

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Н.К. Кондрашева

Проректор по образовательной
деятельности, доцент
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль):	Химическая технология неорганических веществ
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составители:	доцент О.В. Зырянова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теплоэнергетическое оборудование и энергоснабжение химических заводов» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 922 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана подготовки бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ».

Составители: _____ доцент каф. ХТПЭ Зырянова О.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2021г., протокол № 19.

Заведующий кафедрой ХТПЭ _____ Н.К. Кондрашева

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Теплоэнергетическое оборудование и энергоснабжение химических заводов» - научить студентов оценивать энергетическую составляющую теплоэнергетического производства в химической промышленности, являющуюся важнейшей составной частью производства.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление студентов с разнообразным энергетическим хозяйством заводов – источниками и носителями энергии,
- их получением и преобразованием,
- рациональным использованием и с путями использования вторичных энергоресурсов, играющих важнейшую роль в химическом производстве.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теплоэнергетическое оборудование и энергоснабжение химических заводов» относится к части «ФТД. Факультативные дисциплины» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и изучается в 7,8 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теплоэнергетическое оборудование и энергоснабжение химических заводов» являются «Процессы и аппараты химической технологии», «Материалы для оборудования неорганических производств», «Общая химическая технология», «Техническая термодинамика».

Дисциплина «Теплоэнергетическое оборудование и энергоснабжение химических заводов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Химические реакторы», «Методы утилизации отходов предприятий по переработке минерального сырья», «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии неорганических веществ» и выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является расчет и выбор аппаратов, применяемых для переноса жидких и газообразных сред..

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теплоэнергетическое оборудование и энергоснабжение химических заводов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6	УК-6.1. Знает основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни
		УК-6.2. Умеет эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения
		УК-6.3. Владеет методами управления собственным временем; технологиями приобретения,

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
Способен использовать знания физико-химических свойств материала для решения профессиональных задач	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает: физико-химические основы и методы получения конечных продуктов
		ПКС-3.2. Умеет: проводить эксперимент по заданной методике, подбирать технологические параметры процесса производства конечных продуктов
		ПКС-3.3. Владеет: навыками определения характеристик и оптимальных технологических параметров процесса производства

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
Аудиторные занятия, в том числе:	46	34	12
Лекции	17	17	-
Практические занятия (ПЗ)	12	-	12
Лабораторные работы (ЛР)	17	17	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	62	38	24
Проработка конспекта лекций	6	6	
Подготовка к лабораторным работам	6	6	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	18	10	8
Подготовка к зачету / дифф. зачету	32	16	16
Промежуточная аттестация – зачет - 3		3	3
Общая трудоемкость дисциплины			
ак. час.	108	72	36
зач. ед.	3	2	1

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Введение. Топливо-энергетический баланс в химической промышленности»	10	2	-	-	8
Раздел 2 «Водоснабжение производства»	43	7	6	8	22
Раздел 3 «Воздухоснабжение производства»	34	4	4	6	20
Раздел 4. «Топливоснабжение производства»	10	2	2	-	6
Раздел 5. «Классификация и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР). Использование теплоты систем охлаждения узлов печей»	11	2	-	3	6
Итого:	108	17	12	17	62

4.2.2. Содержание разделов дисциплин

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение. Топливо-энергетический баланс в химической промышленности.	Состав и роль теплоэнергетического оборудования химической промышленности. Современное состояние и роль энергосбережения на химических заводах. Цель, задачи и содержание дисциплины. Виды и источники энергии на химической промышленности. Энергоемкость этих производств. Энергоемкость печных переделов. Приходная часть энергетических балансов печных агрегатов. Полезные затраты энергии и потери.	2
2	Водоснабжение производства	Потребление воды. Требования к воде. Схемы водоснабжения и канализации. Очистка сточных вод. Основное оборудование систем водоснабжения и канализации. Насосное оборудование. Классификация насосов. Основные параметры, характеристики и показатели насосной установки. Поршневые, ротационные, центробежные, осевые, бесприводные насосы – основы теории, конструкция, характеристики, работа на сеть, область применения.	7
3	Воздухоснабжение производства	Потребление воздуха. Его параметры. Источники воздухоснабжения переделов. Воздухоподающее оборудование. Классификации воздухоподающих машин. Основные параметры, характеристики и показатели воздухоподающих машин. Поршневые, ротационные, центробежные,	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		осевые, бесприводные воздухоподающие машины – основы теории, конструкция, характеристики, работа на сеть, область применения.	
4	Топливоснабжение производства	Газоснабжение. Параметры газа. Системы газоснабжения. Газопроводы, газорегуляторные установки, газосмесительные, газоповысительные станции. Мазутоснабжение, мазутонасосные станции, мазутопроводы.	2
5	Классификация и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР). Использование теплоты систем охлаждения узлов печей	Теплоутилизационные установки на отходящих газах печей. Котлы утилизаторы, регенераторы, рекуператоры – основы конструкции, разновидности, тепловая работа, методика расчета, характеристика, область применения. Системы охлаждения, их основные особенности.	2
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Расчет основных параметров работы насосных установок	6
2	Раздел 3	Расчет центробежных вентиляторов	4
3	Раздел 4	Методика расчета системы топливоснабжения установок химической промышленности	2
Итого:			12

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Снятие напорной характеристики насоса Параллельная работа центробежных насосов на сеть Напорная характеристика центробежного вентилятора Устройство, принцип действия и назначение перистальтических насосов	10
2	Раздел 3	Определение коэффициента трения при движении газового потока по каналам. Определение коэффициента местных сопротивлений Снятие характеристики сети	4
3	Раздел 4	Устройство, принцип действия и назначение рекуператора	3
Итого:			17

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение. Топливо-энергетический баланс в химической промышленности

1. Перечислите задачи, которые решаются при создании и эксплуатации теплоэнергетического оборудования.
2. От каких факторов зависит потребление тепловой и электрической энергии промышленным предприятием?
3. Назовите срок эксплуатации оборудования, после которого происходит значительное снижение его надежности и экономичности.
4. Назовите срок эксплуатации оборудования, после которого его выгодно демонтировать.
5. Как влияет качество топлива на состояние оборудования систем теплоэнергоснабжения.

Раздел 2. Водоснабжение производства

1. Перечислите системы охлаждения печей химического производства, дайте их характеристику.
2. Какие существуют схемы водоснабжения и канализации?
3. Какое оборудование используется в системах водоснабжения и канализации?
4. Дайте классификацию насосов.
5. Полный напор, подача насоса, высота всасывания поршневых насосов.

Раздел 3. Воздухоснабжение производства

1. Потребление воздуха на химических предприятиях и его параметры.
2. Объемные воздухоподающие машины.

3. Рабочий процесс в одноступенчатом поршневом компрессоре.
4. Лопастные машины.
5. Вентиляторы.

Раздел 4. Топливоснабжение производства

1. Основные определения, классификация топлива.
2. Газообразное топливо. Дайте краткую характеристику систем газоснабжения.
3. Перечислите топливосжигающие устройства.
4. Основные принципы расчета топливосжигающих устройств.
5. Мазутоснабжение и мазутопроводы.

Раздел 5. Классификация и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР).

Использование теплоты систем охлаждения узлов печей

1. Что считается вторичными энергоресурсами?
2. Краткая характеристика котлов утилизаторов,
3. Краткая характеристика регенераторов.
4. Краткая характеристика рекуператоров.
5. Основы конструкции, разновидности, тепловая работа, методика расчета, характеристика, область применения.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачет)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету:

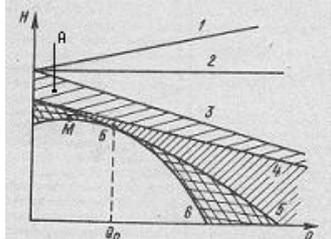
1. Что такое энерготехнология?
2. Что является показателем энергоемкости химического производства?
3. Энергия, применяемая для нагревания, плавления, сушки, выпарки, стабилизации и т.д., этоэнергия.
4. Что такое ВЭР?
5. Что является критерием экономичного использования энергии?
6. Тепловой КПД, формула для его нахождения.
7. В каком оборудовании может быть использовано тепло газообразных продуктов?
8. Опишите принцип работы поршневого насоса.
9. Какой вид имеют теоретическая и действительная напорные характеристики поршневого насоса?
10. Что такое инерционный напор?
11. Дайте определение объемного КПД насоса.
12. Как классифицируют поршневые насосы по типу вытеснителей?
13. Какой насос обладает наибольшей равномерной подачей?
14. По какому уравнению рассчитывается максимальная высота всасывания насоса?
15. Напишите выражение для полезной мощности насоса.
16. В чем измеряется мощность в разных системах единиц измерений?
17. По какой формуле определяется средняя величина максимальной мгновенной подачи насоса двойного действия?
18. Чему равна степень неравномерности подачи для насоса простого действия?
19. Как определяется величина среднего индикаторного давления?
20. Перечислите преимуществ центробежных насосов, по сравнению с поршневыми.
21. Какое максимальное давление могут развивать роторные насосы?
22. По какой формуле может быть подсчитана теоретическая производительность шестеренного насоса?
23. Чему обычно равна $W_{см}$ в водовоздушных эрлифтах?
24. Какой недостаток у поршневых насосов затрудняет и ограничивает их использование?
25. Как связана теоретическая производительность поршневых насосов с величиной полного напора?
26. Сколько атмосфер создают центробежные средненапорные насосы?

27. По какой формуле рассчитывается величина окружной скорости в любом кольцевом сечении колеса центробежного насоса?
28. Для чего нужна установка воздушного колпака в поршневом насосе?
29. Напишите формулу для расчета полезного напора насоса?
30. В чем заключается явление кавитации?
31. Как регулируют центробежные насосы?
32. Когда работа центробежного насоса на сеть будет неустойчивой?
33. Потребление воздуха на химических предприятиях.
34. Опишите рабочий процесс в одноступенчатом поршневом компрессоре.
35. Опишите рабочий процесс в многоступенчатом поршневом компрессоре.
36. Напишите основное уравнение работы центробежных вентиляторов.
37. Какое давление могут создавать центробежные вентиляторы?
38. Какие виды топлива вы знаете?
39. Что оценивает КПД теплового двигателя?
40. Перечислите топливосжигающие устройства.
41. Перечислите основные статьи прихода теплоты в тепловом балансе печей.
42. Перечислите основные статьи расхода теплоты в тепловом балансе печей.
43. Как повысить эффективность процессов теплообмена в печи?
44. Что считается вторичными энергоресурсами?
45. Дайте краткую характеристику котлов утилизаторов.

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Объемные насосы названы так потому, что	<ol style="list-style-type: none"> они передают энергию жидкости дискретно, её отдельным порциям; рабочий объем насосов является главной их характеристикой; в них постоянно имеется неизменный объем жидкости; габариты этих насосов велики по отношению к расходу проходящей через них жидкости;
2.	В струйном насосе жидкость движется за счет	<ol style="list-style-type: none"> энергии, которая ей передается от другой движущейся жидкости или газа; давления, которое создает в корпусе насоса другая жидкость или газ; пьезометрического напора, который создается другой жидкостью; передачи ей кинетической энергии от лопастей рабочего колеса;
3.	В формуле $H = Z \pm Z_m + \frac{P_m + P_v}{\gamma} + \frac{W_n^2 - W_{вс}^2}{2g},$ определяющей полный напор,	<ol style="list-style-type: none"> может иметь самые различные значения как положительные, так и отрицательные; чаще всего равен нулю; чаще всего имеет сравнительно небольшую отрицательную величину;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	развиваемый насосом, двучлен $\frac{W_n^2 - W_{вс}^2}{2g}$ на практике	4. чаще всего имеет сравнительно небольшую положительную величину;
4.	Количество тактов всасывания в дифференциальном насосе к количеству тактов нагнетания за один цикл	1. 1 к 1; 2. 2 к 1; 3. 1 к 2; 4. 2 к 2;
5.	При переходе от теоретической напорной характеристики центробежного насоса к действительной области А (см. рис.) отвечает учет 	1. конечного числа лопаток в рабочем колесе; 2. потерь напора на удар при входе и выходе жидкости из рабочего колеса; 3. потерь напора на трение в проточной части корпуса насоса; 4. конечного числа лопаток в направляющем аппарате;
6.	Степень неравномерности подачи поршневых насосов простого действия	1. 2π ; 2. π ; 3. $\pi/2$; 4. 1,05;
7.	Наибольшей равномерностью подачи обладают насосы	1. дифференциальные; 2. простого действия; 3. многоцилиндровые; 4. двойного действия;
8.	Характеристика мощности на валу центробежного насоса при данной скорости вращения с увеличением производительности насоса (ось абсцисс) представляет собой	1. монотонно возрастающую кривую; 2. монотонно снижающуюся кривую; 3. кривую с максимумом; 4. кривую с минимумом;
9.	Если в порядке убывания величины удельного числа оборотов расположить насосы, то получится следующий ряд	1. быстроходный – тихоходный – нормальный – осевой – диагональный; 2. осевой – диагональный – тихоходный – нормальный – быстроходный; 3. осевой – диагональный – быстроходный – нормальный – тихоходный; 4. диагональный – осевой – быстроходный – нормальный – диагональный;
10.	На кривой производительности газлифта режим, отвечающий некоторой характерной точке (А) на возрастающей части кривой, относится к	1. максимальному к.п.д. газлифта; 2. минимальному к.п.д. газлифта; 3. минимально возможному относительному погружению газлифта h/H ;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. наибольшему весовому расходу газа на единицу веса перекачиваемой жидкости;
11.	Воздухоподающая машина, развивающая положительное избыточное давление 25 кПа, относится к	1. нагнетателям; 2. вентиляторам высокого давления; 3. компрессорам; 4. вентиляторам среднего давления;
12.	В выражении для работы, совершаемой над газом в воздухоподающей машине $A = (z_H - z_{вс}) + \left(\frac{P_H}{\gamma_H} - \frac{P_{вс}}{\gamma_{вс}} \right) +$ <p style="text-align: right;">первые три</p> $+ \frac{w_H^2 - w_{вс}^2}{2g} + c_v (T_H - T_{вс}) + q$ разности представляют собой	1. полный напор машины; 2. полную работу сжатия; 3. собственно работу сжатия; 4. собственно работу сжатия + приращение геодезических и динамических напоров в машине;
13.	Показателем энергоемкости химического производства является:	1. Расход катализатора на кубометр получаемой продукции; 2. Расход сырья на килограмм получаемой продукции; 3. Масса получаемого продукта к затраченной энергии; 4. Расход энергии на единицу получаемой продукции;
14.	Энергия, применяемая для нагревания, плавления, сушки, выпарки, стабилизации и т.д. – это:	1. Электрическая; 2. Внутрядерная; 3. Тепловая; 4. Световая;
15.	Энергия, используемая для реализации фотохимических реакций – это:	1. Электрическая; 2. Внутрядерная; 3. Тепловая; 4. Световая;
16.	Энергетические отходы или побочные продукты производства:	1. Тепловая энергия; 2. ВЭР; 3. Световая энергия; 4. Электрическая энергия;
17.	Энергетическая ценность источников энергии:	1. Количество энергии, которое может быть получено при использовании источников энергии; 2. Количество энергии, затраченное на добычу данных источников; 3. Количество энергии, необходимое для сжигания топлива; 4. Количество энергии, полученное при протекании химической реакции;
18.	На какие группы подразделяются гидравлические двигатели:	1. Водяные колеса и гидротурбины; 2. На гидроподъемные машины и гидромолы; 3. Машины, использующие природную

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		энергию жидкости и машины, потребляющие энергию жидкости, создаваемую другими устройствами; 4. Системы водоснабжения, канализации, циркуляции растворов;
19.	На какие две группы подразделяются гидроподающие машины:	1. Водяные колеса и гидротурбины; 2. Гидроподъемные машины и насосы; 3. Гидроподъемные машины и гидромуфты 4. Насосы и гидротурбины;
20.	На какие группы можно подразделить существующие насосы:	1. Объемные, лопастные и приводные; 2. Лопастные и бесприводные; 3. Объемные, лопастные и бесприводные; 4. Лопастные, поршневые, объемные и приводные;

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	При выборе насоса для проектируемой насосной установки потребная величина полного напора насоса определяется выражением	1. $H = H_n - H_{вс}$; 2. $H = Z \pm Z_n + \frac{P_m + P_v}{\gamma} + \frac{W_n^2 - W_{вс}^2}{2g}$; 3. $H = h_{зео.м} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \sum h_{ном}$; 4. $H = Z_n - Z_{вс} + \frac{P_n - P_{вс}}{\gamma} - \frac{W_n^2 - W_{вс}^2}{2g}$;
2.	При заборе жидкости из открытого резервуара насосом, расположенным выше этого резервуара, максимально возможная высота всасывания насоса	1. не зависит от величины атмосферного давления; 2. понижается при увеличении атмосферного давления; 3. повышается при увеличении глубины погружения заборного конца всасывающей трубы в жидкость; 4. повышается при увеличении атмосферного давления;
3.	Мощность «на валу» насоса, – это	1. полезная мощность, которую развивает насос; 2. мощность, которую развивает двигатель насосной установки; 3. мощность, потребляемая насосом; 4. мощность, которую насос передает жидкости;
4.	С увеличением температуры жидкости максимальная высота всасывания	1. повышается; 2. снижается; 3. остается неизменной; 4. начинает зависеть от равномерности подачи;

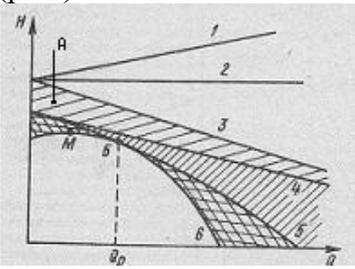
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
5.	Главным достоинством поршневых насосов является то, что	<ol style="list-style-type: none"> они способны развивать очень высокие давления независимо от их габаритов и производительности; они очень просты по устройству; они не требуют высокой скорости вращения привода; они неприхотливы в обслуживании;
6.	Окружная скорость при движении жидкости в рабочем колесе направлена	<ol style="list-style-type: none"> по касательной к окружности; по касательной к лопатке колеса; перпендикулярно лопатке колеса; в сторону абсолютной скорости;
7.	Неустойчивой работа центробежного насоса на сеть будет в том случае, когда	<ol style="list-style-type: none"> высота всасывания насоса отрицательна; характеристика сети пересекает напорную характеристику насоса в двух точках; лопатки рабочего колеса насоса загнуты в сторону, обратную направлению вращения; давление на выходе насоса меньше давления на входе;
8.	Наиболее неприемлемым способом регулирования производительности установки с центробежным насосом является, как правило,	<ol style="list-style-type: none"> дросселирование нагнетательной линии; перепуск части жидкости из нагнетательного трубопровода во всасывающий или в питающий резервуар; изменение скорости вращения рабочего колеса; дросселирование всасывающей линии;
9.	Параллельное соединение центробежного насоса с поршневым	<ol style="list-style-type: none"> применяется для увеличения напора насосной установки; ничего не дает кроме бесполезного расхода энергии; применяется для увеличения подачи насосной установки; используется для ликвидации неравномерности подачи поршневого насоса;
10.	Формула, правая часть которой представлена выражением $P_M + P_e + \frac{w_H^2 - w_{вс}^2}{2g} \gamma_{вс},$ определяет для воздухоподающей машины	<ol style="list-style-type: none"> полную работу сжатия; все энергетические затраты машины высокого давления; полный напор машины низкого давления; собственно работу сжатия + затраты на приращение динамического напора газа в машине;
11.	Конечную температуру сжатия газа в воздухоподающей машине рассчитывают по формуле	<ol style="list-style-type: none"> $T_n = T_{вс} (p_n / p_{вс})^{(n-1)/n}, \text{ К};$ $T_n = T_{вс} (p_n / p_{вс})^{n/(n-1)}, \text{ К};$ $t_n = t_{вс} (p_n / p_{вс})^{n/(n-1)}, \text{ } ^\circ\text{C};$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. $T_n = T_{вс} (\gamma_n / \gamma_{вс})^{(n-1)/n}$, К;
12.	Многоступенчатое сжатие позволяет получить в поршневой воздухоподающей машине общую высокую степень сжатия благодаря	<ol style="list-style-type: none"> 1. распределению общей работы сжатия между ступенями машины; 2. тому, что коэффициент подачи многоступенчатой машины увеличивается с ростом числа ступеней; 3. охлаждению сжатого газа между ступенями; 4. тому, что при многоступенчатом сжатии не происходит снижения объёмного к.п.д.;
13.	Критерием экономичного использования энергии является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коэффициент использования энергии; 2. Энергетическая ценность источника энергии; 3. Полный КПД; 4. Объёмный КПД;
14.	Тепловые потери в окружающую среду понижаются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличением количества сырья; 2. Конструктивным оформлением; 3. Увеличением поверхности теплопередачи; 4. Уменьшением времени реакции;
15.	Тепловой КПД- это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Количество тепла, используемого для осуществления основных реакций к общему количеству затраченного тепла; 2. Отношение массы исходного топлива к массу продукта; 3. Количество общего затраченного тепла к теплу, используемому для осуществления основных реакций; 4. Отношение тепла, выделяющегося при протекании реакции к теплу, затраченному для ее начала;
16.	Формула для нахождения теплового КПД:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\eta_m = \frac{W_m}{W_{np}}$; 2. $\eta_\varepsilon = \frac{Q_m}{Q_{np}}$; 3. $\eta_\varepsilon = \frac{W_m}{W_{np}}$; 4. $\eta_m = \frac{Q_m}{Q_{np}}$;
17.	Тепло газообразных продуктов может быть использовано в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. циклонах; 2. градирнях; 3. котлах- утилизаторах; 4. экстракторах;
18.	Понятие гидравлических машин:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устройства, в процессе которых происходит уменьшение энергии жидкости; 2. Устройства, в процессе которых происходит увеличение энергии жидкости; 3. Устройства, для перемещения жидкости в системах водоснабжения; 4. Все ответы верны;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
19.	На какие категории подразделяются гидравлические машины в общем?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы водоснабжения, гидравлические двигатели, гидравлические передачи; 2. Гидравлические двигатели, гидравлические передачи и гидроподающие машины; 3. Системы водоснабжения, канализации, циркуляции растворов; 4. Системы водоснабжения, канализации, циркуляции растворов, гидроподающие машины;
20.	Принцип работы гидравлических двигателей:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Происходит потребление электрической энергии, за счет чего совершается техническая работа; 2. Энергия жидкости используется как некоторая промежуточная между входной и выходной механической энергией рабочих органов машины; 3. Происходит потребление (уменьшение) энергии жидкости за счет чего совершается техническая работа; 4. Происходит увеличение энергии жидкости;

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	В формуле полезной мощности $N=N_i \cdot (\dots)$ в скобках должно стоять выражение	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\eta_i \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{пер}}$; 2. $\eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_{\text{пер}}$; 3. $\eta \cdot \eta_{\text{дв}}$; 4. $\eta \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{дв}}$; <p>где η_v, η_h, η_i, $\eta_{\text{мех}}$, $\eta_{\text{дв}}$, $\eta_{\text{пер}}$, η – к.п.д., соответственно, объемный, гидравлический, индикаторный, механический, двигателя, передачи и полный насоса</p>
2.	Величина скорости всасывания насоса определяется	<ol style="list-style-type: none"> 1. производительностью насоса; 2. диаметром всасывающего трубопровода; 3. производительностью насоса и площадью рабочего поршня; 4. производительностью насоса и диаметром всасывающего трубопровода;
3.	Степень неравномерности подачи поршневого насоса, – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. отношение максимальной мгновенной подачи насоса к его теоретической производительности; 2. отношение средней мгновенной подачи насоса к его теоретической производительности; 3. соотношение между скоростью

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>движения поршня насоса и скоростью движения конца кривошипа;</p> <p>4. отношение скорости движения поршня насоса к угловой скорости кривошипа;</p>
4.	<p>Величина действительного полного напора, развиваемого одноколёсным центробежным насосом, на практике ограничена</p>	<p>1. тем, что с ростом развиваемого насосом давления в конце концов снижается до нуля объемный к.п.д. насоса;</p> <p>2. тем, что рост окружной скорости на выходе колеса приводит к неприемлемому росту гидравлических потерь;</p> <p>3. механической прочностью колеса, испытывающего действие увеличивающихся центробежных сил;</p> <p>4. резким снижением высоты всасывания насоса и в конечном счете, закипанием жидкости на его входе;</p>
5.	<p>Теоретическая производительность центробежного насоса определяется формулой $Q_T = F_{\text{вых}} \cdot v_{\text{вых}}$, где</p>	<p>1. $F_{\text{вых}} = \pi D_2$, а $v_{\text{вых}} = c_2$ (D_2 – наружный диаметр колеса, c_2 – абсолютная скорость на выходе колеса);</p> <p>2. $F_{\text{вых}} = \pi D_2$, а $v_{\text{вых}} = w_2$ (w_2 – относительная скорость на выходе колеса);</p> <p>3. $F_{\text{вых}} = \pi D_2 b_2$, а $v_{\text{вых}} = c_{u2}$ (b_2 – расстояние на выходе жидкости из колеса между ведущим и ведомым дисками колеса, c_{u2} – окружная составляющая абсолютной скорости);</p> <p>4. $F_{\text{вых}} = \pi D_2 b_2$, а $v_{\text{вых}} = c_2$;</p>
6.	<p>Ход теоретической напорной характеристики центробежного насоса по варианту 1 или 3 (рис.) – зависит от</p> 	<p>1. соотношения относительной и абсолютной скоростей жидкости на выходе колеса;</p> <p>2. соотношения относительной и окружной скоростей жидкости на выходе колеса;</p> <p>3. угла выхода лопатки колеса насоса;</p> <p>4. соотношения между диаметром и шириной колеса на его выходе;</p>
7.	<p>Основными недостатками эрлифтов являются</p>	<p>1. низкий к.п.д.;</p> <p>2. необходимость большой глубины погружения;</p> <p>3. сложность обслуживания и конструкции;</p> <p>4. 1+2;</p>
8.	<p>Полный напор насоса или техническая работа, совершаемая насосом над жидкостью, имеет размерность</p>	<p>1. Н·м</p> <p>2. Вт·ч</p> <p>3. кГ·м</p> <p>4. м</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	Чаще всего мощность измеряют в киловаттах. Формулу $N = \gamma HQ$ в технической системе следует записать так	<ol style="list-style-type: none"> 1. $N = \gamma HQ$ кВт 2. $N = \gamma HQ \cdot 10^3$ кВт 3. $N = \gamma HQ / 9,8$ кВт 4. $N = \gamma HQ / 102$ кВт
10.	Наибольшей равномерностью подачи обладают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одноцилиндровые насосы; 2. Многоцилиндровые насосы; 3. Насосы двойного действия; 4. Все перечисленные;
11.	Неравномерность подачи поршневых насосов:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не влияет на их использование; 2. Влияет на герметичность; 3. Уменьшает их производительность; 4. Затрудняет и ограничивает их использование;
12.	При увеличении частоты вращения теоретическая напорная характеристика:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сдвигается в сторону меньших производительностей; 2. Сдвигается в сторону больших производительностей; 3. Сдвигается в сторону больших напоров; 4. Не меняет положение;
13.	Принцип работы поршневого насоса определяет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неограниченность напора; 2. Ограниченность напора; 3. Нагнетание несжимаемой жидкости за счет увеличения герметичного объема; 4. Неограниченность производительности;
14.	Действительная напорная характеристика имеет вид:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Параболы; 2. Прямой; 3. Кривой, с отклонением в сторону напоров; 4. Прямой, параллельной оси напоров;
15.	Понятие гидравлических машин:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устройства, в процессе которых происходит уменьшение энергии жидкости; 2. Устройства, в процессе которых происходит увеличение энергии жидкости; 3. Устройства, для перемещения жидкости в системах водоснабжения; 4. Все ответы верны;
16.	На какие категории подразделяются гидравлические машины в общем?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы водоснабжения, гидравлические двигатели, гидравлические передачи; 2. Гидравлические двигатели, гидравлические передачи и гидроподающие машины; 3. Системы водоснабжения, канализации, циркуляции растворов; 4. Системы водоснабжения, канализации, циркуляции растворов, гидроподающие машины;
17.	Принцип работы гидравлических двигателей:	1. Происходит потребление электрической

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>энергии, за счет чего совершается техническая работа;</p> <p>2. Энергия жидкости используется как некоторая промежуточная между входной и выходной механической энергией рабочих органов машины;</p> <p>3. Происходит потребление (уменьшение) энергии жидкости за счет чего совершается техническая работа;</p> <p>4. Происходит увеличение энергии жидкости;</p>
18.	На какие группы подразделяются гидравлические двигатели:	<p>1. Водяные колеса и гидротурбины;</p> <p>2. На гидроподъемные машины и гидромолоты;</p> <p>3. Машины, использующие природную энергию жидкости и машины, потребляющие энергию жидкости, создаваемую другими устройствами;</p> <p>4. Системы водоснабжения, канализации, циркуляции растворов;</p>
19.	На какие две группы подразделяются гидроподающие машины:	<p>1. Водяные колеса и гидротурбины;</p> <p>2. Гидроподъемные машины и насосы;</p> <p>3. Гидроподъемные машины и гидромолоты;</p> <p>4. Насосы и гидротурбины;</p>
20.	На какие группы можно подразделить существующие насосы:	<p>1. Объемные, лопастные и приводные;</p> <p>2. Лопастные и бесприводные;</p> <p>3. Объемные, лопастные и бесприводные;</p> <p>4. Лопастные, поршневые, объемные и приводные;</p>

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Кузнецов, Ю. В. Насосы, вентиляторы, компрессоры / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-9832-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/199508>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-4988-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130190>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции: учебное пособие / К. П. Моргунов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-2956-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111207>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Поникаров, И. И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учебное пособие / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 716 с. — ISBN 978-5-8114-4753-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126151>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Практикум по гидравлике: учебное пособие / Н. Г. Кожевникова, Н. П. Тогунова, А. В. Ещин [и др.]. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 428 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009119-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012462>. — Режим доступа: по подписке.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/

3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>

4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>

10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: www.biblio-online.ru.

17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>

18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan C 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

Аудитории для проведения практических занятий.

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan C 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 « На поставку компьютерной техники»)
2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)
4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL)
5. PHP 7.1.7 (лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)
6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).
7. Python (свободное распространяемое ПО)