

**Кафедра транспортно-технологических машин**



**«Технологические процессы переработки нефти и газа»**

Методические указания по  
выполнению курсового проекта

Направление подготовки	<b>21.03.01 «Нефтегазовое дело»</b> <small>(код и наименование направления подготовки)</small>
Направленность (профиль) подготовки	<b>«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»</b> <small>(наименование профиля подготовки)</small>
Квалификация выпускника	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная, очно-заочная</b>

Методические указания разработаны  
в соответствии с требованиями ФГОС ВО  
по направлению подготовки

**21.03.01 «Нефтегазовое дело»**

---

Авторы:

Кузьмина Ольга Вячеславовна

к.х.н., доцент кафедры транспортно-технологических машин

---

*ФИО, ученая степень, ученое звание или должность, наименование кафедры*

Методические указания одобрены на заседании кафедры  
транспортно-технологических машин

---

*наименование кафедры*

протокол № 10 от 16.05.2020 года.

## ВВЕДЕНИЕ

Основным источником энергии в современном мире является нефть. Из неё получают все виды жидкого топлива – бензины, керосины, дизельное и котельное (мазут) топлива. Из нефти вырабатывают смазочные и специальные масла, различные присадки, кокс и сажу. В процессе переработки нефти получают сырьё для производства пластических масс, синтетических каучуков и смол. Получают также синтетические волокна и моющие средства, лекарственные препараты, индивидуальные соединения (спирты, альдегиды, кетоны, кислоты).

Нефти различных месторождений различаются по своим физико-химическим свойствам, присутствием тех или других углеводородных соединений, наличием высоковязких смолисто-асфальтеновых и парафиновых компонентов, газовым фактором. Характер и способы переработки нефти определяются как потребностью региона, где она добывается, так и потенциальным содержанием в ней легких и масляных дистиллятов, наличием тех или других вредных примесей и т.д. Ввиду сложного углеводородного состава разделить нефть на составляющие компоненты практически невозможно.

На практике нефть разделяют на фракции и группы углеводородов и подвергают обработке с целью изменения химического состава. Известны более 100 нефтехимических процессов, реализованных в настоящее время в промышленности. Наиболее типичными процессами являются первичная и вторичная перегонка нефти, газодифракционирование, крекинг и другие. Большинство процессов имеют многостадийный характер. Нефтеперерабатывающие предприятия являются капиталоемкими и энергоемкими объектами, вырабатывают широкую номенклатуру товарных продуктов.

Задачей курсового проекта по дисциплине «Технологические процессы переработки нефти и газа» является:

- ознакомление с физико-химическими свойствами различных нефтей и газов;
- изучение основных процессов подготовки и переработки нефти с получением различных топлив, смазочных материалов, продуктов специального назначения и сырья для нефтехимии;
- изучение основных процессов подготовки и переработки газа с целью получения различных топлив и сырья для нефтехимии;
- ознакомление с основными вариантами поточных схем переработки нефти и газа.

В результате выполнения курсового проекта по дисциплине «Технологические процессы переработки нефти и газа» студент должен:

- иметь представление об элементном, химическом и фракционном составе нефти и газа;

- на основании физико-химических характеристик уметь оценить нефти и газ как сырье для производства различных топлив, смазочных материалов, продуктов специального назначения и сырья для нефтехимического синтеза;  
- знать назначение, основные факторы и качество получаемых продуктов при использовании различных процессов подготовки и переработки нефти и газа;  
- уметь выбрать и обосновать наиболее рациональную поточную схему переработки нефти и газа с учетом их состава и потребностей региона.

Таким образом, целью выполнения курсового проекта является освоение и закрепление знаний по курсу «Технологические процессы переработки нефти и газа» и приобретение навыков по выбору тех или иных технологических процессов для переработки различных видов углеводородного сырья.

## **ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА:**

### **I. Введение**

### **II. Основная часть**

1. Назначение и характеристика процессов переработки нефти, нефтепродукта, газа.
2. Состав и характеристика сырья и продуктов.
3. Необходимая подготовка сырья (очистка, осушка, очистка от вредных примесей, стабилизация).
4. Основные факторы процесса: механизм и катализаторы процессов, температура, давление, продолжительность контакта, соотношение компонентов, качество катализаторов, ограничения по глубине отбора продукции, объемные скорости процесса.
5. Технологическая схема.
6. Технологический режим.
7. Материальный баланс.
8. Техничко-экономические показатели установок.
9. Техника безопасности.
10. Контроль и автоматизация процесса.

### **III. Заключение.**

### **IV. Список литературы.**

### **V. Приложение.**

Во введении обсуждается постановка задачи, обсуждается необходимость выбора той или иной схемы переработки сырья, необходимые подготовительные мероприятия.

Во второй части рассматривается характеристика сырья, фракционный состав, возможности получения из этого сырья различных продуктов и характеристика этих продуктов.

В части подготовки сырья к переработке необходимо учесть наличие в нем воды, солей, примесей и предложить варианты подготовки, осушки, очистки.

В части выбора метода указать на характеристики метода, назначение, общие сведения о процессе, параметрах, оптимальных условиях протекания, с максимальным выходом целевых продуктов, продолжительность нахождения в реакционной зоне, объемная скорость процесса, оптимальное соотношение реагентов. Если процессы – каталитические, то следует указать катализаторы и условия их максимального использования и регенерации.

В разделе по основам технологии процесса указать состав и принципиальную схему установки, основную аппаратуру и условия эксплуатации установок, параметры процессов.

Материальный баланс и технико-экономические показатели процесса – указать количественные характеристики процессов и затраты на энергоносители, воду, пар и т.д.

### **ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки с текстом и графической частью на листах белой бумаги формата А4. Пояснительная записка должна содержать титульный лист, оглавление с указанием страниц разделов (параграфов), схем, графиков, таблиц и материалов. Материал в записке располагается согласно программе работы.

Записка пишется на одной стороне листа с полями по всем четырем сторонам. Размеры левого поля – 30 мм, правого – 10 мм, верхнего и нижнего – по 20 мм. Все листы записки, включая рисунки, схемы, таблицы и графики нумеруются. Все приводимые единицы должны соответствовать системе СИ.

Если в работе используются сокращения, то их расшифровку следует привести на отдельном листе после оглавления. Приводимые в работе методы расчета таблицы и графики должны иметь ссылки на использованную литературу. Все рисунки, графики, таблицы, а также формулы нумеруются и должны иметь названия.

Литература должна насчитывать не менее 3-х наименований.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

1. Переработка природного газа. Газовые конденсаты.
2. Переработка попутного газа.
3. Электрообессоливание и обезвоживания нефти (ЭЛОУ)
4. Процессы первичной переработки нефти (атмосферная перегонка нефти (АТ))
5. Процессы первичной переработки нефти с вторичной перегонкой мазута (атмосферно-вакуумная перегонка нефти (АВТ))
6. Термический крекинг.
7. Коксование.
8. Пиролиз.

9. Каталитический крекинг.
10. Каталитический риформинг.
11. Получение низших олефинов (пиролиз, газоразделение).
12. Гидроочистка.
13. Гидрокрекинг.
14. Получение парафинов.
15. Газофракционирование.

Выбор темы курсового проектирования осуществляется преподавателем или по двум последним цифрам студенческого шифра (если это число больше 15, то цифры нужно сложить).

## ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Краткое примерное содержание курсового проекта по теме «Процессы первичной переработки нефти. Электрообессоливание и первичная перегонка» выглядит следующим образом:

**Назначение процесса.** Удаление воды и солей из нефти, разделение нефти на фракции для последующей переработки или использования в виде товарной продукции.

**Сырьё и продукция.** Сырьё процесса – нефть, содержащая соли (от 40 до 2000 мг/л) и воду (от 0,1 до 2,0%).

### **Продукция:**

- Углеводородный газ – выводится в виде газа и головки стабилизации; используется как бытовое топливо и сырьё для газофракционирования;
- Бензиновая фракция – выкипает в пределах 30-180°C, используется как компонент товарного автобензина, как сырьё установок каталитического риформинга, вторичной перегонки, пиролизных установок;
- Керосиновая фракция – выкипает в пределах 120-315°C, используется как топливо для реактивных и тракторных двигателей, для освещения, как сырьё установок гидроочистки;
- Дизельная фракция (атмосферный газойль) – выкипает в пределах 180-350°C, используется как топливо для дизельных двигателей и сырьё установок гидроочистки;
- Мазут (остаток атмосферной перегонки) выкипает выше 350°C, используется как котельное топливо или сырьё термического крекинга;
- Вакуумный дистиллят (вакуумный газойль) – выкипает в пределах выше 350-500°C, используется как сырьё каталитического крекинга и гидрокрекинга; на НПЗ с масляной схемой переработки получают несколько (2-3) вакуумных дистиллятов;
- Гудрон (остаток атмосферно-вакуумной перегонки) – выкипает при температуре выше 500°C, используется как сырьё установок термического крекинга, коксования, производства битума и масел.

## Технологическая схема.

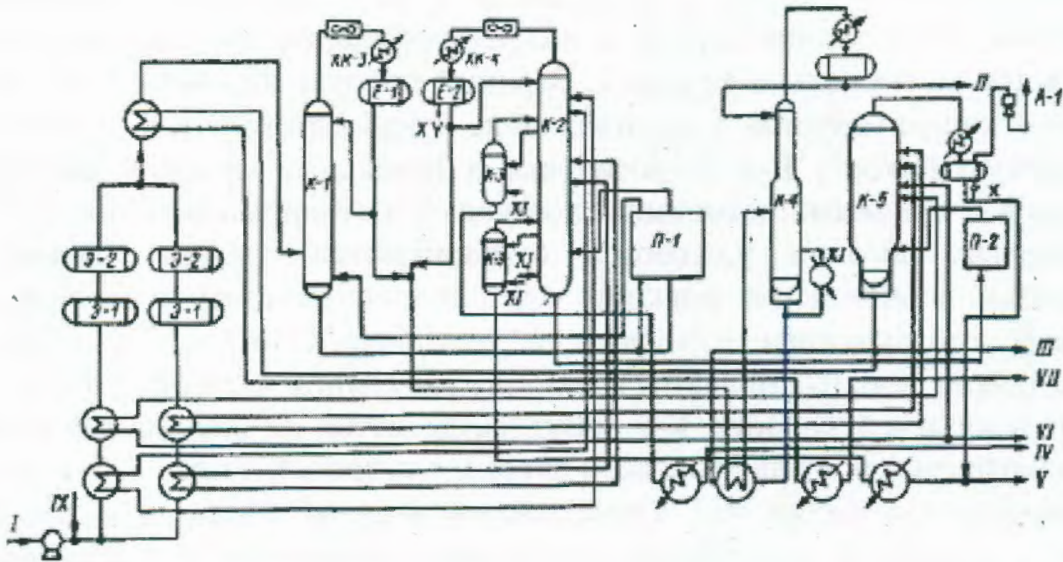


Рис.1. Схема установки первичной переработки нефти (ЭЛОУ-АВТ).

К-1 – отбензинивающая колонна; К-2 – атмосферная колонна; К-3 – отпарная колонна; К-4 – стабилизатор; К-5 – вакуумная колонна; Э-1 – Э-4 – электродегидраторы; П-1, П-2 – печи; КХ-1, КХ-4 – конденсаторы-холодильники; Е-1, Е-2 – рефлюксные ёмкости; А-1 – парожекторный вакуум-насос;

I – нефти; II – головка стабилизации; III – стабильный бензин; IV – керосин; V – дизельная фракция; VI – вакуумный дистиллят; VII – гудрон; VIII – выхлопные газы эжектора; IX – деэмульгатор; X – вода в канализацию; XI – водяной пар.

Установка состоит из 2х - 3х блоков: 1) обессоливания; 2) атмосферной перегонки; 3) вакуумной перегонки мазута. Установка, состоящая только из первых двух блоков носит название атмосферной трубочатки (АТ), из всех трёх блоков – атмосферно-вакуумной трубочатки (АВТ). Иногда первый и третий выделяются в самостоятельные установки. Нефть насосом забирается из сырьевого резервуара и проходит теплообменники, где подогревается за счет теплоты отходящих продуктов, после чего поступает в электродегидраторы. В электродегидраторах под действием электрического поля, повышенной температуры, деэмульгаторов происходит разрушение водонефтяной эмульсии и отделение воды от нефти. Вода сбрасывается в канализацию (или подаётся на упарку с выделением солей), а нефть проходит вторую группу теплообменников и поступает в отбензинивающую колонну К-1.

В колонне К-1 из нефти выделяется легкая бензиновая фракция, которая конденсируется в холодильнике-конденсаторе ХК-1 и поступает в рефлюксную ёмкость Е-1. Полуотбензиненная нефть с низа колонны К-1 подаётся через трубчатую печь П-1 в атмосферную колонну К-2. Часть потока полуотбензиненной нефти возвращается в К-1, сообщая дополнительное количество теплоты, необходимое для ректификации. В колонне К-2 нефть разделяется на несколько фракций. Верхний продукт колонны К-2 – тяжелый бензин – конденсируется в холодильнике-конденсаторе ХК-2 и поступает в рефлюксную ёмкость Е-2. Керосиновая и дизельные фракции выводятся из колонны К-2 боковыми погонями и поступают в отпарные колонны К-3. В К-3 из боковых погоньев удаляются (отпариваются) легкие фракции. Затем керосиновая и дизельные фракции через теплообменники подогрева нефти концевые холодильники выводятся с установки. С низа К-2 выходит мазут, который через печь П-2 подаётся в колонну вакуумной перегонки К-5.

В вакуумной колонне К-5 мазут разделяется на вакуумный дистиллят, который отбирается в виде бокового погона, в гудрон. С верха К-5 с помощью парожекторного насоса А-1 отсасываются водяные пары, газы разложения, воздух и некоторое количество легких нефтепродуктов (дизельная фракция). Вакуумный дистиллят и гудрон через теплообменники подогрева нефти и концевые холодильники уходят с установки.

Для снижения температуры низа колонн К-2 и К-5 и более полного извлечения дистиллятных фракций в них полётся водяной пар. Избыточная теплота в К-2 и К-5 снимается с помощью циркулирующих орошений.

Бензин из рефлюксных емкостей Е-1 и Е-2 после подогрева подается в стабилизационную колонну К-4. С верха К-4 уходит головка стабилизации – сжиженный газ, а с низа – стабильный бензин.

Необходимая для ректификации теплота подводится в К-4 циркуляцией части стабильного бензина через печь.

**Технологический режим.** Показатели технологического режима установок первичной переработки приводятся в табл. 1.



Таблица 1

Участок схемы, сырьё	Показатели процесса
Температура, °С	
Нефти, поступающей на обессоливание	120-140
Подогрева нефти в сырьевых теплообменниках	210-230
Нагрева нефти в атмосферной печи П-1	320-360
Нагрева мазута в вакуумной печи П-2	400-420
Верх К-1	120-140
Низ К-1	240-260
Верх К-2	120-130
Низ К-2	340-355
Верх К-4	80-110
Низ К-4	160-220
Верх К-5	100-110
Низ К-5	360-380
Избыточное давление, МПа	
Верх К-1	0,4-0,5
Верх К-2	0,06-0,1
Верх К-4	0,7-1,2
Остаточное давление в К-5, Па	5000-8000
Содержание воды в нефти, % (масс)	
До обессоливания	1-2
После обессоливания	0,1-0,15
Содержание солей в нефти, мг/л	
До обессоливания	40-2000
После обессоливания	3-15

**Мощность и материальный баланс.** Мощность установок АТ и АВТ может составлять от 2 до 12 млн. т / год. Выход продукции на установках первичной переработки зависит от свойств исходной нефти, достигнутого отбора от потенциала светлых нефтепродуктов, вакуумного дистиллята и т.д. Материальный баланс первичной переработки типа ромашкинской (I) и самотлорской (II) приводится ниже.

Таблица 2

Сырьё, продукты	I	II
Поступило, %		
Нефть	100,1	100,1
В том числе вода и соли	0,1	0,1
Получено		
Сжиженный углеводородный газ	1,0	1,1
Бензиновая фракция (н.к.-140 <sup>0</sup> С)	12,2	18,5
Керосиновая фракция(140-240 <sup>0</sup> С)	16,3	18,9
Дизельная фракция (240-350 <sup>0</sup> С)	17,0	20,3
Вакуумный дистиллят(350-500 <sup>0</sup> С)	23,4	23,1
Гудрон (выше 500 <sup>0</sup> С)	29,2	18,2
Отходы и потери	1,0	1,0

Технико-экономические показатели (на 1 тонну ромашкинской нефти):

Таблица 3

Показатели	Установка АТ	Установка АВТ
Пар водяной, ГДж (Гкал*)	0,08(0,019)	0,143 (0,034)
Вода оборотная, м <sup>3</sup>	1,8	3,3
Электроэнергия, кВт-час	5,3	6,5
Топливо, кг	20,0	26,7
Дезэмульгатор неионогенный, кг	0,03	0,03
Ингибитор коррозии, кг	0,001	0,001

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агабеков, В. Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки [Электронный ресурс]: монография / В. Е. Агабеков, В. К. Косяков - Минск : Белорусская наука, 2011. - 460 с. - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86694>
2. Солодова Н. Л. Химическая технология переработки нефти и газа: учебное пособие [Электронный ресурс] / Солодова Н. Л., Халикова Д. А. – Казань:Издательство КНИТУ, 2012. – 122 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258408>
3. Соколов, Л.И. Переработка и утилизация нефтесодержащих отходов[Электронный ресурс]: монография / Л. И. Соколов. - 2-е изд., испр. и доп. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2017. - 160 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=935872>
4. Ахмедьянова Р. А. Химическая технология переработки газового сырья: производство мономеров из газового сырья: учебное пособие [Электронный ресурс]/ Ахмедьянова Р. А., Лиакумович А. Г. – Казань: Издательство КНИТУ, 2015. - 181 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427711>
5. Ахмедьянова Р. А. Технология нефтехимического синтеза: учебное пособие[Электронный ресурс]/Ахмедьянова Р. А., Рахматуллина А. П., Романова Н. В. – Казань:Издательство КНИТУ, 2013г. -100 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258700>
6. Нефтегазовое дело [Электронный ресурс] : электронный научный журнал / Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Электрон.журн. – Уфа : УГНТУ, - Режим доступа : [https://e.lanbook.com/journal/2356#journal\\_name](https://e.lanbook.com/journal/2356#journal_name)

Чебоксарский институт (филиал) федерального  
государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Московский  
политехнический университет»

**КОПИЯ ВЕРНА.**

Пронумеровано, прошнуровано и скреплено печатью  
6 ШЕСТЬ ) листов.

Директор филиала \_\_\_\_\_ А.В. Агафонов  
02 / 12 / 2019 г.

