

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СУРГУТСКИЙ ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА
(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Филиал ТИУ в г. Сургуте)

УТВЕРЖДАЮ:

 Председатель КСН

Ю.В. Ваганов

« 31 » 08 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Наименование дисциплины:	Гидравлические машины и гидропнев- моприводы
направление подготовки:	21.03.01 Нефтегазовое дело
направленность:	Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти
форма обучения:	очная/очно-заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 08.06.2020 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, направленность Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти к результатам освоения дисциплины «Скважинная добыча».

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры Нефтегазовое дело

Протокол № 1 от «31» 08 2020 г.

И.о.заведующего кафедрой



(подпись)

Р.Д. Татлыев

СОГЛАСОВАНО:

И.о.заведующего выпускающей кафедрой



(подпись)

Р.Д. Татлыев

«31» 08 2020 г.

Рабочую программу разработал:
доцент кафедры НД, к.т.н.



Сорокин П.М.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины «Гидравлические машины и гидропневмоприводы»: формирование системы знаний о конструктивных особенностях, устройстве гидравлических машин и гидропневмоприводов, практических навыков их проектирования, расчета и конструирования.

Задачи дисциплины:

Цель дисциплины «Гидравлические машины и гидропневмоприводы»: формирование системы знаний о конструктивных особенностях, устройстве гидравлических машин и гидропневмоприводов, практических навыков их проектирования, расчета и конструирования.

Задачи дисциплины:

- формирование системы знаний о конструкциях, устройстве гидравлических машин и гидропневмоприводов, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов;
- владение методами проектирования, конструирования, гидравлических и прочностных расчетов гидравлических машин и гидропневмоприводов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

Код дисциплины Б1.В.05

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- назначения, принципа действия, условий эксплуатации и возможных неисправностей гидравлических машин;
- методов конструирования и проектирования для создания гидравлических машин;

умения:

- выполнять инженерные расчеты гидравлических машин и приводов;

владение:

- различными методиками расчета гидравлических систем транспортно-технологических машин;
- методами обеспечения работоспособности и эффективности гидравлических систем.

Содержание дисциплины Гидравлические машины и гидропневмоприводы является логическим продолжением содержания дисциплин Физики, Математики и служит основой для освоения дисциплины Скважинная добыча, Нефтегазовое оборудование, Сбор и подготовка скважинной продукции.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине(модулю)
ПКС -1 способность осуществлять и корректировать техноло-	ПКС-1.4 (Обеспечивает контроль) производственных про-	Знать: (3 1.1) современные виды гидравлических машин, а также типы объемных и динамических насосов и гидравлических двигателей

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине(модулю)
гические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	цессов с применением современного оборудования и материалов	Уметь: (У 1.1) осуществлять контроль работы гидравлических и пневматических приводов механизмов
		Владеть: (В 1.1) навыками работы с использованием современных видов гидравлических машин и гидропневмоприводов с целью контроля производственных процессов
ПКС -2 Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК'С-2.1 Учитывает назначение, правила эксплуатации и ремонта нефтегазового оборудования	Знать: (З2.1) методы регулирования гидравлических и пневматических приводов
		Уметь: (У2.1) проводить испытания гидравлических и пневматических приводов механизмов
		Владеть: (В2.1) навыками подбора рабочих жидкостей для работы гидропривода в определенных температурных условиях

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс, семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.				Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	контроль		
очная	3/5	17	34	-	-	57	зачет
очно-заочная	3/5	12	20	-	-	76	зачет

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины -очная (ОФО)/очно-заочная (ОЗФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Ла б.				
1	1	Гидравлические машины. Классификация насосов	2/1	4/2	-	6/8	12/11	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
2	2	Основные параметры, характеризующие работу насосов	2/1	4/2	-	6/8	12/11	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
3	3	Характеристики лопастных насосов. Методы регулирования режима работы.	2/1	4/2	-	6/10	12/13	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
4	4	Объемные насосы. Классификация по кратности действия. Неравномерность подачи	2/1	4/2	-	7/10	13/13	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
5	5	Конструкции объемных насосов: шестеренные, винтовые, роторные, диафрагменные	2/2	4/2	-	8/10	14/14	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
6	6	Гидропривод. Классификация. Преимущества и недостатки. Основные расчетные показатели	2/2	4/2	-	8/10	14/14	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
7	7	Основные элементы гидропневмопривода	2/2	4/4	-	8/10	14/16	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
8	8	Элементы пневмопривода. Компрессорные машины	3/2	6/4	-	8/10	17/16	ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ

								ских работ
9	Зачет						ПКС-1.4 ПКС-2.1	Письменный опрос, выполнение практических работ
Итого:		17/12	34/20	-	57/76	108/108		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. Гидравлические машины. Классификация насосов

Классификация гидравлических машин. Классификация насосов (по общим конструктивным признакам). Конструктивная схема центробежных насосов.

Раздел 2. Основные параметры, характеризующие работу насосов.

Основные параметры, характеризующие работу насосов. Принцип действия центробежных насосов. Конструкции рабочих колес насосов. Способы разгрузки ротора насоса от осевых сил гидродинамического происхождения

Раздел 3. Характеристики лопастных насосов. Методы регулирования работы режима работы

Геометрические элементы лопастного аппарата. Движение жидкости в лопастном колесе. Планы скоростей и их изменение с расходом жидкости. Режимы работы насоса. Мощность и к.п.д. Потери мощности в насосе. Методы регулирования работы режима работы.

Раздел 4. Объемные насосы. Классификация по кратности действия. Неравномерность подачи

Рабочий объем и средняя подача насоса. Коэффициент подачи и влияющие на него факторы. Неравномерность всасывания и нагнетания у кривошипных насосов различных типов. Индикаторная диаграмма как средство диагностики и исследования насосов. Среднее индикаторное давление и индикаторная мощность. Потери мощности и к.п.д. Характеристика объемного насоса.

Раздел 5. Конструкции объемных насосов: шестеренные, винтовые, роторные, диафрагменные

Конструкции объемных насосов: шестеренные, винтовые, роторные, диафрагменные. Область применения, преимущества и недостатки по сравнению с лопастными насосами.

Раздел 6. Гидропривод. Классификация. Преимущества и недостатки. Основные расчетные показатели.

Применение гидропневмопривода в нефтедобывающей промышленности. Технологические процессы добычи нефти и газа с использованием гидравлических и пневматических машин. Классификация гидроприводов. Преимущества и недостатки гидропривода. Типовые схемы гидропневмоприводов. Основные расчетные показатели, прочностные расчеты.

Раздел 7. Основные элементы гидропневмопривода

Насосы и гидродвигатели, применяемые в технологических процессах добычи нефти и газа. Силовые гидроцилиндры. Гидроаппаратура. Классификация гидроаппаратов, Устройство и принцип действия регуляторов давления, регуляторов расхода, распределителей потока.

Вспомогательные устройства: кондиционеры, гидроемкости, гидроаккумуляторы, гидрролинии. Телескопические гидро- и пневмоцилиндры.

Раздел 8. Элементы пневмопривода. Компрессорные машины

Компрессорные машины. Классификация. Рабочий цикл сжатия газа. Отличительные особенности пневмодвигателей от гидродвигателей. Особенности эксплуатации гидромашин и гидропневмоприводов в условиях низких температур.

5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
		ОФО/ОЗФО	
1	1	2/1	Гидравлические машины. Классификация насосов
2	2	2/1	Основные параметры, характеризующие работу насосов
3	3	2/1	Характеристики лопастных насосов. Методы регулирования режима работы.
4	4	2/1	Объемные насосы. Классификация по кратности действия. Неравномерность подачи
5	5	2/2	Конструкции объемных насосов: шестеренные, винтовые, роторные, диафрагменные
6	6	2/2	Гидропривод. Классификация. Преимущества и недостатки. Основные расчетные показатели
7	7	2/2	Основные элементы гидропневмопривода
8	8	3/2	Элементы пневмопривода. Компрессорные машины
Итого:		17/12	

Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема практического занятия
		ОФО/ОЗФО	
1	1,2	6/3	Испытание центробежного насоса ЦНС-180-950 (Снятие рабочих характеристик)
2	2,3	6/3	Испытание центробежного насоса ЦНС-180-950 (Кавитационные испытания)
3	4,5	8/4	Испытание поршневого насоса АНТ-150 (снятие рабочих характеристик)
4	6	4/2	Испытание объемного гидравлического привода
5	7,8	10/8	Испытание поршневого компрессора 4ВУ-1/9 (снятие характеристик)
Итого:		34/20	

Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

Таблица 5.2.2

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО/ОЗФО		
1	1	6/8	Гидравлические машины. Классификация насосов	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
2	2	6/8	Основные параметры, характеризующие работу насосов	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
3	3	6/10	Характеристики лопастных насосов. Методы регулирования режима работы.	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
4	4	7/10	Объемные насосы. Классификация по кратности действия. Неравномерность подачи	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
5	5	8/10	Конструкции объемных насосов: шестеренные, винтовые, роторные, диафрагменные	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
6	6	8/10	Гидропривод. Классификация. Преимущества и недостатки. Основные расчетные показатели	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
7	7	8/10	Основные элементы гидропневмопривода	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
8	8	8/10	Элементы пневмопривода. Компрессорные машины	подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию
Итого:		57/76		

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих традиционных и интерактивных видов образовательных технологий:

- лекции: лекция – визуализация с использованием мультимедийного материала; лекция проблемного характера; лекция – беседа;
- практические работы: работа в парах; индивидуальная работа; работа в группах; разбор практических ситуаций.

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся всех форм обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Письменная работа №1	0-15
2	Выполнение практического занятия №1	0-5
3	Выполнение практического занятия №2	0-5
4	Выполнение практического занятия №3	0-5
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0-30
2 текущая аттестация		
1	Письменная работа №2	0-15
2	Выполнение практического занятия №4	0-5
3	Выполнение практического занятия №5	0-5
4	Выполнение практического занятия №6	0-5
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0-30
3 текущая аттестация		
1	Письменная работа №3	0-30
2	Выполнение практического занятия №7	0-5
3	Выполнение практического занятия №8	0-5
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		0-40
ВСЕГО		100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

– Электронная библиотечная система Elib, полнотекстовая база данных ТИУ, <http://elib.tsogu.ru/> (дата обращения 30.08.19)

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, <http://elibrary.ru/> (дата обращения 30.08.19)

– Профессиональные справочные системы. Национальный центр распространения информации ЕЭК ООН. – Режим доступа: <http://www.cntd.ru> (дата обращения: 29.08.2019).

– Справочно-правовая система КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.08.2019).

– Система поддержки учебного процесса «Educon»;

– ЭБС «Издательства Лань», Гражданско-правовой договор №885-18 от 07.08.2018 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «Издательство Лань» (до 31.08.2020 г.);

– ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ», Гражданско-правовой договор № 884-18 от 08.08.2018 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (до 31.08.2020 г.);

– ЭБС «Перспект», Гражданско-правовой договор № 882-18 от 09.08.2018 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «ПРОСПЕКТ»;

– Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;

– Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО УГТУ (г. Ухта).

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Windows 8 (Лицензионное соглашение №8686341), Microsoft Office Professional Plus (Договор №1120-18 от 03 августа 2018 г.).

9.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: MS Office

9.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- MS Office

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	стенд насосная секция УЭЦН;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
2	стенд насосная секция УЭЦН;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
3	стенд насосная секция УЭЦН;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть

4	стенд штанговый насос;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
5	стенд винтовой насос;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
6	стенд шестеренный насос; гидроцилиндр	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
7	обратный клапан, сливной клапан;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
8	воздушный компрессор	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть

11. Методические указания

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии обязательно!

Задания на выполнение типовых расчетов на лабораторных работах обучающиеся получают индивидуально. Порядок выполнения типовых расчетов изложены в следующих методических указаниях:

Практическое занятие № 1

Испытание центробежного насоса ЦНС-180-950 (Снятие рабочих характеристик)

Основное уравнение лопастного насоса

1.1. Треугольники скоростей на входе и выходе из рабочего колеса

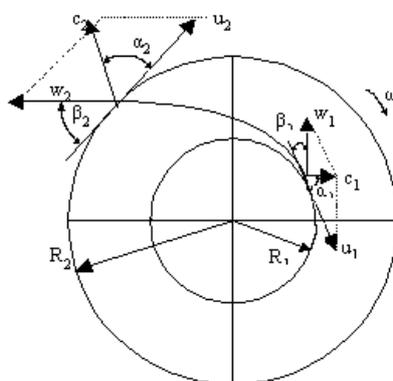


Рис.1. Треугольники скоростей на входе и выходе из рабочего колеса

c_1 -абсолютная скорость потока на входе в рабочее колесо;
 w_1 - скорость относительно лопатки колеса на входе;
 u_1 -окружная (переносная) скорость потока на входе в рабочее колесо:
 $u_1 = \omega R_1 = \pi D_1 n / 60$
 R_1 - радиус входа в колесо;
 ω - угловая скорость вращения;
 n - частота вращения рабочего колеса, об/мин;
 $D_1 = 2R_1$ – диаметр рабочего колеса на входе;
 α_1 -угол между абсолютной скоростью и направлением окружной скорости на входе;
 β_1 - угол между относительной и окружной скоростями на входе в колесо;
 c_2 -абсолютная скорость потока на выходе из рабочего колеса;
 w_2 - скорость относительно лопатки колеса на выходе;
 u_2 -окружная (переносная) скорость потока на выходе из рабочего колеса

1.2. Основное уравнение центробежных насосов

Принимаем, что работа, совершаемая центробежным насосом, происходит без гидравлических потерь и что колесо имеет бесконечное число лопаток. В этом случае можно считать поток состоящим из элементарных струек.

Рабочее колесо с бесконечным числом лопаток, перекачивающее идеальную жидкость (т.е. работающее без потерь напора), будет передавать потоку ежесекундно энергию, численно равную мощности, т.е.:

$$N_T = \rho \dot{g} Q_T H_{T\infty} \quad (1.1)$$

где: N_T - мощность;
 Q_T – теоретическая производительность;
 ρ – плотность перекачиваемой жидкости;
 \dot{g} – ускорение свободного падения;
 $H_{T\infty}$ – теоретический напор, развиваемый рабочим колесом с бесконечным числом лопаток.

Уравнение центробежных насосов выводится на основании уравнения моментов количества движения, которое для установившегося потока формулируется так: изменение момента количества движения массы жидкости, протекающей в 1с при переходе от одного сечения к другому, равно моменту внешних сил, приложенных к потоку между этими сечениями. В центробежном насосе внешние силы прикладываются к потоку под действием лопаток.

Момент количества движения потока на радиусе R_1 у входа в колесо:

$$M_1 = \rho Q_T c_1 R_1 \cos \alpha_1 \quad (1.2)$$

где: M_1 - момент количества движения потока на входе в колесо;
 c_1 – абсолютная скорость на входе в колесо;
 $R_1 \cos \alpha_1$ - плечо момента на входе в колесо.
 Момент количества движения потока на радиусе выхода из колеса R_2 :

$$M_2 = \rho Q_T c_2 R_2 \cos \alpha_2 \quad (1.3)$$

где: M_2 - момент количества движения потока на входе в колесо;
 c_2 – абсолютная скорость на выходе из колеса;
 $R_2 \cos \alpha_2$ - плечо момента на выходе из колеса.

Момент внешних сил определяется как разность моментов на выходе и входе в рабочее колесо:

$$M = M_2 - M_1 \quad (1.4)$$

Подставляя найденные значения из 2,3 в 4 и умножив обе части на угловую скорость ω , получим выражение для мощности N , затраченной на передачу энергии жидкости:

$$N = M \omega = \rho Q_T \omega (c_2 R_2 \cos \alpha_2 - c_1 R_1 \cos \alpha_1) \quad (1.5)$$

С другой стороны, рабочее колесо перекачивающее идеальную жидкость, будет передавать потоку каждую секунду энергию, численно равную мощности, т.е.:

$$N_T = M \omega = Q_T \rho g H_{T\infty} \quad (1.6)$$

Приравняв мощность на валу N к N_T и имея в виду, что $R_2 \omega = u_2$; $R_1 \omega = u_1$ окончательно получим:

$$H_{T\infty} = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (1.7)$$

Уравнение 1.7 называется основным уравнением центробежного насоса. Основное уравнение лопастных машин было впервые выведено Л. Эйлером.

В действительности напор, создаваемый насосом, меньше теоретического, вследствие гидравлических сопротивлений, образования силы сопротивления (подъемной силы) при воздействии лопатки на поток, пренебрежения входными скоростями на рабочее колесо, утечек из напорной линии во всасывающую.

Определить теоретический напор центробежного насоса, при известных данных: w - относительная скорость, u - переносная скорость, α - угол между w и u , соответственно на входе и выходе из рабочего колеса.

Таблица 1.1

Исходные данные для расчета

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$w_1, \text{м/с}$	44,6	38,9	40,4	20,6	23,3	34,6	38,9	34,9	37,7	28,8
$u_1, \text{м/с}$	46	44,7	41,7	22,9	27,1	36,2	36,3	31,5	41	30,1
$\beta_1, \text{град}$	30	15	30	16	21	27	33	43	18	24
$w_2, \text{м/с}$	56,6	55,4	65,8	43,5	48	42,4	53,3	60,8	60,3	70,1
$u_2, \text{м/с}$	69	71,5	83,3	47,1	48,5	56	67,8	70,5	74,5	75,7
$\beta_2, \text{град}$	25	15	20	32	41	17	20	32	27	35

Таблица 1.2

Исходные данные для расчета

Параметр	Номер варианта									
	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
$w_1, \text{м/с}$	45,6	39,9	41,4	22,6	25,3	36,6	48,9	39,9	35,7	29,8
$u_1, \text{м/с}$	46	44,7	41,7	22,9	27,1	36,2	50	31,5	41	30,1
$\beta_1, \text{град}$	30	15	30	16	21	27	33	43	18	24
$w_2, \text{м/с}$	57,6	56,4	67,8	48,5	45	43,4	59,3	62,8	67,3	72,1
$u_2, \text{м/с}$	69	71,5	83,3	47,1	48,5	56	67,8	70,5	74,5	75,7
$\beta_2, \text{град}$	27	18	22	33	44	11	25	30	29	36

Практическое занятие № 2 Испытание центробежного насоса ЦНС-180-950 (Кавитационные испытания)

Общие положения

Подача - количество жидкости, проходящей через напорный патрубок в единицу времени, ($\text{м}^3/\text{с}$)

Напор насоса - величина, характеризующая приращение удельной механической энергии, получаемой жидкостью при прохождении через насос.

$$H = H_H - H_B = \frac{P_H - P_B}{\rho g} + (z_H - z_B) + \frac{v_H^2 - v_B^2}{2g} \quad (2.1)$$

где: p_H и p_B - абсолютное давление нагнетания и на входе в насос;
 z_H и z_B - геодезические отметки установки вакуумметра на входе и манометра на выходе из насоса;
 v_H и v_B - средняя скорость на выходе и входе в насос

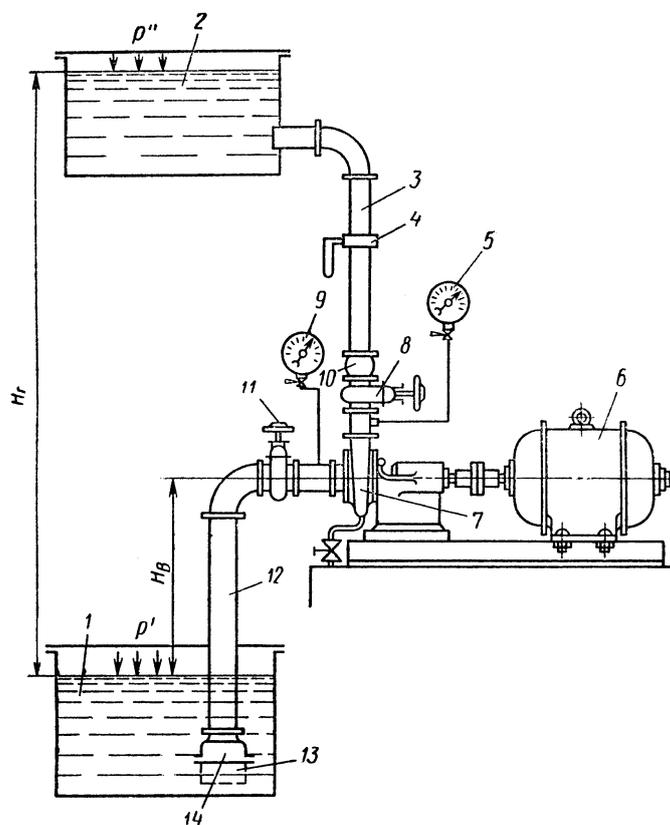


Рис. 2.1. Схема насосной установки

1-приемный резервуар; 2- напорный резервуар; 3- напорный трубопровод; 4- расходомер; 5- манометр; 6- электродвигатель; 7- насос центробежный; 8- регулирующая задвижка; 9- вакуумметр; 10- обратный клапан; 11- задвижка приемная; 12- подводящий трубопровод; 13- приемная сетка; 14- пятовой клапан

Мощность привода (потребляемая):

$$N = \frac{\rho g Q H}{\eta} \quad (2.2)$$

Мощность насоса (полезная):

Определить основные рабочие технологические параметры центробежного насоса, откачивающего нефть из резервуара с давлением над уровнем нефти p_0 . Давление на входе и выходе насоса равно соответственно p_1 и p_2 и замеряются манометрами в точках, с геодезическими отметками z_1 и z_2 .

Показания расходомера насоса и ваттметра двигателя составляют Q , W . Насос перекачивает нефть плотностью и давлением насыщенных паров P_s .

Диаметры всасывающего и нагнетательного патрубков равны между собой и составляют D , частота вращения вала насоса n . Найти: напор, развиваемый насосом, полезную мощность, коэффициент полезного действия, коэффициент быстроходности, предельную высоту всасывания.

Таблица 2.1

Исходные данные для расчета

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_0 , кгс/см ²	1,02	1,01	1,02	1,02	1	1,01	1	1,01	1,02	1,02
P_1 , кгс/см ²	0,5	4,62	3,25	0,25	0,24	2,52	1,32	5,33	10,4	2,15
P_2 , кгс/см ²	24,6	25,8	23,7	43,2	31,8	27,3	23	24,2	31,3	21,8
Z_1 , м	1,1	1	1,1	1,2	1	1,2	0,9	1,1	0,9	1,1
Z_2 , м	1,3	1,4	1	1,6	1,4	1,1	1,6	1,8	1,1	1,5
Q , м ³ /ч	695	3220	8110	262	330	910	1980	6090	11100	4150
W , кВт	578	2140	5510	401	452	810	1340	3615	6900	2635
D , мм	300	600	1000	200	250	350	560	900	1000	700
n , об/мин	2970	3000	3000	2970	2970	3000	3000	3000	3000	3000
ρ , кг/м ³	850	900	841	860	873	840	820	830	810	844
P_s , мм.рт.ст.	200	351	243	175	386	200	143	130	200	150

Таблица 2.2

Исходные данные для расчета

Параметр	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P_0 , кгс/см ²	1,04	1,09	1,02	1,02	1	1,01	1	1,01	1,02	1,02
P_1 , кгс/см ²	1,5	5,62	4,25	1,25	2,24	3,52	4,32	6,33	11,4	6,15
P_2 , кгс/см ²	25,6	26,8	24,7	44,2	32,8	28,3	24	25,2	33,3	22,8
Z_1 , м	1,1	1	1,1	1,2	1	1,2	0,9	1,1	0,9	1,1
Z_2 , м	1,3	1,4	1	1,6	1,4	1,1	1,6	1,8	1,1	1,5
Q , м ³ /ч	795	2220	9110	362	430	810	1880	5090	12100	3150
W , кВт	678	1940	5510	501	452	810	1340	3615	8900	1635
D , мм	300	600	1000	200	250	350	560	900	1000	700
n , об/мин	2970	3000	3000	2970	2970	3000	3000	3000	3000	3000
ρ , кг/м ³	850	900	841	860	873	840	820	830	810	844
P_s , мм.рт.ст.	200	351	243	175	386	200	143	130	200	150

Практическое занятие № 3
Испытание поршневого насоса АНТ-150 (снятие рабочих характеристик)

Производственной практикой и многочисленными исследованиями установлено, что с увеличением вязкости жидкости подача, напор и КПД насоса снижаются, а потребляемая насосом мощность увеличивается.

Уравнение напора с учетом вязкости перекачиваемой жидкости представим как:

$$H_v = \frac{1}{1 + p_n} \frac{u_2}{g} \left[u_2 - \frac{ctg\beta_2}{\pi D_2 (b_2 - \delta_1 - \delta_1')} Q \right] \quad (3.1)$$

где: u_2 – окружная скорость на выходе из рабочего колеса;

δ_1 – толщина слоя вытеснения на переднем диске рабочего колеса;

δ_1' – толщина слоя вытеснения на заднем диске рабочего колеса;

b_2 – ширина рабочего колеса на выходе;

g – ускорение свободного падения;

p_n – поправочный коэффициент, учитывающий число лопаток

Для расчета толщины пограничного слоя δ используем формулу:

для ламинарного режима

$$\delta = 5 \sqrt{\frac{\nu l}{u}}, \quad \delta_1 = \frac{1}{3} \delta; \quad (3.2)$$

$$\delta = 0,37 L \left(\frac{\nu l}{u} \right)^{-1/5}, \quad \delta_1 = (1/8) \delta, \quad (3.3)$$

где: u – скорость натекания потока на пластину;

l – длина канала рабочего колеса;

ν – коэффициент кинематической вязкости жидкости.

Переход ламинарного течения в каналах колеса в турбулентное происходит при $Re = \frac{\nu l}{u} = 3 \cdot 10^5$, однако переходная зона возможна в интервале $Re = (2-6)10^5$.

Расчеты показывают, что для всех типов насосов (значений быстроходности n_s) течение пограничного слоя на дисках турбулентное до вязкости $4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, при большей вязкости – ламинарное.

Скорости натекания потока на пластину в зависимости от быстроходности различных насосов рассчитываются по формулам для магистральных насосов:

$$u = 0,27n_s + 9,9 \quad (3.4)$$

для промысловых насосов с односторонним входом в рабочее колесо:

$$u = 0,278n_s - 2,8 \quad (3.5)$$

Толщина слоя вытеснения определяется на переднем и заднем дисках. Длина, на которой формируется слой вытеснения, для заднего диска равна $(D_2 - d_{вг})/2$, а для переднего диска $(D_2 - D_1)/2$. Толщина слоя вытеснения рассчитывается по формулам (15) и (16) с коэффициентами соответственно $1/3$ и $1/8$. Переходное значение числа Рейнольдса от ламинарного пограничного слоя к турбулентному рекомендуют принимать равным $3,5 \cdot 10^5$.

По полученной толщине слоя вытеснения при заданной вязкости определяется ширина канала на выходе $b_{2v} = b_2 - \delta_1 - \delta_1$.

Далее по формуле (20) определяем теоретический напор для b_2 и b_{2v} .

Поправочный коэффициент, учитывающий число лопаток, не учитывается из-за незначительного его изменения от вязкости на оптимальном режиме. Падение напора для заданного Q на воде находят вычитанием. Зная падение напора на вязкой жидкости, определяем падение расхода Q . Учитывая опытные данные, полученные К.Н. Солдатовым (1950 г.), на оптимальном режиме примем $\eta_s = \text{const}$, тогда расход на вязкой жидкости снизится согласно зависимости:

$$Q_v = Q_B \sqrt{\left(\frac{H_v}{H_B}\right)^3} \quad (3.6)$$

где: Q_v – расход с учетом вязкости жидкости;
 Q_B – расход на воде;
 H_B – напор насоса на воде;
 H_v – напор насоса на вязкой жидкости.

Практическое занятие № 4 **Испытание объемного гидравлического привода**

Каналы, подводящие жидкость с определенной скоростью к рабочему колесу, именуется подводами. Подводы конструктивно выполняются следующих видов:

- Конический входной патрубок (конфузор), применяемый в насосах консольной конструкции. Этот подвод наиболее целесообразен с точки зрения формирования осесимметричного потока при входе в рабочее колесо;
- Коленообразный патрубок, конструктивно прост и часто применяется в насосах;
- Спиральный. Этот тип подвода имеет наибольшее распространение. В кольцевой части патрубка при входе потока в колесо целесообразна постановка радиального ребра, препятствующего созданию осевого вихря на входе в колесо.

Во входном патрубке диаметр делают меньше, чем во всасывающем трубопроводе, чтобы скорость в нем возрастала на 15-20% и была равной или близкой скорости относительного движения потока в рабочем колесе w_1 . в многоступенчатых насосах с лопаточными отводами подвод потока к колесу производится переводными каналами. Скорость в них принимается равной 0,8-0,85 скорости входа в колесо.

Каналы в корпусе насоса, предназначенные для сбора жидкости, выходящей из рабочего колеса и преобразования кинетической энергии потока в энергию давления, называются отводящими устройствами. Отводящие устройства снижают скорость потока от 50-100 м/с на выходе из колеса до 6-12 м/с в напорном патрубке. Если не обеспечить плавности перехода скоростей из рабочего колеса в напорный патрубок, то при работе насоса могут возникнуть большие гидравлические потери и гидравлические удары, опасные для напорных трубопроводов.

Величина динамической составляющей, преобразуемой в отводящих устройствах в статический напор:

$$H_{\text{дин}} = (1 - \rho_k) H_m = \frac{c_{\text{вых}}^2}{2g} \quad (4.1)$$

где: $c_{\text{вых}}$ скорость на выходе из насоса при $\beta_2 = 20-40^\circ$

$$\rho_k = 0,6-0,8.$$

Динамический напор обычно составляет 20-40% от всего теоретического напора H_T

Отводящие устройства (диффузоры) должны осуществлять следующие функции:

- Преобразования кинетической энергии потока жидкости в потенциальную.
- Сбор жидкости, выходящей из рабочего колеса, направление ее к выходному патрубку или колесу следующей ступени.
- Изменение момента скорости по контуру, охватывающему колесо.

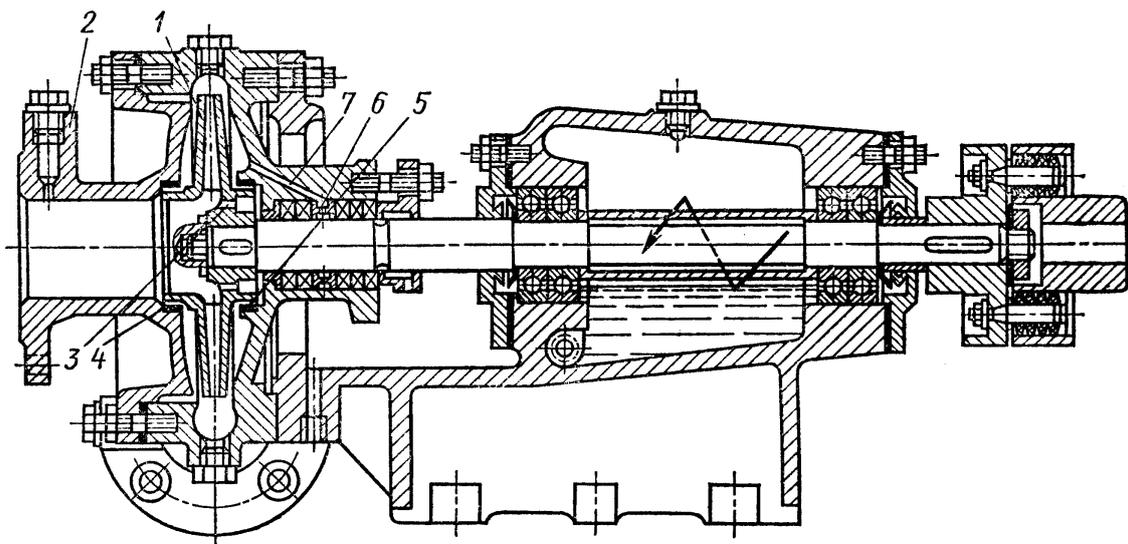


Рис. 4.1. Консольный насос

1-одностороннее рабочее колесо; 2-подвод насоса (прямоосный конфузор); 3- разгрузочные окна от осевого усилия; 4 и 5- уплотняющие кольца; 6- кольцо гидравлического затвора; 7- канал подвода жидкости в гидрозатвор

Практическое занятие № 5

Испытание поршневого компрессора 4ВУ-1/9 (снятие характеристик)

1. Напор, развиваемый насосом, вычисляем по формуле:

$$H = \frac{P_n - P_v}{\rho g}; \quad (5.1)$$

где: P_n - абсолютное давление на выходе из насоса, Па
 P_v - абсолютное давление на входе в насос, Па

2. Определяем коэффициент быстроходности по формуле:

$$n_s = 3,65 \frac{n \sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}}; \quad (5.2)$$

где: Q ($m^3/сек.$); H (м); P_n (Па); n (об/мин)

3. Вычисляем приведенный диаметр входа в рабочее колесо в м:

$$D_{1np} = 4,25 \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} \quad Q = \text{м}^3/\text{сек.}, n = \text{об/мин.} \quad (5.3)$$

4. Объемный КПД:
$$\eta_0 = \frac{1}{1 + 0,68 n_s^{-2/3}} \quad (5.4)$$

5. Гидравлический КПД (по формуле А.А. Ломакина):

$$\eta_z = 1 - \frac{0,42}{(\lg D_{1np} - 0,172)^2}; \quad D_{1np} \text{ (м)}. \quad (5.5)$$

6. КПД насоса $\eta_n = \eta_0 \eta_z \eta_m$; при $\eta_m = 0,92-0,96$;

7. Мощность насоса определяют как

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta_n}, \quad N \text{ (кВт)} \quad (5.6)$$

8. Крутящий момент по условию скручивания вала насоса:

$$M = 9554 \frac{N}{n}; \quad (5.7)$$

$N = \text{кВт}; n \text{ (об/мин)}; M \text{ (Н·м)}.$

9. Диаметр вала (см) получаем по формуле:

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{M}{0,2 \tau_{\text{дон}}}}; \quad (5.8)$$

где: $M \text{ (Н·см)}$.

$\tau_{\text{дон}} = (1200-2000) \text{ н/см}^2$; рекомендуется 1500 н/см^2 ;

10. Диаметр горловины рабочего колеса

$$D_z = \sqrt{D_{1np}^2 + d_{em}^2}; \quad (5.9)$$

где: d_{em} - диаметр втулки рабочего колеса.

$$d_{em} = (1,2-1,4) d_v. \quad (5.10)$$

11. Длина втулки рабочего колеса

$$l_{em} = (1-1,5) d_{em} \quad (5.11)$$

12. Диаметр входа на рабочие лопатки в (мм)

$$D_1 = D_{1np} + 20; \quad (5.12)$$

13. Окружная скорость на входе в каналы рабочего колеса:

$$u_1 = \pi D_1 n / 60, \quad (5.13)$$

где: u_1 (м/с)

14. Скорость входа в рабочее колесо:

$$c_0 = \frac{4Q}{\eta_0 \pi (D_{np}^2 - d_{en}^2)} \quad (5.14)$$

15. Угол α_1 для современных насосов равен 90° , угол β_1 определяют из формулы $tg\beta_1 = c_1/u_1$; полагая, что $c_0 = c_1 = c_{1r} = c_{2r}$

Угол атаки для рабочих колес δ изменяется в пределах от -3° до 5° .
Рекомендуется принимать 4° . Угол наклона лопасти на входе:

$$\beta_{1л} = \beta_1 + \delta \quad (5.15)$$

16. Ширину рабочего колеса на входе выбирают так, чтобы скорость $c_0 = c_1$. Ширину рабочего

колеса можно определить по формуле: $b_1 = \frac{Q}{\eta_0 \pi D_1 \psi_1 c_1}$

Коэффициент стеснения современных насосов на входе в рабочее колесо: $\psi_1 = 0,85 - 0,95$

17. Окружная скорость на выходе из колеса:

$$u_2 = 0,5 c_{2r} ctg\beta_2 + \sqrt{(0,5 c_{2r} ctg\beta_2)^2 + g \frac{H}{\eta_2}} \quad (5.16)$$

где: H (м); угол β_2 изменяется в пределах $15-45^\circ$. Рекомендуется 17° .
Угол $\beta_{2л}$ выбираем 19° .

18. Диаметр на выходе из рабочего колеса:

$$D_2 = 60 u_2 / (\pi n) \quad (5.17)$$

19. Ширина рабочего колеса на выходе:

$$b_2 = b_1 \frac{D_1}{D_2} \quad (5.18)$$

20. Число лопаток определяют по эмпирической формуле Пфлейдерера:

$$z = 6,5 \frac{m+1}{m-1} \sin \frac{\beta_{1л} + \beta_{2л}}{2}; \quad (5.19)$$

где: $m = \frac{D_2}{D_1}$.

Начальный участок лопатки утоняют по направлению к входной кромке примерно в 2 раза на длине, равной 1/3 длины лопатки, причем входную кромку лопатки скругляют. Толщина лопастей литых чугунных колес принимается по соображениям технологии не менее 4 мм.

21. Осевое усилие определяем по формуле:

$$p_0 = (p_2 - p_1) (D_1^2 - d_6^2) \pi / 4 \quad (5.20)$$

где: D_i диаметр на входе в рабочее колесо.

22. Диаметр начальной окружности отвода: $D_3 = (1,05 - 1,15) D_2$

23. Ширина сечения отвода: $b_3 = b_2 + (0,04 - 0,06) D_2$

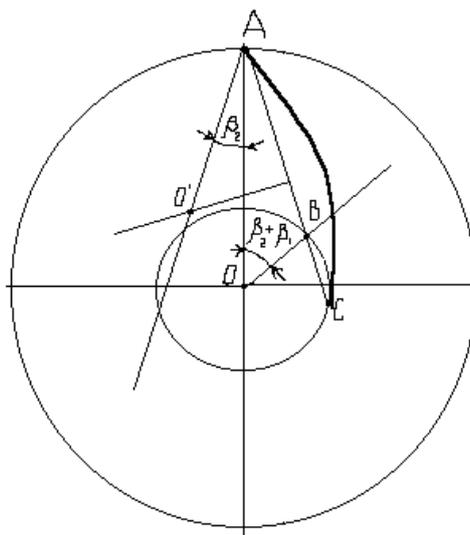


Рис. 5.1. Построение средней линии сечения лопасти

24. Построение средней линии сечения лопасти одной дугой проводится следующим образом, см рис.5.1:

- Из т. А откладывают угол β_2 и проводят линию,
- Из т. О откладывают угол $\beta_1 + \beta_2$, и на пересечении линии и окружности радиусом R_1 находят т. В.
- Проводят линию АВ и находят точку С.
- От АС опускаем серединный перпендикуляр до пересечения с первой линией, получаем т. О". Это центр дуги срединной линии лопасти.

25. Для концевое сечения круглой формы радиус r_k (рис.3) определяется из площади сечения, определяемого как:

$$S_n = Q_n / (c_a^1)_{\text{опт}} \quad (5.21)$$

Оптимальная скорость в спиральном отводе определяется как:

$$(c_a^1)_{\text{опт}} = 0,7 c_2. \quad (5.22)$$

26. Расход в сечениях определяется по формулам:

$$Q_n = Q \varphi_n / 360^\circ \quad (5.23)$$

27. C_2 определяют из уравнения:

$$c_2^2 = c_{2r}^2 + c_{2u}^2, \quad c_{2u} = u_2 - c_{2r} \operatorname{ctg} \beta_2. \quad (5.24)$$

28. Скорость, в подводах насосов, принимают равной скорости входа в рабочее колесо или $0,8-0,85 C_o$.

29. Теоретические характеристики лопастного насоса можно построить по следующим зависимостям:

$$\begin{aligned} H_m &= C - EQ; \\ N &= \rho g Q (C - EQ); \\ \eta &= (\rho g H Q) / (1000 N) \end{aligned} \quad (5.25)$$

где: $C = (\pi D_2 n)^2 / 3600 g$,
 $E = (n \operatorname{ctg} \beta_2) / (60 b_2 g)$

11.2. Методические указания по подготовке к лабораторным работам.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

11.3. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты, подготовиться к выполнению экспериментов (исследований) и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым формам контроля.

1. При подготовке к занятиям необходимо изучить теоретическую часть вопроса данной темы по конспектам лекций, теоретическому материалу, изложенному в методических указаниях к практическим занятиям, и учебнику.

2. Внести дополнения по рассмотренным вопросам в конспекты лекций.

3. Подготовиться к практическому занятию, переписав ход решения задач, и рассмотреть порядок их выполнения. Отметить в конспекте, что непонятно в ходе ее выполнения.

4. Выполнить в тетради для практических работ раздел «самостоятельная работа студентов». Для этого ознакомиться с типовыми задачами и примерами их решения. Отметить, какие вопросы и задачи вызвали затруднения в решении.

Самостоятельная работа студентов один из лучших методов самопроверки усвоения теоретического материала.

5. В случае возникновения затруднений при изучении курса следует подойти к преподавателю на консультацию.

Виды самостоятельной работы студентов:

Работа с книгой. При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. Первичное - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого олова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача вторичного чтения полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой.

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться.
- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

1. Информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. Усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. Аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. Творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2.Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3.Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4.Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5.Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Самопроверка. После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Консультации. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзамену. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина **Гидравлические машины и гидропневмоприводы**

Код, направление подготовки **21.03.01 Нефтегазовое дело**

Направленность **Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60)	3 (61-75)	4 (76-90)	5 (91-100)
ПКС-1 способность осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-1.4 Обеспечивает контроль производственных процессов с применением современного оборудования и материалов	Знать (З1): производственные процессы	не знает	Демонстрирует отдельные знания	Демонстрирует достаточные знания	Демонстрирует исчерпывающие знания
		Уметь (У1): применять современное оборудование и материалы	не умеет	Демонстрирует отдельные знания	Демонстрирует достаточные знания	Демонстрирует исчерпывающие знания
		Владеть (В1): навыками обеспечения контроля производственных процессов с применением современного оборудования и материалов	не владеет	Демонстрирует отдельные знания	Демонстрирует достаточные знания	Демонстрирует исчерпывающие знания
ПКС-2 Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-2.1 Учитывает назначение, правила эксплуатации и ремонта нефтегазового оборудования	Знать (З2): назначение, правила эксплуатации нефтегазового оборудования	не знает	Демонстрирует отдельные знания	Демонстрирует достаточные знания	Демонстрирует исчерпывающие знания
		Уметь (У2): ремонтировать нефтегазовое оборудование	не умеет	Демонстрирует отдельные знания	Демонстрирует достаточные знания	Демонстрирует исчерпывающие знания
		Владеть (В2): навыками учёта назначения, правил эксплуатации и ремонта нефтегазового оборудования	не владеет	Демонстрирует отдельные знания	Демонстрирует достаточные знания	Демонстрирует исчерпывающие знания

КАРТА

обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой
 Дисциплина **Гидравлические машины и гидропневмоприводы**
 Код, направление подготовки **21.03.01 Нефтегазовое дело**
 Направленность **Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Кожевникова, Н. Г. Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум [ЭР] / Н. Г. Кожевникова, А. В. Ещин, Н. А. Шевкун. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 352 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com	Электр. ресурс	25	100	+
2	Земенкова, М. Ю. Основы эксплуатации гидравлических систем нефтегазовой отрасли. [ЭР] : учебник / М. Ю. Земенкова, А. А. Венгеров, И. В. Тырылгин, К. С. Воронин. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. — 400 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com	Электр. ресурс	25	100	+
3	Челомбитко, С. И. Гидравлические машины [ЭР] : учебное пособие / С. И. Челомбитко. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. — 32 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com	Электр. ресурс	25	100	+

И.о.заведующего кафедрой

«31» 08 2020 г.


 (подпись)

Р.Д. Татлыев

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины (модуля)**

на 20__ - 20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

Дополнения и изменения внес:

_____ (должность, ученое звание, степень) _____ (подпись) _____ (И.О. Фамилия)

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

(наименование кафедры)

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____.

И.О. Заведующего кафедрой _____ Р.Д. Татлыев

СОГЛАСОВАНО:

И.о. Заведующего выпускающей кафедрой/

Руководитель образовательной программы _____ Р.Д. Татлыев

«_____» _____ 20__ г.