

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет имени  
П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ имени П.О. Сухого

 О.Д. Асенчик

28.06 2017

Регистрационный № УД-21-27уч.

## МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности 1-42 01 01 «Металлургическое  
производство и материалобработка» (по направлениям)  
направление 1-42 01 01 -01 «Металлургическое производство и  
материалобработка (металлургия)»  
специализация 1-42 01 01- 01 02 «Электрометаллургия черных и цветных  
металлов»

2017

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта высшего образования первой ступени для специальности 1-42 01 01- 01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» ОСВО 1-42 01 01 – 2013;

учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» (по направлениям)

№ 142 – 1 – 15.1 /уч. от 11.02.2016

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.В.Пинчук, профессор кафедры «Гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», доктор технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

Е.П.Борисов, заместитель директора ОАО «Салео-Гомель», кандидат технических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

(протокол № 10 от 04.05.2017);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

(протокол № 9 от 22.05.2017);

*УД-ГА-243/42*

Научно-методическим Советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

(протокол № 5 от 06.05.2017);

*УД 005-7/42*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

(протокол № 6 от 27.06.2017).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

*Цель дисциплины* – формирование профессиональных компетенций в области гидравлических и пневматических систем мобильных и технологических машин.

*Основные задачи курса:*

- дать студентам знания закономерностей течения жидкостей, газов и их смесей в трубопроводах, различных каналах гидравлических машин и механизмов, а также навыки исследования и расчета гидросистем;
- изучить физические основы гидростатики, кинематики жидкостей и газов, инженерной гидравлики, основы газовой динамики, гидродинамики вязких жидкостей, основы динамики обтекания твердых тел;
- научить решать задачи синтеза приводов с заданной надежностью;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при расчете и проектировании всех элементов гидропневмосистем мобильных машин.

### Междисциплинарные связи

Для специализации 1-42 01 01- 0102 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» дисциплина «Механика жидкостей и газов» является общетехническим курсом. В курсе «Механика жидкостей и газов» изучаются основные закономерности движения жидкостей и газов и их взаимодействие с твердыми телами, которые должны знать инженеры данной специальности.

Дисциплина «Механика жидкости и газа» базируется на усвоении студентами фундаментальных положений дисциплин: «Высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория поля)», «Физика (механика, молекулярная физика)», «Теоретическая механика».

Материал дисциплины служит теоретической основой для изучения специальных дисциплин.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-42 01 01 – 2013 по специальности 1-42 01 01 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» в результате изучения дисциплины студент должен обладать компетенциями:

*академические*

- владеть системным и сравнительным анализом;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

-уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

*социально-личностные*

- обладать качествами гражданственности;

- быть способным к социальному взаимодействию;

- обладать способностью к межличностным коммуникациям;

- быть способным к критике и самокритике;

- уметь работать в команде;

*профессиональные*

- работать с юридической литературой и трудовым законодательством.

В результате изучения дисциплины, студенты должны

*знать:*

- основные законы равновесия и движения жидкостей и газов;

- порядок расчета гидравлических и пневматических систем;

- виды течения жидкостей;

*уметь:*

- рассчитывать потери давления (напора) в гидросистемах;

- производить расчеты простых и сложных гидравлических трубопроводов и подбирать насосное оборудование;

- составлять математические модели при различных течениях жидкости;

- рассчитывать статику и динамику простейших пневматических звеньев и контуров;

*владеть:*

- методами расчета гидравлических и пневматических систем;

- критериями выбора насосного оборудования;

- критериями моделирования при возможных вариантах гидравлических расчетов.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Механика жидкости и газа» в соответствии с учебным планом по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» (по направлениям) – 156, трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 3,5.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

	Форма получения высшего образования
	дневная
Курс	3
Семестр	5
Лекции (часов)	34
Практические занятия (часов)	17
Лабораторные занятия (часов)	17
Аудиторных (часов)	68
Формы текущей аттестации, семестр	экзамен, 5

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### ***Тема 1. Введение. Свойства жидкостей и газов.***

Предмет механики жидкости и газа. Краткий исторический очерк ее развития. Роль механики жидкости и газа в развитии современной техники и технологии. Связь механики жидкости и газа с другими дисциплинами. Краткое содержание дисциплины. Определение и классификация жидкостей и газов.

Физические свойства жидкостей и газов: плотность, сжимаемость, упругость, вязкость. Коэффициенты вязкости, их зависимость от давления и температуры. Поверхностное натяжение жидкостей. Давление насыщенного пара.

### ***Тема 2. Гидростатика. Кинематика.***

Массовые и поверхностные силы. Гидростатическое давление и его свойства. Уравнение равновесия жидкостей и газов. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.

Главный вектор и момент сил давления. Определение главного вектора и центра давлений для плоской стенки. Давление жидкости на криволинейные поверхности. Закон Архимеда.

Основные понятия кинематики жидкостей и газов.

Поле скоростей. Ускорение жидкой частицы.

Линия тока и трубка тока. Расход жидкости.

Режимы течения жидкостей. Число Рейнольдса.

### ***Тема 3. Динамика жидкостей и газов.***

Основы реологии жидкостей и газов. Особенности течения вязкой жидкости. Реологическое уравнение. Закон Ньютона для жидкого трения.

Основные уравнения динамики жидкостей и газов. Закон сохранения массы для движущейся жидкости. Уравнение неразрывности. Интегральное уравнение движения жидкости. Одномерное движение жидкости. Закон сохранения массы для одномерного течения жидкости. Уравнение расхода. Уравнение импульсов для одномерного движения жидкости. Теорема о моменте количества движения жидкости. Дифференциальное уравнение одномерного движения идеальной жидкости.

### ***Тема 4. Уравнение Бернулли.***

Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости. Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Коэффициент Кориолиса.

График напоров.

Гидравлическое сопротивление. Кавитация.

Общие сведения о гидравлических потерях.

Гидравлические сопротивления. Структура формул для определения потерь по длине потока и на местных сопротивлениях. Коэффициенты гидравлических сопротивлений. Кавитация. Число кавитации.

### ***Тема 5. Ламинарное течение жидкости.***

Ламинарное течение жидкости в круглой трубе. Потери напора на трение по длине трубы. Формула Пуазейля.

Ламинарное течение жидкости в некруглых трубах. Неизотермическое ламинарное течение жидкости.

### ***Тема 6. Турбулентное движение жидкости.***

Турбулентность и ее основные характеристики. Распределение напряжений и скоростей в турбулентном потоке. Ламинарный подслой и турбулентное ядро. Потери напора при турбулентном течении жидкости в трубах.

Течение жидкости в шероховатых трубах.

Шероховатость трубопровода. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Графики Никурадзе, ВТИ. Закон сопротивления при течении жидкости в трубах. Турбулентное течение жидкости в некруглых трубах.

### ***Тема 7. Местные гидравлические сопротивления.***

Основные виды местных сопротивлений. Механизм местных потерь энергии. Коэффициенты местных сопротивлений для различных случаев. Эквиваленты длины труб.

Внезапное расширение трубы. Формула Борда.

Сопротивление выхода. Внезапное сужение трубы.

Сопротивление входа. Диффузоры. Поворот потока.

Сопротивление при влинии и разделении потоков.

Истечение жидкости через отверстия и насадки. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, сопротивления, скорости, расхода. Формулы скорости и расхода. Истечение жидкости через насадки.

Коэффициенты истечения насадков. Предельный напор. Истечение под уровень. Истечение жидкости при переменном напоре.

### ***Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов.***

Основное уравнение простого трубопровода. Характеристика трубопровода. Модуль расхода. Гидравлический уклон. Трубопровод с насосной подачей.

Схема графического расчета трубопровода.

Сложные трубопроводы. Последовательное соединение трубопроводов.

Метод эквивалентных потерь. Трубопровод с параллельными ветвями.

Трубопровод с концевой раздачей. Аналитические и графические методы расчета.

### ***Тема 9. Неустановившееся движение жидкости.***

Уравнение Бернулли для неустановившегося движения жидкости. Инерционный напор.

Гидравлический удар. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского для прямого удара.

Фазы удара. Отражение волн. Непрямой удар. Тупиковый удар.

Способы ослабления гидравлического удара. Использование гидравлического удара в технике.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Механика жидкости и газа		34	17		17			
1	Введение. Свойства жидкостей и газов	2	2		1			защита лаб. и практ. работы, экзамен
2	Гидростатика. Кинематика.	4	2		2			защита лаб. и практ. работы, экзамен
3	Динамика жидкостей и газов.	4	2		2			экзамен, защита лаб. и практ. работы
4	Уравнение Бернулли.	4	2		2			экзамен, защита лаб. и практ. работы
5	Ламинарное течение жидкости	4	2		2			экзамен, защита лаб. и практ. работы
6	Турбулентное движение жидкости.	4	2		2			экзамен, защита лаб. и практ. работы
7	Местные гидравлически сопротивления.	4	2		2			защита лабораторной и практ. работы, экзамен
8	Гидравлический расчет трубопроводов.	4	2		2			защита лабораторной и практ. работы, экзамен
9	Неустановившееся движение жидкости.	4	1		2			экзамен, защита лаб. и практ. работы



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Примерный перечень лабораторных занятий

1. Изучение приборов для измерения давления. Измерение давления в гидросистеме.
2. Два режима движения жидкости
3. Демонстрация уравнения Бернулли (построение пьезометрической и напорной линий потока).
4. Определение коэффициента гидравлического трения.
5. Определение коэффициентов местных сопротивлений
6. Истечение жидкости через отверстие
7. Истечение жидкости через насадки
8. Изучение трубопровода с насосной подачей (снятие характеристик центробежного насоса).

### Примерный перечень практических занятий

1. Физические свойства жидкостей и газов
2. Определение главного вектора и центра давлений на плоские стенки и криволинейные поверхности
3. Особенности течения вязкой жидкости
4. Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли
5. Потери напора на трение по длине трубы
6. Механизм местных потерь энергии
7. Гидравлический расчет трубопроводов с насосной подачей
8. Сложные трубопроводы

### Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Свойства жидкостей и газов: плотность, сжимаемость и упругость. Модуль объемной упругости.
2. Вязкость жидкостей и газов. Коэффициенты вязкости и их зависимость от температуры и давления.
3. Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Размерность давления. Силы давления жидкости на стенки.
4. Расход жидкости и газа. Уравнение расхода. Закон сохранения массы для движущихся жидкостей и газов.
5. Режимы течения жидкостей и газов. Число Рейнольдса.
6. Реология жидкостей. Неньютоновские жидкости. Кривые течения неньютоновских жидкостей.
7. Уравнение Бернулли для установившегося движения жидкости. График напоров для реального потока.

8. Гидравлические сопротивления. Формулы для определения потерь напора и давления по длине трубопровода и на местных сопротивлениях.
9. Кавитация.
10. Турбулентное движение жидкости в трубах. Структура турбулентного потока.
11. Течение жидкости в шероховатых трубах. Сопротивление шероховатых трубопроводов.
12. Местные гидравлические сопротивления. Внезапное расширение и сужение трубы.
13. Сопротивление входа и выхода жидкости.
14. Истечение жидкости через отверстие. Коэффициенты сжатия, сопротивления, скорости и расхода. Формулы скорости и расхода.
15. Истечение жидкости через насадки. Коэффициенты сопротивления, скорости и расхода насадков. Предельный напор.
16. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Характеристика трубопровода.
17. Трубопровод с параллельными ветвями (графический метод расчета).
18. Трубопровод с концевой раздачей (графический метод расчета).
19. Уравнение Бернулли для неустановившегося течения жидкости. Инерционный напор. Переходные процессы в гидросистемах.
20. Гидравлический удар. Формула Жуковского.
21. Основные уравнения газовой динамики. Газодинамические процессы. Адиабата Пуассона. Скорость звука в газах.
22. Уравнения Бернулли для течений газов.

### Образовательные технологии

При изучении дисциплины предлагается использовать в учебном процессе инновационные образовательные технологии, адекватные компетентностному подходу в подготовке специалиста (вариативные модели управляемой самостоятельной работы студентов, учебно-методические комплексы, модульно-рейтинговую систему обучения, тестовые и другие системы оценки уровня компетенций студентов).

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» используются следующие образовательные технологии:

Информационно-развивающие технологии:

- использование мультимедийного оборудования при проведении занятий;
- получение студентом необходимой учебной информации под руководством преподавателя или самостоятельно ([www.gstu.by](http://www.gstu.by) (Общая информация - Кафедры));

Развивающие проблемно-ориентированные технологии.

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности с использованием творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях, а также при самостоятельной работе;
- «междисциплинарное обучение» - использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи;
- контекстное обучение;
- обучение на основе опыта;
- Личностно ориентированные технологии обучения.
- консультации;
- опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях;

### Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа, в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных специальных научно-исследовательских заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Дополнительная самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. Подведение итогов и оценка результатов

таких форм самостоятельной работы осуществляется во время консультативных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

#### Диагностика компетентности студента

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату или по результатам законченной научно-исследовательской работы;
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных работах индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- сдача экзамена по десятибалльной шкале.

#### Фонды оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине «Механика жидкости и газа» позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций, включает:

- экзаменационные билеты;
- экзаменационные вопросы;
- набор вариантов практических работ;
- набор вариантов лабораторных работ.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Механика жидкости и газа» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

#### Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### 1) Материальное обеспечение дисциплины

В специализированной лаборатории «Гидропневмоавтоматика» имеются экспериментальные стенды.

##### 2) Технические средства обучения и контроля.

Демонстрация учебных фильмов по теме: теоретическим разделам дисциплины.

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине.

##### 3) Использование персональных ЭВМ.

## Основная литература

1. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. «Гидравлика, гидромашины и гидроприводы». - М., Машиностроение, 1982.

## Дополнительная литература

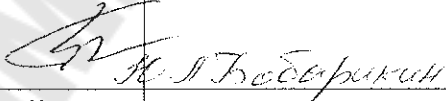

2. Лойцянский Л.Г. «Механика жидкости и газа». - М., Наука, 1987.
3. Вильнер Я.М., Некрасов Б.Б. «Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам». - Мн., Наука и техника, 1984.
4. Механика жидкости и газа: лабораторный практикум/ под ред. И.В.Качанова, В.Н.Юхновца. – Минск: БНТУ, 2007. – 294 с.

## Перечень компьютерных программ, наглядных пособий, методических указаний и технических средств обучения

5. Гидравлика, гидропривод и гидроавтоматика: Практическое пособие к лабораторным занятиям по одноименному курсу для студентов машиностроительных специальностей. – Гомель: Учреждение образования «ГГТУ им. П.О.Сухого», 2001. – 57 с.
6. Тест из 100 контрольных вопросов по основным разделам курса, включающий формулы, текстовой и графический материал.

*Список литературы сверен А.И. Киселева (и.В.)*

**Протокол согласования учебной программы изучаемой  
учебной дисциплине с другими дисциплинами специальности**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Общая металлургия	М и ТОМ	Дополнений и изменений нет	 Н. И. Федорухин
Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика	М и ТОМ	Дополнений и изменений нет	 Н. И. Федорухин