

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Технологического и холодильного оборудования

**Методические указания
к самостоятельному изучению дисциплины**

«Гидравлика»

**для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»**

**бакалаврская программа: «Инжиниринг
технологического оборудования»**

Мурманск

2021

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «Гидравлика» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика ***Технологического и холодильного оборудования***

«22» июня_2021 г., протокол №_10_

Составитель –Шутов Андрей Валентинович, ст. преподаватель кафедры технологического и холодильного оборудования.

Рецензент – Похольченко Вячеслав Александрович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технологического и холодильного оборудования.

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «Гидравлика» составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленности (профилю)/специализации «Инжиниринг технологического оборудования», утвержденного 20.10.2015 г., № 1170 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 28.02.2020, протокол № 7 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», направленность/специализация: «Пищевая инженерия малых предприятий».

Целью дисциплины является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний в области гидравлики применительно к технологическому оборудованию.

Задачи дисциплины: дать необходимые знания по основам гидравлики, позволяющие использовать эти знания в области пищевых производств.

В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:

Знать:

- законы гидростатики и гидродинамики;
- действующее гидравлическое оборудование и принципы его работы.

Уметь:

- рассчитывать силы давления, действующие на стенки сосудов, трубопроводов, каналов и других гидравлических устройств;
- измерять и рассчитывать гидравлические параметры установок;
- производить гидравлический расчет простых систем трубопроводов;
- осуществлять подбор оборудования и механизмов для гидравлических систем.

Владеть:

- навыками расчета падения напора в магистральных трубопроводах и теплообменных аппаратах;
- навыками расчета силы давления, действующего при различных условиях работы оборудования.

Содержание разделов дисциплины:

Гидростатика. Гидродинамика.

Реализуемые компетенции:ОПК-2, ОПК-3, ПК-1,.

Формы отчетности:

Очная форма обучения: семестр 4 –экзамен.

Заочная форма обучения: курс 3 – зачет с оценкой.

Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВОпо направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Гидравлика»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1	ОПК-2. владение достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	Знать: - специфику работы с компьютерными программами; Уметь: - работать с компьютерными программами на достаточном профессиональном уровне; Владеть: - достаточными навыками работы с персональным компьютером.
2	ОПК-3. знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умение использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются в части «знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации,	Знать: - основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; Уметь: - использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии; Владеть: - достаточными навыками работы с персональным

	использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях	умение использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии...»	компьютером в сети Интернет.
3	ПК-1. способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы поиска научно-технической информации; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизировать и анализировать полученную из различных источников информацию; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками обработки с использованием персонального компьютера полученной информации.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Гидравлика»

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1	ОПК-2. владение достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специфику работы с компьютерными программами; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать с компьютерными программами на достаточном профессиональном уровне; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточными навыками работы с персональным компьютером.
2	ОПК-3. знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы, способы и средства получения,

	информации, умение использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях	дисциплины и реализуются в части «знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умение использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии...»	хранения, переработки информации; Уметь: - использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии; Владеть: - достаточными навыками работы с персональным компьютером в сети Интернет.
3	ПК-1. способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью	Знать: - способы поиска научно-технической информации; Уметь: - систематизировать и анализировать полученную из различных источников информацию; Владеть: - навыками обработки с использованием персонального компьютера полученной информации.

Целью настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине «Гидравлика», при подготовке и сдаче экзамена(зачет с оценкой),а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

Введение

Дисциплина «Гидравлика» состоит из двух модулей и десяти тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить практические работы, одно РГР для усвоения теории и завершить изучение модуля сдачей зачета.

Для изучения дисциплины, в составе методической литературы, обучающимся предлагается изучить литературные источники из списка.

Начать изучение дисциплины следует с методических указаний для самостоятельного изучения дисциплины.

Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Таблица 3.

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
Модуль 1. Гидростатика								
Тема 1. Введение. История и перспективы развития гидравлики. Предмет, задачи и значение дисциплины в подготовке инженера. Методы гидравлики: <i>основы технической гидромеханики жидкости; уравнение неразрывности жидкости и газов; методы описания и виды движения жидкости</i>	1			9,2				
Тема 2. Основные свойства жидкостей, плотность, объемный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, парообразование, явление кавитации, идеальная и реальная жидкости. Контрольно-измерительные приборы и устройства.	1			9,2				
Тема 3. <i>Гидростатика</i> : гидростатическое давление и его сила. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. <i>Уравнение Эйлера</i> . Геометрическое энергетическое понимание уравнения. Гидростатический напор. Абсолютное и вакуумметрическое давление. Приборы для измерения давления. <i>Закон Паскаля</i> и его практическое использование в технике. Относительный покой жидкости. Определение давления на стенки вращающегося сосуда. Поверхность равного давления, практическое применение.	2		10	9,2				
Тема 4. Взаимодействие покоящейся жидкости с твердой поверхностью. Сила давления	2		6	9,2				

жидкости на плоские стенки. Гидростатический парадокс. Эпюры давления. Силы давления жидкости на цилиндрические стенки. Тело давления								
Тема 5. Плавание тел в жидкости: закон Архимеда. Условие плавания тел. Плавучесть.	1			9,2				
Модуль 2. Гидродинамика								
Тема 1. Динамика невязкой (идеальной) жидкости. Виды движения жидкости. <i>Неустановившееся движение несжимаемой жидкости.</i> Основные понятия кинематики и динамики жидкости: элементарная струйка, поток жидкости, средняя скорость и расход. Уравнение расхода. <i>Модели сплошной среды. Уравнение Бернулли для моделей невязкой, вязкой, несжимаемой и сжимаемой жидкости при установившемся движении.</i> Динамика вязкой (реальной) жидкости. Общие сведения о режимах движения. Понятие пограничного слоя.	2		4	9,2				
Тема 2. Общие сведения о гидравлических потерях. Графическое изображение уравнения Бернулли. Примеры практического использования уравнения Бернулли в технике.	2			9,2				
Тема 3. Ламинарное течение жидкости в круглых трубах. Распределение скоростей по сечению. Начальный участок потока. Потери напора в трубопроводах. Турбулентное течение. Коэффициент Дарси. Влияние шероховатости стенок труб. Графики Никурадзе и Мурина. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора. Коэффициент местных потерь. Взаимное влияние местных сопротивлений. Суммарные потери напора в системах трубопроводов. Гидравлический расчет трубопровода. Статистический и потребный напор. Характеристика	2		8	9,2				

трубопровода, кривые напора. Расчет трубопроводов: истечение в атмосферу и под уровень, сифон								
Тема 4. Истечение жидкости через отверстие при постоянном напоре. Коэффициент сжатия струи, скорости и расхода. Их зависимость от числа Рейнольдса. Истечение жидкости через насадки. Сравнительные характеристики насадок. Расчет времени опорожнения и заполнения цистерн и баков. Истечение при переменном напоре.	2		6	9,2				
Тема 5. <i>Явление гидравлического удара в трубах. Формула Жуковского, понятие о волновых процессах в гидромагистралях гидроприводах. Ударное повышение давления. Скорость распространения ударной волны. Противоударные мероприятия. Общие вопросы гидродинамики. Основы теории гидродинамического подобия. Особенности моделирования гидравлических явлений. Взаимодействие потоков жидкостей с твердыми поверхностями. Сила взаимодействия струи на преграды. Силовое воздействие установившегося потока на неподвижную и движущуюся преграду.</i>	3			9,2				
Итого:	18		34	92				

Таблица 4 - Перечень практических работ

№	Темы практических работ	Количество часов	
		Очная	Заочная

п/п			
1.	Гидростатическое давление	2	
2.	Давление жидкости на плоские стенки	2	
3.	Сила гидростатического давления на криволинейную поверхность	2	
4.	Уравнение Бернулли без учета потерь	2	
5.	Уравнение Бернулли для вязкой жидкости	2	
6.	Гидравлический расчет трубопроводов	3	
7.	Истечение жидкости через отверстия и насадки	2	
8.	Расчет режимов движения жидкостей	2	
9.	Определение гидростатического давления	2	
10.	Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах	2	
11.	Гидравлический пресс	2	
12.	Сила давления жидкости на плоскую поверхность	2	
13.	Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде	2	
14.	Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления	3	
15.	Исследование процесса истечения через малое круглое отверстие и внешний цилиндрический насадок	2	
16.	Определение коэффициента дроссельного прибора (диафрагмы) и коэффициента расхода водомера Вентури	2	
	Итого:	34	Не предусмотрены

РГР: Расчет трубопроводов: истечение в атмосферу и под уровень.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Таблица 6

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1	2	3	4	5
Основная литература				
1	Гидравлика, гидромашин и гидроприводы : учеб. для вузов / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб., репр. воспр. 1982 г. - Москва : Альянс, 2013. - 422, [1] с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 418	-	+	50
2	Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).	-	+	25
3	Сборник задач по гидравлике : учеб. пособие для вузов. Ч. 1 / Н. А. Панчурин; под общ. ред. В. М. Маккавеева. - Изд. 2-е, испр. - Ленинград : Реч. трансп., 1956. - 200 с.	-	+	6
4	Сборник задач по гидравлике : учеб. пособие для вузов. Ч. 2 / А. В. Караушев, Н. А. Панчурин; под общ. ред. В. М. Маккавеева. - Ленинград : Реч. трансп., 1957. - 197	-	+	5
5	Остриков, А.Н. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / А.Н. Остриков ; под редакцией А. Н. Острикова. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. — 616 с. — ISBN 978-5-98879-124-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/4887 . — Режим доступа: для авториз. пользователей	+	-	-
Дополнительная литература				
6	Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учебник для вузов / Д. В. Штеренлихт. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : КолосС, 2008. - 655 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).	-	+	19
7	Угинчус, А. А. Гидравлика и гидравлические машины : учеб. для вузов / А. А. Угинчус. - 4-е изд., перераб. - Харьков : Изд-во Харьк. ун-та, 1970. - 395 с. : ил.	-	+	101
8	Крохалёв, А.А. Гидравлика : учебное пособие / А.А. Крохалёв, А.Б. Шушпанников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 147 с. — ISBN 978-5-8353-2313-5. — Текст :	+	-	-

	электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/121236 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.			
--	--	--	--	--

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Гидростатика

Тема 1. Введение. История и перспективы развития гидравлики. Предмет, задачи и значение дисциплины в подготовке инженера. Методы гидравлики: *основы технической гидромеханики жидкости; уравнение неразрывности жидкости и газов; методы описания и виды движения жидкости.*

Тема 2. Основные свойства жидкостей, плотность, объемный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, парообразование, явление кавитации, идеальная и реальная жидкости. Контрольно-измерительные приборы и устройства

Тема 3. *Гидростатика:* гидростатическое давление и его сила. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. *Уравнение Эйлера.* Геометрическое энергетическое понимание уравнения. Гидростатический напор. Абсолютное и вакуумметрическое давление. Приборы для измерения давления. *Закон Паскаля* и его практическое использование в технике. Относительный покой жидкости. Определение давления на стенки вращающегося сосуда. Поверхность равного давления, практическое применение.

Тема 4. Взаимодействие покоящейся жидкости с твердой поверхностью. Сила давления жидкости на плоские стенки. Гидростатический парадокс. Эпюры давления. Силы давления жидкости на цилиндрические стенки. Тело давления.

Тема 5. Плавание тел в жидкости: закон Архимеда. Условие плавания тел. Плаучесть.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие методы гидравлики вы знаете?
2. Какие силы, действуют в жидкости?

3. Что такое абсолютное и вакуумметрическое давление?
4. Как влияют силы давления жидкости на цилиндрические стенки?
5. Что такое гидростатический парадокс?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы.

Модуль 2. Гидродинамика

Тема 1. Динамика невязкой (идеальной) жидкости. Виды движения жидкости. *Неустановившееся движение несжимаемой жидкости.* Основные понятия кинематики и динамики жидкости: элементарная струйка, поток жидкости, средняя скорость и расход. Уравнение расхода. *Модели сплошной среды. Уравнение Бернулли для моделей невязкой, вязкой, несжимаемой и сжимаемой жидкости при установившемся движении.* Динамика вязкой (реальной) жидкости. Общие сведения о режимах движения. Понятие пограничного слоя.

Тема 2. Общие сведения о гидравлических потерях. Графическое изображение уравнения Бернулли. Примеры практического использования уравнения Бернулли в технике.

Тема 3. Ламинарное течение жидкости в круглых трубах. Распределение скоростей по сечению. Начальный участок потока. Потери напора в трубопроводах. Турбулентное течение. Коэффициент Дарси. Влияние шероховатости стенок труб. Графики Никурадзе и Мурина. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора. Коэффициент местных потерь. Взаимное влияние местных сопротивлений. Суммарные потери напора в системах трубопроводов. Гидравлический расчет трубопровода. Статистический и потребный напор. Характеристика трубопровода, кривые напора.

Расчет трубопроводов: истечение в атмосферу и под уровень, сифон

Тема 4. Истечение жидкости через отверстие при постоянном напоре. Коэффициент сжатия струи, скорости и расхода. Их зависимость от числа Рейнольдса. Истечение жидкости через насадки. Сравнительные характеристики насадок. Расчет времени опорожнения и заполнения цистерн и баков. Истечение при переменном напоре.

Тема 5. *Явление гидравлического удара в трубах. Формула Жуковского, понятие о волновых процессах в гидромагистралях гидроприводах. Ударное повышение давления. Скорость распространения ударной волны. Противоударные мероприятия. Общие вопросы гидродинамики. Основы теории гидродинамического подобия. Особенности моделирования гидравлических явлений. Взаимодействие потоков жидкостей с твердыми поверхностями. Сила взаимодействия струи на преграды. Силовое воздействие установившегося потока на неподвижную и движущуюся преграду.*

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды движения жидкости вы знаете?
2. Что вы знаете о неустановившемся движении несжимаемой жидкости?
3. Как распределяется скорость по сечению?
4. Каковы суммарные потери напора в системах трубопроводов?
5. Что такое явление гидравлического удара в трубах?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы и РГР. Далее зачет.