**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 ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА АЛКИЛИРОВАНИЕМ БЕНЗОЛА ПРОПИЛЕНОМ В ПРИСУТСТВИИ ХЛОРИСТОГО АЛЮМИНИЯ**

Москва

2012

УДК 661.7

В методических указаниях по выполнению курсового проекта "Про­изводство изопропилбензола алкилированием бензола пропиленом в при­сутствии хлористого алюминия" изложены основы производства одного из важнейших нефтехимических продуктов - изопропилбензола. Знакомст­во с процессом алкилирования бензола пропиленом позволяет глубже изу­чить достижения науки и техники, передовой технологии в нефтехимичес­кой промышленности.

Методические указания включают методику расчета материального баланса процесса, теплового баланса реактора алкилирования бензола пропиленом, технологический расчет основного аппарата (алкилатора).

1. Общие положения

Методические указания имеют целью оказание помощи студен­ту в его работе над курсовым проектом по курсу "Технология неф­техимического синтеза".. В них определяются цели и задачи курсо­вого проектирования, как элемента профессиональной подготовки инженера-технолога, требования к объему и содержанию расчетно-пояснительной записки. Пособие составлено на основании опыта по курсовому проектированию, накопленного по кафедре Газохимии.

Заполнение курсового проекта по курсу "Технология нефтехи­мического синтеза" является одним из этапов процесса обучения будущего специалиста, в ходе которого студенты специальности 240403 глубже знакомятся с основами технологии нефтехимических процессов. Работа над курсовым проектом требует творческого от­ношения к применению студентами знаний, полученных ими при изу­чении курсов: "Технология переработки нефти", "Физическая химия", "Процессы и аппараты химических производств" и "Химия и техно­логия основного органического и нефтехимического синтеза".

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка пишется от руки или печата­ется на машинке через *2* интервала на листах стандартного образ­ца, которые затем переплетаются.

Графическая часть представляет собой технологическую схе­му проектируемой установки. Она выполняется на 1-2 листах ват­мана в соответствии с требованиями КЖД.

Основой для выполнения курсового проекта служат материалы производственной практики и литературные данные. При выполнении расчетов рекомендуется пользоваться данными методическими ука­заниями .

Выполнение студентами курсового проекта проводится поэтап­но согласно заданию и графику, вывешенному на кафедральной доске. Этапами являются:

Этапы Неделя

 семестра

-написание литературного обзора 1-2

-разработка технологической

схемы установки, ее согласование 3-4

с руководителем, корректировка

исходных данных;

* составление материального баланса установки 5-6
* технологический расчет основного 7-8 и вспомогательных аппаратов;
* графическое оформление работы; 9
* оформление расчетно-пояснительной 10 записки и представление ее на проверку руководителю курсового проекта;

- защита курсового проекта. 11-12

2. Структура расчетно-пояснительной записки

2.1.. Титульные лист. Образец приведен в приложении I.

1. Задание на курсовой проект студент получает на кафед­ре нефтехимического синтеза у преподавателя - руководителя кур­сового проекта. В задании указывается: тема курсового проекта, производительность по целевому продукту процесса и сроки выпол­нения курсового проекта.
2. Оглавление.
3. Введение.

Во введении должна быть краткая характеристика актуальности данного процесса для народного хозяйства страны, осветлены следую­щие вопросы:

* мероприятия, предусмотренные решениями партии и правитель­ства по расширению и развитию группы химических продуктов, к ко­торой относится целевой продукт проектируемого процесса;
* назначение получаемых продуктов и их роль в народном хо­зяйстве страны.

2.5. Характеристика методов производства целевого продукта.

Целью этого раздела является выбор рационального способа производства данного продукта. Этот выбор производится на основе критического анализа показателей промышленных методов его полу­чения.

Необходимые для такого анализа исходные данные могут быть почерпнуты из общей и специальной литературы. При этом долганы учитываться:

* возможность получения сырья для данного процесса с учетом современных тенденций развития нефтепереработки и нефтехимии;

стоимость и доступность сырья, вспомогательных материалов (катализаторов, растворителей и т.п.);

* физико-химические особенности сравниваемых процессов (вы­ход, конверсия и селективность);
* особенности аппаратурного оформления сравниваемых методов производства (реакторы, режимы работы);
* экологическая безопасность сравниваемых методов производ­ства.

Раздел должен завершаться выбором способа производства с его характеристикой (краткой).

1. Физико-химические основы процесса.

Задачей данного раздела является обоснование выбора реакци­онного узла для производства данного продукта на основе термоди­намики, механизма, кинетики и катализа основной и побочных реак­ций. В нем должны отражаться:

* стехиометрические уравнения основной и побочных реакций;
* кинетическое описание этих уравнений реакций;
* анализ возможностей управления выходом целевого продукта;
* выбор реактора и режим его работы.
1. Характеристика исходного сырья, катализатора, циркули­рующих, целевого и побочных продуктов.

В данном разделе приводятся требования к указанным продук­там с учетом действующих нормативных документов (ОСТ, МРТУ, ГОСТ).

1. Технологическая схема процесса.

В этом разделе приводится чертеж технологической схемы, вы­полненный на миллиметровой или чертежной бумаге стандартного фор­мата. Описание технологической схемы проектируемого узла произ­водится последовательно, начиная со входа потока сырья и кончая выходом целевого поодукта из нее. Описание должно быть кратким, но содержать необходимую характеристику всех потоков и аппаратов схемы (температура, давление, скорости потоков и т.п.) и методов управления ими. Рекомендуется нумерацию аппаратов в схеме вести, начиная с № I и далее, в порядке их упоминания в описании схемы.

* 1. Материальный баланс установки.

Методика расчета материального баланса установки алкилиро­вания бензола пропиленом в присутствии хлористого алшиния при­ведена в разделе 3.

* 1. Расчет основного аппарата (алкилатора).

Раздел включает в себя материальный и тегоговой балансы ал­килатора и определение его основннх размеров, (см. раздел 4).

* 1. Расчет и подбор вспомогательного оборудования произ­водится по согласованию о руководителем курсового проекта.
	2. Список использованной литературы. Оформляется по ГОСТ 7.1-84.
1. Расчет материального баланса установки
2. Схема материальных потоков установки алкилирования (рисунок).

Основным продуктом процесса алкилирования бензола пропиле­ном является изопропилбензол (ШБ). Кроме того образуются:

* гексен (за счет димеризации исходного пропилена);
* толуол, этилбензол, н-пропилбензол и бутилбензол (за счет протекания реакций диспропорционирования в ходе процесса);
* полиалкилбензолы (ПА.Б, представляют, в основном, смесь продуктов присоединения 2-х молекул пропилена к молекуле бензо­ла) ;
* алкилбензольные смолы (продукты присоединения 4-х и более молекул пропилена к молекуле бензола).



Рис. Схема материальных штоков установки алкилярования:

1. - узел приготовления каталязаторного комплекса;
2. - алкилатор (реактор); 3 - холодильник; 4 - отстойник (сепаратор); 5 - узел ректификации.

I - хлористый алкилат; II - свежий катализаторный комплекс; III - пропан-пропиленовая фракция (ППФ) IV - свежий бензол; V - циркулирующий бензол; VI - циркулирующие ПА.Б; УП - пары с верха алкилатора; VIII –газы; IX - возвратный бензол; X - реакцион­ная масса апеллирования; XI - возвратный катализа- торный комплекс; ХII - реакционная масса алкилирования после отстоя; ХШ - добензольная фракция (ДБФ); ХIV - этилбензольная фракция (ЭБ5); ХV - бутилбензольная фракция (ББ9); ХVI - товарный ИПБ; ХVII - алкилбензольная смола

1. Исходные даннне для проектирования.
2. Годовая производительность установки по товарному
ИПБ определяется заданием на курсовой проект, тис.т.
3. Число часов работы установки в году , Z.
4. Расходные коэффициенты, кг/т товарного ИПБ:
* бензол - А^,
* пропилен - Ап,
* катализатор - AlCIg - Ак.
1. Выходы побочных продуктов, кг/т товарного ИПБ:
* добензольная фракция - Вд,
* этилбензольная фракция - B.эб,
* бутилбензольная фракция - Вбб,
* алкилбензольная смола - BQ.
1. Состав сырья,циркулирующих фракций, целевого и по-
бочных продуктов, ***%*** мае.:\_

а) свежий бензол, ***Xg***



е) ДБФ, ***Хiд***

ж) ЭБФ, ***Х£***

 з) ББФ, ***XLBb***

1. Состав катали заторного комплекса:

а) содержание AlCIg в катализаторном комплексе***,т*** , ***%*** мас.;

***б)*** массовое соотношение бензол:ПАБ в катализаторном комп­лексе, К.

1. Мольное соотношение бензол:пропилен на входе в ал- килатор - ***ni ,***
2. Мольное соотношение бензол:ПАБ на входе в алкила- тор - ***пг .***

Источником данных по пунктам 3.2.2.-3.2.8 служат производ­ственные и литературные материалы, согласованные с руководителем проекта.

Б дальнейшем при изложении методики расчета материального баланса принято, что в состав фракций по пункту 3.2.5 входят следующие компоненты:

1. Свежий бензол - бензол.
2. Пропан-пропиленовая фракция - пропилен, пропан.
3. Товарный ИПБ - ИПБ, этилбензол, н.пропилбензол, бутил- бензол.
4. Циркулирующий бензол - бензол, гексен, ИПБ.
5. Циркулирующие ПАБ - ПАБ, бутилбенэол, ИПБ.
6. Добензольная фракция - гексен, бензол.
7. Этилбензольная фракция - этилбензол, толуол, бензол.
8. Бутилбензольная фракция - бутилбенэол, н.пропилбензол, ИПБ, ПАБ.
9. Алкилбензольная смола - смола, ПАБ.

В случае, если принимаемые для проектирования составы фракций отличаются от вышеизложенных, расчет следует производить по предложенной методике с внесением соответствующих корректив в таблицы материальных балансов.

1. Методика расчета материального баланса

3.3.1. Чаcовая производительность установки по товарному ИПБ, кг/ч



3.3.2. Расчет состава и количества продуктов алкилирования бензола пропиленом. Проводится по известным составам фракций и выходам побочных продуктов в расчете на I т товарного ИПБ на основе часовой производительности установки по товарному ИПБ.

Пример расчета:

а) количество этилбензольной Фракции, кг/ч:

;

б) количество толуола в этилбензольной фракции





в) содержание бутилбензола в продуктах алкилирования, ***%*** мае.:



1. Расчет количества связанных бензола и пропилена (табл. 3.2).

Пример расчета:

а) расход бензола на получение I гг толуола, кг:

на получение Mg кг толуола - требуется М9 кг бензола на получение I кг толуола - требуется Рд кг бензола



б) суммарный расход бензола на получение толуола, кг/т:



в) суммарный расход пропилена на получение толуола, кг/т:



Примечания:

а) гексен образуется в результате димеризации пропилена, поэтому PI= О, Cб= О, Сп = Bj;

б) в случае правильности составления таблицы - Впр=Сб+Сп.

1. Расчет потерь бензола и пропилена. Потери бензола, кг/т:



1. Потери пропилнна, кг/т



 3.3.6. Расчет количества циркулирующих бензола и ПАБ. Количество циркулирующего бензола рассчитывается исходя из известного мольного соотношения бензол:пропилен на входе в алкилатор:

, кг/т

где Мб и Мп - молекулярные массы бензола и пропилена.

Количество ПАБ, идущих на деалкилирование, рассчитывается исходя из известного мольного соотношения бензол:ПАБ на вхо­де в алкилатор:

, кг/т

где Mпаб - молекулярная масса ПАБ.

* + 1. Расчет состава реакционной массы алкилирования.

Реакционная масса на выходе из алкилатора представляет собой смесь продуктов алкилирования и непрореагировавших (цир­кулирующих) бензола и ПАБ. В данном расчете условно принято, что количество ПАБ, разложившихся в результате деалкилирования, равно количеству ПАБ, образовавшихся в результате дяалкилиро- вания.

Примечания:

а) состав и количество продуктов алкилирования берется из табл. 3.1;

б) расчет количества циркулирующих фракций в кг/т и кг/ч и состава реакционной массы в ***%*** мао. ведется аналогично приме­рам, приведенным в пункте 3.3.2.

3.3.7. Расчет состава и количества катализаторного комплек­са.

Количество хлористого алюминия, необходимого для протекания процесса алкилирования, кг/ч:



Катализаторный комплеко процесса алкилирования бензола про­пиленом представляет собой смесь хлористого алюминия с бензолом и полиалкилбензолами. Для образования хлористого водорода, явля­ющегося промотором реакции, в катализаторный комплекс добавляют 1+2# воды от массы AlCIg.

Зная содержание хлористого алюминия в катализаторном комп­лексе, можно рассчитать общее его количество, кг/ч:



Количество бензола в катализаторном комплексе, кг/ч:



Количество ПАБ в катализаторном комплексе, кг/ч



Количество воды, добавляемой в катализаторный комплекс, кг/ч:



Примечание: в дальнейших расчетах количество воды, добав­ляемой в катализаторный комплекс, не учитывается.

1. На основании проведенных расчетов составляем мате­риальные балансы узлов алкилирования (табл. 3.4) и ректификации (табл. 3.5).
2. Расчет конверсии бензола и пропилена и селективности по изопропилбензолу.

Конверсия бензола, ***%:***



Конверсия пропилена, ***%:***



Селективность по ИПБ в расчете на пропилен, ***%:***



Материальный баланс узла алкилирования

|  |  |
| --- | --- |
| Приход | Приход |
| № | Компоненты | % мас | кг/т | кг/ч | № | Компоненты | % мас | кг/т | кг/ч |
| 1 | бензол |  |  |  | 1 | Реакционная масса |  |  |   |
|   | в том числе: |  |  |  |  | в том числе: |  |  |   |
|   | а)свежий |  | А1 | G1 |  | а)гексан | A1 | G'1 |   |
|   | б)циркулирующий |  | А2 | G2 |  | б)бензол | A2 | G'2 |   |
| 2 | пропан-пропиленовая фр. |  |  |  |  | в)толуол | A3 | G'3 |   |
|   | в том числе: |  |  |  |  | г)этилбензол | A4 | G'4 |   |
|   | а)пропан |  | А3 | G3 |  | д)н.пропил-бензол | A5 | G'5 |   |
|   | б)пропилен |  | А4 | G4 |  | ж)бутил-бензол | A6 | G'6 |   |
| 3 | Циркулирующие ПАБ |  | А5 | G5 |  | з)ПАБ | A7 | G'7 |   |
| 4 | Катализатор |  | А6 | G6 |  | и)смола | A8 | G'8 |   |
|   | в том числе: |  |  |  | 2 | пропан |  |  |   |
|   | а)ПАБ |  | А7 | G7 | 3 | AlCl3 |  |  |   |
|   | б)ПАБ |  | А8 | G8 | 4 | Потери |  |  |   |
|   | в)AlCl3 |  | А9 | G9 |  | в том числе: |  |  |   |
|   |  |  |  |  |  | а)бензол |  |  |   |
|   |  |  |  |  |  | б)пропилен |  |  |   |
|   | Итого | 100 |   |   |   | Итого | 100 |   |   |

Примечание: расчет содержания каждого компонента в ***%*** мас. в графах "приход" и "расход" производится на основе известного ко­личества данного компонента в кг/ч на входе и выходе из узда ал­килирования.

Материальный баланс узла ректификации

|  |  |
| --- | --- |
| Приход | Приход |
| № | Компоненты | % мас | кг/т | кг/ч | № | Компоненты | % мас | кг/т | кг/ч |
|   | Реакционная масса,в том числе |  |  |  | 1 | Товарный ИПБ |  | ВИПБ |
|   | а)гексен |  | А1 | G'1 | 2 | Добензольная фракция |  | ВД |   |
|   | б)бензол |  | А2 | G'2 | 3 | Этилбензолная фракция |  | Вэб |
|   | в)толуол |  | А3 | G'3 | 4 | Бутилбензолная фракция |  | Вбб |
|   | г)этилбензол |  | А4 | G'4 | 5 | Алкилбензольная фракция |  | Вс |   |
|   | д)ИПБ |  | А5 | G'5 | 6 | Циркулирующий бензол |  | Ац.б. |
|   | е)н.пропил-бензол |  | А6 | G'6 | 7 | Циркулирующие ПАБ |  | GЦПАБ |
|   | ж)бутилбензол |  | А7 | G'7 |  |  |  |  |   |
|   | з)ПАБы |  | А8 | G'8 |  |  |  |  |   |
|   | и)смола |  | А9 | G'9 |  |  |  |  |   |
|   | Итого | 100 |   |   |   | Итого | 100 |   |   |

Примечание: расчет содержания каждого компонента в ***%*** мас. в графах "Приход" и "Расход" производится на основе известного количества данного компонента в кг/ч на входе и выходе из узла

1. Технологический расчет алкилатора

Технологический расчет алкилатора состоит из следующих
стадий:

1. Материальный баланс алкилатора.
2. Тепловой баланс алкилатора.

Целью первых двух стадий является расчет количества бензо-
ла, испаренного в алкилаторе для отвода избыточного тепла.

1. Определение основных размеров алкилатора.
2. Основные параметры работы **алкилатора**
3. Температурный режим, К:

а) температура в алкилаторе -Т

б) температура пропан-пропиленовой фракции
на входе в алкилатор-ТППФ

в) температура свеженго и циркулируетего -Тб
бензола на входе в алкилатор -Тб

г) температура циркулирующих ПА.Е на входе
в алкилатор -ТПАБ

д) температура свежего и возвратного катали-
заторного комплекса на входе в алкилатор -Ткк

е) температура возвратного бензола после хо-
лодильника 3 (см. рисунок ) -Р

1. Давление в алкилаторе, МПа
2. Массовое отношение свежего и возвратного катализаторного комплекса на входе в алкилатор - L

Параметры работы алкилатора принимаются по производствен-
ным и литературным данным по согласованию с руководителем кур-г
сового проекта.

1. Материальный баланс алкилатора.

Материальный баланс алкилатора составляется исходя из про­веденных ранее расчетов на основе схемы материальных потоков установки алкилирования бензола пропиленом в присутствии хло­ристого алюминия (см. раздел 3.1). Результаты сводятся в табл.4.I.

Материальный баланс алкилатора

|  |  |
| --- | --- |
| Приход | Расход |
| № | Компоненты | кг/ч | № | Компоненты | кг/ч |
| 1 | Безнол,свежий и циркулирующий | G'Б | 1 | Реакционная масса | Gpм+Gk+Gвкк |
|   |   |   | 2 | Пары с верха алкилатора |   |
| 2 | Пропан-пропиленовая фркация | GП.П.Ф |   | в том числе: | х+GБП+GC3H8+GПП |
|   | в том чмсле: |   |   | а)бензол | х+GБП |
|   | а)пропан | GC3H8 |   | б)пропан | GC3H8 |
|   | б)пропилен | Gп |   | в)пропилен | GПП |
| 3 | Циркулирующие ПАБ | Gцпаб-GПАБКК |   |  |   |
| 4 | Свежый катализаторный комплекс | GКК |   |  |   |
| 5 | Возвратный катализаторный комплекс | Gвкк |   |  |   |
| 6 | Возвратный бензол холодильника 3 | х |   |   |   |
|   | Итого | ΣG+x |   | Итого | ΣG+x |

Примечания:

а)количество возвратного катализаторного комплекса рассчи­тывается исходя из известного количества свежего катализаторного комплекса:



б)для простоты расчетов принято» что потери бензола и про­пилена происходят только с абгазаш.

1. Тепловой баяано алкилатора.
2. Приход тепла, Вт:
3. с пропан-пропиленовой фракцией



где 0,278 - здеоь и в дальнейшем коэффициент перевода кДж/ч в Вт

-теплоемкости газообразных пропилена и пропана при
температуре рассчитываются по известным методикам с помощью таблиц термодинами­ческих свойств индивидуальных соединений, приве­денных в литературе [б, 7, 8, 9] ;

1. со свежим и циркулирующим бензолом



где

-энтальпия жидкого бензола при температуре на входе
в алкилатор Т, кДж/кг. Определяется по таблицам
значений энтальпий нефтяных жидкостей в зависимости
от температуры и плотности продукта [см., напр., 10,
с. 520] ***;***

1. с циркулирующими ПА.Б

где

* -энтальпия жидких ПАБ. при температуре Tna(j, кДж/кг. Определяется аналогично предыдущему пункту;
1. со свежим и возвратным катализаторным комплексом



где

* -энтальпия жидкого катализаторного комплекса при температуре Т„ т, кДж/кг. Определяется так же, как в пункте 2;

5) с возвратным бензолом после холодильника 3

где

 -энтальпия жидкого бензола при температуре Твс5г
кДж/кг. Определяется аналогично пункту 2.



6) тепло, выделившееся в результате реакции,



- тепловой эффект реакции, кДж/кг пропилена

Рассчитывается по закону Госса с применением методик и справочных данных, приведенных в литературе [б, ?, 9] . Реко­мендуется расчет проводить с применением ЭВМ по программам, имеющимся на кафедре нефтехимического синтеза. Целесообразно полученное значение теплового эффекта реакции сравнить с имею­щимися в литературе данными [2, 3].

Итого приход тепла:



4.3.2. Расход тепла, Вт: I) с реакционной массой

где

-энтальпия жидкой реакционной массы при температуре на выходе из алкилатора, равной температуре в алкилаторе Т, кДж/кг. Определяется по таблицам значе­ний энтальпий нефтяных жидкостей в зависимости от температуры и плотности продукта [IOj.

Примечание: плотность реакционной массы рассчитывается по известному ее составу и найденным в справочной литературе [б, II, 12, 13] плотностям компонентов;

,кг/м3

**2**) с парами, уходящими о верха алкилатора

,где

 теплоемкости газообразных бензола, пропана, пропилена, кДж/кг\*К. Рассчитываются по извест­ным методикам с помощью таблиц термодинамичес­ких свойств индивидуальных соединений, приве­денных в литературе [б, 7, 8, 9] .

Итого расход тепла:



Из условия теплового баланса определяется количество испаренного бензола, кг/ч



4.4. Основные размеры алкилатора.

4.4.1. Внутренний диаметр алкилатора, м:



где ***w -*** допустимая скорость паров в свободном сечении ал­килатора, м/с. Принимается по производственным данным;

 Vп - наибольший объем паров» проходящих через свобод­ное

 сечение алкилатора» **м /ч.**

,где

- плотности газообразных бензола, пропана и про­пилена, кг/м3. Определяются при известных температуре Т и давлении Р в алкилаторе [14] .

Полученная расчетная величина внутреннего диаметра алкила-
гора округляется в большую сторону и выбирается по ГОСТ 9617-76.

4.4.2. Высота реакционного пространства алкилатора, **м**



где

-объем жидких реагентов в алкилаторе, м ; .

-плошадь поперечного сечения алкилатора, м ;

-доля реакционного пространства, занятого жидкими



,где

* -время пребывания реагентов в алкилаторе. Принимает­ся по производственным данным;
* -объемный расход жидких реагентов, **м /ч:**

,где



плотности жидких бензола, ПАБ и катализаторного
комплекса, кг/м3. Определяются по справочной литературе (см. пункт 4.3.1).

5. Литература

1. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушшн Я.М. Технология нефтехимического синтеза. -2-е изд., по ре раб. - М.: Химия,
2. - 608 с.
3. Белов П.С. Основы технологии нефтехимического синтеза.
* 2-е изд., перераб. - М.: Химия, 1982. - 280 с.
1. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органическо­го и нефтехимического синтеза. - 3-е изд., пенераб. - М.: Химия,
2. - 608 с. •
3. Липович В.Г., Полубенцева М.Ф. Алкилирование ароматичес ких углеводородов. - М.: Химия, IS85. - 272 с.
4. Колесников И.М., Кабин Е.П. Алкилирование бензола про­пиленом в присутствии алюмосиликатных катализаторов. - Киев: Ви- ща школа, 1980. - 224 с.
5. Справочник нефтехимика: В 2 т /Под ред. С.К.Огороднико­ва. - Л.: Химия. Ленинград, отделение, 1978. - Т. I. - 496 с.;

Т. 2. - 592 с.

1. Казанская А.С., Скобло В.А. Расчеты химических равнове­сий. - М.: Высшая школа, 1974. - 288 с.
2. Краткий справочник физико-химических величин /Под ред. А.А.Равделя и А.М.Пономаревой. - 8~е изд., перераб. - Л.: Химия Ленингр. отд-ние, 1983. - 232 с.
3. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкое тей. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия. Ленинград.отд-ние,
4. - 592 с.
5. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник /Рабинович Г.Г. и др.; Под ред. Е.Н.Судакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1979. - 568 с.
6. Справочник химика. Т. 2. Основные свойства неорганичес­ких и органических соединений. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.- Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1965. - 1168 с.
7. Свойства органических соединений: Справочник /Под ред. А.А.Потехина. - Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1984. - 520 с.
8. Свойотпп неорганических соединений: Справочник /А.И.Ефимов, Л.П.Гллорукова, И.В.Василькова, В.П.Чечев. - Л.: Химия, Ленингр• отд-ние, 1983, - 392 с.
9. Всргафтик IT.Б. Справочник по теплофизическим свойст­**вам газов** и жидкостей. - 2-е изд., доп. и порераб. - М.: Т1аука, 1972, - 720с.

15. Кузнецов А.А., Кагермянов С.М., Судаков ’’.И. Р&счетн процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Л.: Химия, Ленинград, отд-ime, 1974. - 344 с.

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию /Под ред. Ю.И.Дытнерского. ~ М.: Хи- глия, 1983. - 272 с.
2. Белов П.С., Крылов И.Ф., Тонконогов Б.П. Графическая часть курсовых и дипломных проектов. - М.: ?№ГГ им .И .М .Губкина,
3. - 64 с.