности 100%-ный выход ацетальдегида.
- 4) По уравнению реакции рассчитать массу ацетилена, необходимую для получения ацетальдегида.
- 5) Пересчитать ее с учетом массовой доли ацетилена на 100 % технический ацетилен.
- 6) Так как конверсия ацетилена 50 %, рассчитать, сколько необходимо кг технического ацетилена для проведения процесса.
- 7) По уравнению реакции рассчитать массу воды, необходимую для получения ацетальдегида-сырца.

Вариант 6

Определить массовые расходы хлороводорода (массовая доля HCl 99,9 %) и технического ацетилена (массовая доля ацетилена 99,5 %) для получения в час 7660 кг винилхлорида-сырца (массовая доля винилхлорида 92 %), если выход винилхлорида составляет 99,6 % по ацетилену, а хлороводород берут с 10% -ным избытком от стехиометрического количества.

Методические указания

- 1) Записать уравнение реакции. Определить молярные массы участников реакции.
- 2) Рассчитать массу винилхлорида-сырца с учетом массовой доли винилхлорида в продукте.
- 3) Рассчитать 100% теоретический выход винилхлорида-сырца.
- 4) По уравнению реакции рассчитать массу ацетилена, необходимую для получения винилхлорида-сырца.
- 5) С учетом массовой доли чистого ацетилена рассчитать массу технического ацетилена.
- 6) По уравнению реакции рассчитать массу хлороводорода, необходимую для получения винилхлорида-сырца.
- 7) С учетом массовой доли чистого хлороводорода и 10%-ным избытком рассчитать массу взятого реагента.

Вариант 7

Рассчитать объем зоны реакции и число реакторов полимеризации этилена под низким давлением, если продолжительность реакции $\tau = 3,6$ ч, плотность полиэтилена $\rho_{\text{п}} = 960$ кг/м³, а объем одного реактора $V_{\text{р}} = 20$ м³.

Исходные данные:

количество, кг/ч: этилена $G_{\text{э}} = 5350$; полиэтилена $G_{\text{п}} = 4000$; растворителя (бензина) $G_{\text{б}} = 20740$; катализаторного раствора $G_{\text{к}} = 3960$;

плотность бензина $\rho_{\text{б}} = 643$ кг/м³.

Методические указания

Для определения размеров реакционной зоны необходимо рассчитать объем реакционной массы $V_{p.m.}$ ($m^3/ч$):

$$V_b = G_b / \rho_b$$

$$V_k = G_k / \rho_b$$

$$V_{п} = G_{п} / \rho_{п}$$

$$V_{p.m.} = V_b + V_k + V_{п}$$

Объем зоны реакции:

$$V = V_{p.m.} \cdot \tau$$

Принимаем коэффициент заполнения реактора 0,8.

Общий объем реакторов:

$$V_{общ.} = V / 0,8$$

Число реакторов:

$$n' = V_{общ.} / V_p$$

Если n' получается дробное число, округляем.

Вариант 8

Алкилирование бензола пропиленом проводят в барботажном реакторе внутренним диаметром 1,6 м. Производительность 1 m^3 реакционного объема составляет 200 кг изопропилбензола в час; выход жидкого алкилата предусмотрен на высоте 8,46 м. Определить селективность процесса по изопропилбензолу, если степень конверсии бензола составляет 28%, а его расход на входе в реактор равен 9150 кг/ч.

Вариант 9

В реактор синтеза метанола поступает в час 500000 m^3 синтез-газа. При степени конверсии синтез-газа за один проход через катализатор 4,5% производительность реактора составляет 222 т метанола в сутки. Определить селективность по метанолу.

Вариант 10

Производительность реактора полимеризации этилена при низком давлении 15 кг полиэтилена в час с 1 m^3 реакционного объема. Определить массовый расход бензина на снятие выделяющейся теплоты, если объем реактора 80 m^3 , количество выделяющейся теплоты 3600 кДж на 1 кг полиэтилена, а теплота испарения растворителя 380 кДж/кг.

Вариант 11

В реактор прямой гидратации этилена до этанола поступает в секунду 12, 5 кг паро-этиленовой смеси, теплосодержание которой равно 830 кДж/кг. В результате гидратации за счет экзотермического теплового эффекта теплосодержание реакционной смеси увеличилось до 873 кДж/кг. Определить производительность реактора по этанолу, если принять тепло-

вой эффект процесса равным 44 кДж/моль, а теплотерями в аппарате пренебречь.

Вариант 12

В реактор дегидрирования бутенов поступает бутеновая фракция $G_b = 15000$ кг/ч и водяной пар в количестве 20 моль/моль бутенов. Внутренний диаметр реактора $D = 6$ м, высота слоя катализатора $H = 1,8$ м. температура парогазовой смеси на входе в слой $t_1 = 630^\circ\text{C}$, на выходе $t_2 = 590^\circ\text{C}$. Давление на входе в слой 0,16 МПа, на выходе из слоя 0,13 МПа. Определить объемную скорость подачи сырья и условное время контакта.

Методические указания

Объемную скорость определяем как отношение объема паров сырья без учета водяного пара к объему зоны реакции.

Объем паров бутенов при нормальных условиях:

$$V_b = G_b \cdot 22,4 / M_b, \quad M_b - \text{молярная масса бутенов.}$$

$$\text{Объем зоны реакции } V_p = \pi \cdot D^2 \cdot H / 4$$

$$\text{Объемная скорость подачи сырья: } v = V_b / V_p$$

Условное время контакта определяем по объему паров сырья и водяного пара на входе в слой. Число кмоль бутенов и водяного пара:

$$N_b = G_b / M_b \quad (\text{кмоль/ч})$$

$$N_{в.п.} = N_b \cdot 20 \quad (\text{кмоль/ч})$$

Объем паров на входе в реактор:

$$V = (N_b + N_{в.п.}) \cdot 22,4 \cdot T \cdot P_0 / (273 \cdot P)$$

$$\text{Секундный объем паров: } V_c = V / 3600$$

$$\text{Условное время контакта: } \tau = V_p / V_c$$

Вариант 13

Винилацетат получают из ацетилен и уксусной кислоты в реакторе внутренним диаметром $D = 3,2$ м с псевдооживленным слоем катализатора (высота слоя H в стационарном состоянии 3,5 м). Ацетилено-кислотная смесь (мольное соотношение ацетилен : кислота = 2,7 : 1) поступает с объемной скоростью $v_{об} = 113 \text{ ч}^{-1}$; в этих условиях степень конверсии уксусной кислоты в винилацетат за один проход через реактор составляет 44 %. Определить площадь поверхности теплообмена встроенного змеевика, если тепловой эффект процесса (1378 кДж на 1 кг винилацетата) снимается за счет образования водяного пара в трубах змеевика. Коэффициент теплопередачи K принять $149 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, средний температурный напор $\Delta t_{ср.} = 78 \text{ К}$.

Методические указания

1) Записать уравнение реакции. Определить молярные массы участников реакции.

2) Определить объем катализатора V_{kt} в стационарном состоянии:

$$V_{kt} = \frac{\pi D^2 H}{4}$$

3) Определить объемный расход ацетилено-кислотной смеси:

$$V_{об. (смеси)} = V_{kt} \cdot v_{об}$$

4) Рассчитать расход уксусной кислоты на входе в реактор:

$$V_{об. (укс.кисл.)} = \frac{V_{об. (смеси)}}{\sum n (смеси)}$$

5) Рассчитать производительность реактора по винилацетату G:

теоретическая: по уравнению реакции

фактическая: с учетом конверсии

6) Рассчитать количество теплоты Q, отводимой в змеевиках:

$$Q = \frac{G_{факт.} \cdot 1378}{3600}$$

7) Рассчитать площадь теплообмена змеевиков F:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{ср.}}$$

Вариант 14

Определить производительность установки по этилхлориду, если объем катализатора в реакторах равен $4,1 \text{ м}^3$, объемная скорость подачи смеси (хлороводород и этилен) составляет 100 ч^{-1} , мольное соотношение $\text{HCl} : \text{C}_2\text{H}_4$ равно $1,05 : 1$, выход этилхлорида 90% по этилену.

Вариант 15

При окислительном аммонолизе пропилена производительность реактора с псевдоожиженным слоем катализатора равна 1150 кг акрилонитрила в час. Степень конверсии пропилена в акрилонитрил 65%, объемная доля пропилена в исходной паро-газовой смеси 13%. Определить диаметр реактора, если линейная скорость газовой смеси в сечении реактора равна $0,4 \text{ м/с}$.

Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Исляйкин, М.К. Теория химико-технологических процессов органического синтеза: механизмы органических реакций учебное пособие. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / М.К. Исляйкин. — Электрон. дан. — Иваново: ИГХТУ, 2016. — 129 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/96118#book_name
1. Потехин, В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс]: Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб: Лань, 2014. — 896 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/53687>
2. Агаев, В.Г. Теория химико-технологических процессов органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Агаев, О.П. Дерюгина. — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. — 96 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/28282>
4. Потехин, В. М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата: учебник / В. М. Потехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 568 с. — ISBN 978-5-8114-2623-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/968>

Дополнительная

1. Ахметов С.А. Технология переработки нефти, газа и твёрдых горючих ископаемых : учебное пособие / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман. — Санкт-Петербург : Недра, 2009.— 832 с. — Текст : непосредственный.
2. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие / С. А. Ахметов, Т. П. Сериков, И. Р. Кузеев, М. И. Баязитов. — Санкт-Петербург : Недра, 2006. — 868 с. — Текст : непосредственный.
3. Чуракаев А.М. Газоперерабатывающие заводы и установки: научное издание / А.М. Чуракаев. — Москва : Недра, 1994. — 336 с. — Текст : непосредственный.
4. Берлин М.А. Переработка нефтяных и природных газов: монография / М.А. Берлин, В.Г. Гореченков, Н.П. Волков. — Москва : Химия, 1981. — 471 с. — Текст : непосредственный.
5. Бекиров Т.М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т.М. Бекиров. — Москва : Недра, 1980. — 293 с. — Текст : непосредственный.
6. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник / Н. Н. Лебедев. — Москва : Химия, 1988. — 592 с. — Текст : непосредственный.

7. Адельсон С.В. Технология нефтехимического синтеза: учебник / С.В. Адельсон, Т.П. Вишнякова, Я.М. Паушкин. – Москва : Химия, 1985. – 608 с. – Текст : непосредственный.
8. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти: учебное пособие / Р. З. Магарил. – Москва : КДУ, 2010. – 280 с. – Текст : непосредственный.
9. Магарил Е.Р. Моторные топлива: учебное пособие / Е. Р. Магарил, Р. З. Магарил. – М.: КДУ, 2008. – 160 с. – Текст : непосредственный.
10. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке: монография / И.А. Александров. – Москва : Химия, 1981. – 352 с. – Текст : непосредственный.
11. Вихман Г.Л. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: учебник / Г. Л. Вихман, С. А. Круглов. – Москва : Машиностроение, 1978. – 328 с. – Текст : непосредственный.
12. Генкин А. Э. Оборудование химических заводов: учебник / А. Э. Генкин. – Москва : Высшая школа, 1978. – 272 с. – Текст : непосредственный.
13. Альперт Л. З. Основы проектирования химических установок: учебное пособие / Л.З. Альперт. – Москва : Высшая школа, 1982. – 304 с. – Текст : непосредственный.
14. Эмирджанов Р.Т. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии: учебное пособие / Р.Т. Эмирджанов, Р.А. Лемберанский. – Москва : Химия, 1989. – 191 с. – Текст : непосредственный.
15. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г. С. Борисов [и др.]; под ред. Ю. И. Дытнерского. – 4-е изд., стер., перепечатка с изд. 1991 г. – Москва : Альянс, 2008. – 494 с. – Текст : непосредственный.
16. Кузнецов А.А. Расчёты основных процессов и аппаратов переработки углеводородных газов: справочное пособие / А.А. Кузнецов, Е.Н. Судаков. – Москва : Химия, 1983. – 224 с. – Текст : непосредственный.
17. Кузнецов А.А. Расчёты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности: учебное пособие / А.А. Кузнецов, С.М. Кагерманов, Е.Н. Судаков. – Ленинград : Химия, 1974. – 342 с. – Текст : непосредственный.
18. Расчёты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: справочник / Е. Н. Судаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Химия, 1979. – 567 с. – Текст : непосредственный.
19. Сарданашвили А.Г. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа: учебное пособие / А. Г. Сарданашвили, А. И. Львова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Химия, 1980. – 255 с. – Текст : непосредственный.

20. Технологические расчёты установок переработки нефти: учебное пособие / М. А. Танатаров [и др.]. – Москва : Химия, 1987. - 352 с. – Текст : непосредственный.
21. Гутник С.П. Расчёты по технологии органического синтеза: учебное пособие / С.П. Гутник, В.Е. Сосонко, В.Д. Гутман. – Москва : Химия, 1988. – 272 с. – Текст : непосредственный.
22. Рудин М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика / М.Г. Рудин. – Ленинград .: Химия, 1989. - 464 с. – Текст : непосредственный.
23. Справочник нефтепереработчика : справочное издание / под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченко, М. Г. Рудина. – Ленинград : Химия. Ленинградское отделение, 1986. – 648 с. – Текст : непосредственный.
24. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей: справочное издание / Н. Б. Варгафтик. – Москва : ООО «Старс», 2006. – 720 с. – Текст : непосредственный.
25. Физико-химические свойства индивидуальных углеводородов: справочник / под ред. В.М. Татевского. – Москва : Гостоптехиздат, 1960. –412 с. – Текст : непосредственный.
26. Справочник нефтехимика : в двух томах / под ред. С. К. Огородникова. – Ленинград : Химия, 1978. – Т.1–494 с, Т.2 – 592 с. – Текст : непосредственный.
27. Рид Р. Свойства газов и жидкостей / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд; пер. под ред. Б. И. Соколова. – Л.: Химия, 1982. – 592 с. – Текст : непосредственный.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец оформления титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный университет»
Филиал ТИУ в г. Тобольске
Кафедра естественнонаучных и гуманитарных дисциплин

РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе по дисциплине

«Теоретические основы технологических процессов переработки нефти»
на тему:

Обучающийся гр. ХТОб___: _____

Руководитель, к.хим.н., доцент: _____

подпись инициалы, фамилия

Н.И. Лосева

Тобольск, 2022

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец формы задания к курсовой работе

ФИЛИАЛ ТИУ В Г. ТОБОЛЬСКЕ
КАФЕДРА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН

ЗАДАНИЕ

для курсовой работы

по дисциплине «Теоретические основы технологических процессов переработки нефти»

Ф.И.О. обучающегося

Группа:

Направление 18.03.01 Химическая технология

Дата выдачи задания:

Срок представления работы:

Тема курсовой работы: **Получение этилбензола в присутствии фторсодержащего катализатора производительностью 100 тыс. т в год по готовому продукту**

Перечень подлежащих разработке вопросов в расчётно-пояснительной записке:

- ☐ Введение.
- ☐ Литературный обзор.
- ☐ Технологическая часть.
- ☐ Решение расчетного задания.
- ☐ Заключение.
- ☐ Список использованных источников.

Исходные данные для расчета

Руководитель курсовой работы,
доцент кафедры ЕНГД

Н.И. Лосева

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Образец оформления первого листа раздела

27
номер сквозной нумерации записки

185

5

20

7 10 23 15 10

15 15 20

номер страницы раздела

8 × 5 = 40

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Васильев Н.И.			
Пров.	Савченко А.П.			
Н. контр.				
Утв.				

Проект установки производства метилтретбутилового эфира мощностью 80 тыс. т в год

Технологическая часть

Лит	Лист	Листов
	1	51

ТюмГНГУ ТИ
гр. ХТО-10-1

общее количество страниц раздела

70 50

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Образец оформления второго и следующих листов раздела

The diagram illustrates the layout of a document page, specifically the second and subsequent pages of a section. The page is defined by a large outer rectangle. A smaller inner rectangle represents the main content area. Dimensions are indicated by arrows: a 20-unit margin on the left, a 5-unit margin on the right, and a 15-unit margin at the bottom. The main content area has a width of 185 units and a height of 120 units. At the bottom of the page, there is a table with the following structure:

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Below the table, the text "Литературный обзор" is centered. To the right of the table, there is a small table with the following structure:

Лист
13

The page number 28 is located at the bottom center of the document.

Образец оформления списка использованных источников

1. Лебедев Н.Н. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза / Н.Н. Лебедев, М.Н. Манаков, В.Ф. Швец. – Москва: Химия, 1984. – 376 с. – Текст : непосредственный.
2. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки / В.М. Потехин, В.В. Потехин – Санкт-Петербург: Химиздат, 2007. – 946 с. – Текст : непосредственный.
3. Тюрин Ю.Н. Расчеты по технологии органических веществ / Ю.Н. Тюрин. – Кемерово: КузГТУ, 2004. – 232 с. . – Текст : непосредственный.
4. ЛУКОЙЛ : Нефтяная компания : [сайт]. - URL : <http://www.lukoil.ru>. - Текст : электронный.