

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Гидрогазодинамика

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль

Квалификация	<b>Бакалавр</b>		
Форма обучения	<b>заочная</b>		
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	180		Формы контроля на курсах:
в том числе:			зачет с оценкой 2
аудиторные занятия	14		
самостоятельная работа	162		
часов на контроль	4		

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	<b>2</b>		Итого
	УП	РП	
Лекции	6	6	6 6
Практические	8	8	8 8
Итого ауд.	14	14	14 14
Контактная работа	14	14	14 14
Сам. работа	162	162	162 162
Часы на контроль	4	4	4 4
Итого	180	180	180 180

Программу составил(и):

*Ст. препод., Гавриш П.В.*

Рабочая программа

**Гидрогазодинамика**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, 13.03.01\_21\_Теплоэнергетика и теплотехника\_ПрПТЭ\_заоч\_2020plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.04.2021, протокол № 30

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.04.2021, протокол № 30

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения к.т.н., доцент Нефедов А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целью освоения дисциплины является получение студентами необходимых основ знаний по гидрогазодинамике, на базе которых он в дальнейшем мог бы самостоятельно решать вопросы механизации и автоматизации станочного оборудования, умел бы произвести необходимые расчёты гидравлических и пневматических приводов.
1.2	В результате изучения дисциплины студент должен знать свойства жидкостей, применяемых в гидропневмоприводе, законы гидрогазостатики и гидрогазодинамики, принцип действия гидродвигателей и насосов, основы расчёта гидравлических сетей.
1.3	Задачи:
1.4	- овладение студентами теоретическими знаниями и практическими навыками (умениями);
1.5	- изучение основных физических свойств жидкостей и газов, законов равновесия и движения жидкостей и газов и границы их применения;
1.6	- принцип действия и назначение различных видов гидравлических машин, методик расчета насосных установок.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:	Б1.В.ДВ.01
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Химия
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Воздухоподготовка
2.2.2	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.3	Тепломассообмен
2.2.4	Технология подготовки воды и топлива на объектах теплоэнергетики
2.2.5	Котельные установки и парогенераторы
2.2.6	Тепломассообменное оборудование предприятий
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Технологические энергоносители предприятий
2.2.10	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций**

**Знать:**

ПК-3-31 основные законы и расчетные соотношения механики жидкости и газа, тепломассообмена; основные способы производства тепловой и электрической энергии, ее транспортирования, распределения, потребления.

**Уметь:**

ПК-3-У1 правильно выполнять расчеты основных параметров энергетических установок (систем) и выбор технологического оборудования.

**Владеть:**

ПК-3-В1 навыками поиска необходимой информации, ее анализа и выбора рационального технического решения. методами и приемами выполнения типовых профессиональных задач на высоком уровне производительности, качества и безопасности; методами анализа полученных результатов исследований на действующих экспериментальных и производственных установках.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполнимые работы
	<b>Раздел 1. Введение. Предмет гидрогазодинамики и краткая история её развития. Основы гидростатики</b>							

1.1	Краткая история развития гидротехники. Жидкость и силы действующие на нее. Механические характеристики и основные свойства жидкостей. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность. Закон Архимеда и его приложение. Поверхности равного давления /Лек/	2	0,5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			
1.2	Краткая история развития гидротехники. Жидкость и силы действующие на нее. Механические характеристики и основные свойства жидкостей. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность. Закон Архимеда и его приложение. Поверхности равного давления /Ср/	2	30	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.3	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	30	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1			
	<b>Раздел 2. Основы гидротехники</b>							
2.1	Основные понятия о движении жидкости и газа. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Измерение скорости потока и расхода жидкости и газа. Режимы движения жидкости. Кавитация. Потери напора при ламинарном и турбулентном течении жидкости. Местные гидравлические сопротивления. /Лек/	2	0,5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2			
2.2	Решение задач на движение жидкостей при различных режимах. /Пр/	2	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1			

2.3	Основные понятия о движении жидкости и газа. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Измерение скорости потока и расхода жидкости и газа. /Ср/	2	26	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.4	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	2	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1			
	<b>Раздел 3. Гидравлическое сопротивление</b>							
3.1	Изучение приборов и методов определения давления /Лек/	2	0,5	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1				
3.2	Решение задач на потери в трубопроводах с помощью уравнения Бернулли. /Пр/	2	4	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1			
3.3	Режимы движения жидкости и газа, расход жидкости и газа, потери при разных движениях жидкости. Законы и определения параметров движения жидкости (давлений, скоростей). Гидравлические сопротивления и зависимости потерь от видов насадков и геометрии трубопроводов. /Ср/	2	15	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.4	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	10	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
	<b>Раздел 4. Истечение из отверстий, насадков и из-под затворов</b>							
4.1	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение под уровень. Истечение через насадки при постоянном напоре. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре. Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности. /Лек/	2	0,5	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2			
4.2	Расчеты при истечении жидкости через насадки при постоянном и переменном напоре; из-под затвора /Пр/	2	1	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л2.1			

4.3	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение под уровень. Истечение через насадки при постоянном напоре. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре. Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности. /Ср/	2	21	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
4.4	Выполнение раздела домашнего задания. /Ср/	2	4	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л2.1			
	<b>Раздел 5. Гидравлический расчет простых и сложных трубопроводов</b>							
5.1	Изучение метода определения расхода воздуха по изменению давления в отсеченном объеме /Лек/	2	2	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1			KM1	P1
5.2	Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых и сложных трубопроводов. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Гидравлический удар. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации. /Лек/	2	2	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2		KM1	P1
5.3	Расчет и проектирование простых трубопроводов /Пр/	2	1	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1		KM1	P1
5.4	Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых и сложных трубопроводов. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Гидравлический удар. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации. /Ср/	2	20	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		KM1	P1
5.5	Выполнение раздела контрольной работы "Определение основных параметров и потерь в трубопроводах. Расчет трубопроводов" /Ср/	2	4	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1		KM1	P1
5.6	Подготовка к экзамену /ЗачётСОц/	2	4	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1			KM2	P2

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки**

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
KM1	Теоретические вопросы к зачету с оценкой	ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>1. Что такое линия тока и траектория частицы жидкости? Когда они совпадают? Что такое элементарная струйка, какими свойствами она обладает при установившемся движении жидкости? 2. Что называется потоком жидкости и живым сечением потока? Какими гидравлическими элементами характеризуется живое сечение потока? 3. Что называется расходом жидкости и газа и средней скоростью потока? 4. Чем отличается движение установившееся от неустановившегося, равномерное от неравномерного, напорное от безнапорного? Приведите практические примеры. 5. Каково аналитическое выражение, геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости? 6. В чем отличие уравнения Бернулли для потока реальной жидкости от уравнения Бернулли для элементарной струйки? Что такое коэффициент кинетической энергии, от чего он зависит и что учитывает? 7. На чем основан принцип действия роторных насосов? 8. Что называется давлением в точке, какими двумя свойствами оно обладает? 9. Какой вид имеет основное уравнение гидростатики? Каков его энергетический и геометрический смысл? 10. Что называется полным (абсолютным) и избыточным давлением? 11. Какие Вы знаете единицы измерения давления? 12. Какие приборы называют манометрами и вакуумметрами, что они измеряют? Каким прибором измеряют разность давлений и двух различных точках? 13. Как формулируется закон Паскаля? Какое применение находит этот закон в технике? 14. Как определяется сила гидростатического давления жидкости на плоскую фигуру? Что такое центр давления и как находится глубина его погружения? 15. Что называется напором насоса? Какие существуют способы определения напора? Когда какой способ применяется? 16. Какие существуют зоны гидравлического сопротивления? От чего зависит коэффициент гидравлического трения в каждой из этих зон? 17. Приведите примеры местных гидравлических сопротивлений. 18. Какова формула для определения местных потерь напора при турбулентном режиме течения? 19. По какой формуле определяется коэффициент местного сопротивления при внезапном расширении потока? 20. В чем заключается гидравлический расчет отверстий? 21. Что такое малое отверстие и тонкая стенка? 22. Какие коэффициенты характеризуют истечение жидкости и газа через малые отверстия в тонкой стенке? Каковы их численные значения? Какие аналитические зависимости существуют между этими коэффициентами? Объясните физический смысл этих коэффициентов. 23. Что такое сжатое сечение струи? Где это сечение расположено? Как физически можно объяснить сжатие струи, вытекающей из отверстия? 24. Какое сжатие называется полным и неполным, совершенным и несовершенным? Как влияет тип сжатия струи на величину расхода жидкости, вытекающей из отверстия? 25. Выведите формулы скорости и расхода для малого отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре для случая незатопленной струи. 26. Что такое насадки? Какие типы насадков существуют и где они применяются? 27. Давление потока на преграду. 28. Сопротивление тел в жидкости. 29. Сопротивление трения при обтекании тела. 30. Понятие жидкости. Сила, действующая на жидкость. Физические свойства жидкости. 31. Понятие газа. Сила, действующая на газ. Физические свойства газа.</p>

KM2	Практические задания к зачету с оценкой	ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>1. Плотность дизельного мазута = 878 кг/м<sup>3</sup>. Определить его удельный вес. 2. Медный шард = 100 мм весит в воздухе 45,7 Н, а при погружении жидкость 40,6 Н. Определить плотность жидкости. 3. Расход идеальной жидкости относительной плотности <math>\delta = 0,860</math> в расширяющемся трубопроводе с диаметрами <math>d_1 = 480</math> мм и <math>d_2 = 945</math> мм равен <math>Q = 0,18</math> м<sup>3</sup>/с. Разница в позициях центра сечений равна 2 м. Показание манометра в сечении 1-1 равно <math>p_1 = 3 \times 105</math> Н/м<sup>2</sup>. Определить скорость жидкости в сечениях 1-1 и 2-2; давление <math>p_2</math>. 4. Трубопровод диаметром <math>d = 500</math> мм и длиной <math>L = 1000</math> м наполнен водой при давлении 400 кПа, и температуре воды 50°C. Определить, пренебрегая деформациями и расширением стенок труб, давление в трубопроводе при нагревании воды в нем до 15 0C, если коэффициент объемного сжатия <math>\beta_w = 5,18 \times 10^{-10}</math> Па<sup>-1</sup>, а коэффициент температурного расширения <math>\beta_t = 150 \times 10^{-6}</math> 0C<sup>-1</sup>. 5. Вязкость нефти, определенная по вискозиметру Энглера, составляет 8,5 0Е. Определить динамическую вязкость нефти, если ее плотность <math>\rho = 850</math> кг/м<sup>3</sup>. 6. Определить коэффициент динамической и кинематической вязкости воды, если шарик <math>d = 2</math> мм из эbonита с <math>\rho = 1,2 \times 10^3</math> кг/м<sup>3</sup> падает в воде с постоянной скоростью <math>v = 0,33</math> м/с. Плотность воды <math>\rho = 103</math> кг/м<sup>3</sup>. 7. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром <math>d = 300</math> мм при расходе <math>Q = 0,136</math> м<sup>3</sup>/с и температуре воды 10 0C. 8. При гидравлическом испытании системы объединенного внутреннего противопожарного водоснабжения допускается падение давления в течение 10 мин. на <math>\Delta p = 4,97 \times 10^4</math> Па. Определить допустимую утечку <math>W</math> при испытании системы вместимостью <math>W = 80</math> м<sup>3</sup>. Коэффициент объемного сжатия <math>\beta_w = 5 \times 10^{-10}</math> Па<sup>-1</sup>. 9. Определить абсолютное и избыточное гидростатическое давление в точке А (рис. 2.8), расположенной в воде на глубине <math>h_A = 2,5</math>, и пьезометрическую высоту для точки А, если абсолютное гидростатическое давление на поверхности <math>p_0 = 147,2</math> кПа. 10. Определить манометрическое давление в трубопроводе А, если высота столба ртути по пьезометру <math>h_2 = 25</math> см. Центр трубопровода расположен на <math>h_1 = 40</math> см ниже линии раздела между водой и ртутью. 11. Определить все виды гидростатического давления в баке с нефтью на глубине <math>H = 3</math> м, если давление на свободной поверхности нефти 200 кПа. Плотность нефти <math>\rho = 0,9</math> т/м<sup>3</sup>. 12. Сосуд с прямоугольным основанием <math>L \times b</math> наполнен водой до высоты <math>h</math> и движется по горизонтальной поверхности с ускорением <math>a</math>. Определить избыточное давление воды на дно сосуда у передней и задней стенок в точках 1 и 2. 13. Цилиндрический сосуд радиусом <math>R_1</math> наполнен жидкостью плотностью <math>\rho</math> до уровня <math>a</math> в открытой трубке малого диаметра, установленной на крышке сосуда на расстоянии <math>R_2</math> от центра, и равномерно вращается относительно центральной вертикальной оси. Определить угловую скорость вращения сосуда, при которой избыточное давление под крышкой в центре сосуда будет равно 0. 14. Определить плотность жидкости <math>\rho_j</math>, полученной смешиванием объема жидкости <math>V_1 = 0,018</math> м<sup>3</sup> (18 л) плотностью <math>\rho_1 = 850</math> кг/м<sup>3</sup> и объема жидкости <math>V_2 = 0,025</math> м<sup>3</sup> (25 л) плотностью <math>\rho_2 = 900</math> кг/м<sup>3</sup>. 15. Канистра (сосуд), наполненная бензином и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры <math>t_1 = 55</math> °C. Определить приращение давления внутри канистры при условии, что она абсолютно жесткая. Начальная температура бензина <math>t_0 = 15</math> °C. Модуль объемной упругости бензина <math>E_b = 1300</math> МПа, коэффициент температурного расширения <math>\beta_t = 8 \times 10^{-4}</math> °C<sup>-1</sup>.</p>
-----	---	-------------------------	---

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	Определение основных параметров и потерь в трубопроводах. Расчет трубопроводов.	ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>1.На ДНС в сепараторе первой ступени поддерживается определенное давление, определите необходимый начальный напор. Известна длина сборного коллектора, идущего от "Спутника" до ДНС, его внутренний диаметр, абсолютная эквивалентная шероховатость, разность геодезических отметок начала и конца трубопровода, количество перекачиваемой нефти, ее плотность, кинематическая вязкость. Определить необходимый начальный напор.</p> <p>2.Графоаналитически определить пропускную способность сборного коллектора, если известен начальный напор, длина коллектора, его внутренний диаметр, разность геодезических отметок, плотность и кинематическая вязкость нефти.</p> <p>3.Задан перепад давления на сборном коллекторе. Известны: массовый расход нефти, плотность и ее кинематическая вязкость, длина, шероховатость стенок трубы. Определить диаметр коллектора для перекачки нефти.</p> <p>4.Расстояния от начала коллектора и до точек отбора нефти 11 и 12. Определить общий перепад давления, если изначальное давление равно Р. Сборный коллектор проложен горизонтально и местных сопротивлений не имеет.</p> <p>5.Определить расходы и гидравлический уклон на сдвоенном участке нефтепровода с известным диаметром, расходом, плотностью и вязкостью. На нефтепроводе имеется сдвоенный участок из труб с внутренним диаметром одинаковой длины.</p> <p>6.Определить режимы движения нефти в трубопроводе длиной <math>L</math> и внутренним диаметром <math>d</math> при определенной его пропускной способности <math>Q</math>, температуре нефти в начале и необходимой температуре в конце трубы. Температура окружающей среды известная. Тепловая изоляция отсутствует. Рассчитать температуру нефти по длине трубопровода (минимум 6 точек) и температуру нефти в конце трубопровода.</p>
P2	Изучение метода определения расхода воздуха по из-менению давления в отсеченном объеме	ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>1. На каком принципе основано действие датчика давления?</p> <p>2.Почему показания датчика давления №1 показывает такие значения? 3. С чем связана разница показаний датчиков №1 и №2? 4. Что называют трубку Пито? 5. За счёт чего создаётся давление? 6. Что называют адиабатным процессом? 7. Объясните зависимость изменения расхода воздуха от регулятора потоком?</p>

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По данной дисциплине экзамен не предусмотрен.

Дистанционно дифференцированный зачет проводится в LMS Moodle.

Образец заданий для зачета, проводимого дистанционно в LMS Moodle (...).

1. Единицей измерения площади живого сечения является...

- 1) м<sup>2</sup>;
- 2) Па;
- 3) м<sup>3</sup>;
- 4) м<sup>3</sup>.

Если длина трубы 100 м, средняя скорость 1,5 м/с, диаметр трубы 0,4 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,03, то потери по длине для потока жидкости равны...

- 1) 0,86 м;
- 2) 1,72 см;
- 3) 8,6 м;
- 4) 17,2 см

Коэффициент местных потерь на выходе потока из трубы в бассейн большого размера равен...

- 1) 0;
- 2) 2,0;
- 3) 12,5;
- 4) 1,0.

ПК-2: 31

Механика жидкостей и газа называется часть ... раздела механики твердого тела, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов)...

- 1) механики, изучающая законы движения тел;
- 2) механики, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов);
- 3) гидротехники, изучающая законы поведения жидкостей (газов).

В жидкостях и газах могут действовать две категории сил, которые называют силами...

- 1) инерции и тяжести;
- 2) массовыми и поверхностными;
- 3) давления и трения;
- 4) трения и напряжения.

Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при расходе жидкости равном 10 см<sup>3</sup>/с, диаметре трубы 2 см и коэффициентом вязкости 10–6 м<sup>2</sup>/с составляет...

- 1) 0,01;
- 2) 0,5;
- 3) 0,25;
- 4) 0,1.

Для геометрически подобных систем обязательным является выполнение постоянного со-отношения между:

- 1) кинематическими характеристиками;
- 2) линейными размерами;
- 3) динамическими параметрами;
- 4) плотностями

Критерий Эйлера имеет вид \_\_\_\_\_, где – плотность, р – давление, l – геометрический параметр, V – скорость, Р – сила

- 1)  $Ne = p/\rho V^2$ , где  $E_{in} = E_{um}$  ;
- 2)  $Ne = p/lPV^2$ , где  $E_{in} = E_{um}$ ;
- 3)  $Ne = p/\rho P$ , где  $E_{in} > E_{um}$ ;
- 4)  $Ne = p/lV^2$ , где  $E_{in} \neq E_{um}$ .

Если коэффициент гидравлического трения составляет 0,08, а режим движения ламинарный, то число Рейнольдса для потока жидкости равно...

- 1) 400;
- 2) 800;
- 3) 1600;
- 4) 6400.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

При оценке результатов защиты отчетов по лабораторным работам используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы

«не зачтено» - Студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

При оценке контрольной работы используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Контрольная работа соответствует всем предъявляемым требованиям, правильно выполнен расчет всех параметров.

«не зачтено» - Контрольная работа не соответствует большинству предъявляемых критериев, расчеты параметров проведены с ошибками.

При поведении дифференцированного зачета в устной форме критериями оценки являются:

«Отлично» - Ответы на все вопросы билета изложены полно (в рамках программы курса или лекционного курса) и точно. Обучающийся показал способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы, решать практические задачи.

«Хорошо» - Вопросы в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно (не менее, чем на 80 – 90 %), либо в ответе содержатся неточности (в значениях теплотехнических показателей, названии термина при понимании его сути и т.д.).

«Удовлетворительно» - Изложение каждого вопроса не менее, чем на 60 %, грубые ошибки в классификациях, трактовке основных понятий, значениях теплотехнических показателей и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано полным изложением ответа на другой вопрос. Непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.

«Неудовлетворительно» - Ответы на вопросы отсутствуют или раскрыты менее, чем на 60 %, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Незнание основных понятий и положений темы.

При поведении дифференцированного зачета в форме компьютерного тестирования критериями оценки являются:

«Отлично» 27-30

«Хорошо» 24-26

«Удовлетворительно» 19-23

«Неудовлетворительно» Менее 18

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Кудинов В.А., Карташов Э.М.	Гидравлика: Учебное особое		М.: Высшая школа, 2007,
Л1.2	Кудинов А.А.	Гидрогазодинамика: учебное пособие		ИНФРА-М, 2013,

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	В.Н. Метревели	Сборник задач по курсу гидравлики с решениями: Практикум		, 2008,

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1		Паспорт стенда учебного ОГД-10-13 ЛР-01: "Основы газовой динамики"		, ,

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]	<a href="http://edu.ru">http://edu.ru</a>
Э2	Открытое образование [Электронный ресурс]	<a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>
Э3	LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru/enroll/MJGAYJ">https://lms.misis.ru/enroll/MJGAYJ</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office 2007 Russian Academic OpenLicensePack NoLevel Acdmc
-----	--

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Курс Гидрогазодинамики в системе Canvas	
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>		
Ауд.	Назначение	Оснащение
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>		
<p>Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ МИСИС (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначеннной для осуществления образовательного процесса является электронный образовательный ресурс LMS Moodle.</p> <p>Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.</p> <p>Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.</p> <p>Программа дисциплины включает лекционные, практические занятия и лабораторные занятия, выполнение курсовой работы.</p> <p>Курсовая работа отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала, методических указаний по выполнению курсовой работы и большого внимания. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск лекционных занятий и невнимательное отношение к изучению методических указаний существенно осложнит выполнение курсовой работы.</p> <p>Подготовка к выполнению курсовой работы заключается в изучении соответствующих методических указаний и стандартов по оформлению работы. Задание на выполнение курсовой работы выдается на установочной сессии. Срок сдачи на проверку – за 2 недели до экзаменационной сессии. Консультации по вопросам, связанным с выполнением курсовой работы проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием. Оформленная в соответствии со стандартами курсовая работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите, которая проводится в устной форме на экзаменационной сессии. Работа, не допущенная к защите, возвращается студенту на доработку.</p> <p>Лабораторные работы отличаются значительными энергозатратами. Часть работ проводится при использовании высокотемпературных агрегатов, связана со значительными затратами времени, кроме того, для их полноценного выполнения требуется участие в ней нескольких студентов под руководством преподавателя или лаборанта. В связи с этим, при планировании своей учебной работы вам следует учитывать, что пропуск лабораторного занятия связан со сложностями их выполнения.</p> <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы заключается в составлении теоретического введения к лабораторной работе. После выполнения лабораторной работы оформляется отчет. Работа считается полностью зачтеною после ее защиты. Защита лабораторных работ проводится на лабораторных занятиях.</p> <p>Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. На практических занятиях студенты под руководством преподавателя выполняют расчеты сталеплавильных процессов, а полученные результаты сопоставляют с реальными производственными величинами.</p> <p>Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы.</p> <p>Чтобы вам было интереснее изучать металлургические дисциплины, прослеживать их взаимосвязь с вашей специальностью, необходимо постоянно расширять свой кругозор, в чем большую помочь может оказаться периодическая литература: журналы «Известия вузов. Черная металлургия», «Металлург» и «Сталь».</p> <p>Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно-образовательной среды НИТУ МИСИС (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначеннной для осуществления образовательного процесса является электронный образовательный ресурс LMS Moodle.</p> <p>LMS Moodle используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного</p>		

процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Moodle, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

1) зарегистрироваться на курс, для чего следует перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль для регистрации и работе с курсом совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСИС;

2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;

3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;

4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ МИСИС;

5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);

- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется система видеоконференцсвязи Microsoft Teams (MS Teams) или Zoom. Вариант используемой системы ВКС указывает преподаватель. Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение ВКС на персональный компьютер и/или телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams или получить идентификационный номер конференции в Zoom. Система ВКС позволяет:

- слушать лекции;

- работать на практических занятиях;

- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате.

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.