



лист методических
указаний, методических
методических указаний

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Кафедра механики и нефтегазового дела

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по изучению дисциплины

по дисциплине Механика жидкости и газа, гидро- и пневмопривод

для студентов специальности: 5В071300 «Транспорт, транспортная техника и технологии»

Павлодар

Лис
реко
реко
метс



ия методических
аний, методических
ий

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/41

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФММиТ

_____ Т. Т. Токтаганов

«___» _____ 20__ г.

Составитель: старший пр. _____ Г.Е.Ибрагимова

Кафедра механики и нефтегазового дела

Методические рекомендации

по изучению дисциплины

Механика жидкости и газа, гидро- и пневмопривод

для студентов специальности: 5В071300 «Транспорт, транспортная техника и технологии

Рекомендовано на заседании кафедры

«___» _____ 20__ г., протокол № ___

Заведующий кафедрой _____ А.Х. Мустафин «___» _____ 20__ г.

Одобрено учебно-методическим советом факультета металлургии, машиностроения и транспорта

«___» _____ 20__ г. Протокол № ___

Председатель УМС _____ Ж.Е. Ахметов «___» _____ 20__ г.

ОДОБРЕНО:

Начальник ОПиМОУП _____ «___» _____ 20__ г.

Одобрены учебно-методическим советом университета

«___» _____ 20__ г. Протокол № ___.

1 Методические указания по чтению лекций

Содержание лекций должно соответствовать рабочей учебной программе курса. Сложные для понимания или запоминания вопросы равномерно распределяются по разделам. При наличии хорошего учебника целесообразно придерживаться предусмотренного в нем порядка изложения материала, что позволяет студентам регулярно дополнять полученные на лекциях знания чтением учебников.

На первой лекции по дисциплине следует четко сформулировать требования к знаниям, умениям и навыкам, которые должны быть получены в процессе изучения дисциплины, определить критерии оценки знаний, формы и сроки проведения текущего контроля знаний.

Материал, относящийся к одной теме, желательно излагать в рамках одного занятия. Если тема лекции разбита на несколько занятий, то в начале текущего занятия следует кратко напомнить основные положения изложенного на предыдущем занятии материала. Иностранные фамилии и термины, которые со слуха могут быть неверно записаны в конспект, необходимо писать на доске.

Рекомендуется по ходу объяснения материала отдельные простые понятия спрашивать у аудитории, что с одной стороны позволяет периодически привлекать внимание к доске, а с другой стороны проверять характер их усвоения. Желательно проверять владение и теми терминами, определениями, которые должны были быть освоены при изучении предшествующих дисциплин.

В процессе изложения отдельных понятий рекомендуется проследивать их связь с понятиями, изучаемыми студентами в других курсах, с проблемами, встречающимися при выполнении лабораторных и курсовых работ, при проведении практических занятий.

2 Методические рекомендации по изучению дисциплины

1		0,5			
2		0,5	1	1	2
3		0,5	1	1	2
4		0,5		1,5	2
5		0,5	1		2
6		0,5			2
7		0,5	1		2
8		0,5		1	2
9		1		1,5	2
10		0,5	1		3
11		0,5			3
Раздел 2 Лопастные гидравлические машины					
12		0,5			3
13		0,5	0,5		3
14		0,5			3
15		0,5			3
16	Гидродинамические передачи	1			3
Раздел 3 Объемные гидромашин, гидроприводы и гидроавтоматика					
17	Общие сведения об объемных гидромашин	0,5			3
18	Поршневые и плунжерные насосы	0,5		1,5	3
19	Роторные насосы	0,5			3
20	Общие сведения об объемном гидроприводе	0,5			3
21	Гидродвигатели	0,5	1		3
22		1			2
23	Схемы гидропривода и система гидроавтоматики	0,5			2
24	Следящий гидропривод	1			2
25	Пневмопривод	1	1		2
ИТОГО :		15	7,5	7,5	60

Все содержание дисциплины разбито на разделы и темы, охватывающие логически заверченный материал. При подготовке к лекционным занятиям использовать учебники, указанные в конце перечня лекций.

Тема 1. Введение. Основные физические свойства жидкостей и газов. Предмет и задачи курса. Краткая история развития гидравлики и гидромашиностроения. Значение гидропневмопривода в современном многоотраслевом машиностроении и в металлургии.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 3).

Тема 2. Основы гидростатики Гидравлика. Общие сведения о жидкости. Физические свойства и основные параметры жидкостей и газов. Закон Ньютона для жидкостного трения. Силы, действующие на жидкость, и давление в жидкости. Идеальные, реальные и неньютоновские жидкости. Уравнение термодинамического состояния газа Клайперона–Менделеева. Термодинамические процессы в газах. Идеальные и реальные газы. Рабочие жидкости и газы для гидропневмосистем и их свойства. Требования к рабочим жидкостям и основные рекомендации по их применению.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 4-8).

Тема 3. Основные уравнения гидродинамики. Давление в неподвижной жидкости. Дифференциальные уравнения Эйлера равновесия жидкости и их интегрирование. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Поверхности равного давления. Относительный покой жидкости в движущихся сосудах. Сообщающиеся сосуды, Абсолютное, манометрическое, вакуумметрическое давление. Силы давления жидкости на плоскую и криволинейную стенки. Центр давления. Тело давления. Закон Архимеда.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 15-33).

Ламинарное и турбулентное движения жидкости

Определение жидкости. Абсолютное, избыточное давление и вакуум (разрежение). Уравнения равновесия покоящейся жидкости. Распределение давления в покоящейся однородной несжимаемой жидкости. Закон Паскаля. Сообщающиеся сосуды. Принцип работы гидравлического пресса. Давление жидкости на плоскую стенку. Давление жидкости на криволинейную стенку. Закон Архимеда. Плавание тел.

Основное внимание здесь следует обратить:

– на связь абсолютного и атмосферного давлений с избыточным давлением и разрежением: $p \equiv p_{абс} = p_{ат} + p_{изб}$, $p \equiv p_{абс} = p_{ат} - p_{разр}$;

– на связь между единицами давления:

$1 ат = 1 кгс/см^2 = 0,981 \cdot 10^5 Па = 735,6 мм рт. ст = 10 м вод. ст$; $1 ат \approx 0,1 МПа$;

$1 мм вод. ст = 9,81 Па$; $1 мм рт. ст = 133,322 Па$.

Тема 4. Кинематика и динамика жидкости. Режимы движения жидкости и основы гидравлического подобия. Основные понятия и определения кинематики жидкости. Виды движения жидкости. Гидравлические элементы и виды потоков. Уравнение неразрывности. Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнения Бернулли для установившегося движения идеальной и реальной жидкости в элементарной струйке и в потоке. Коэффициент Кориолиса. Уравнение количества движения (импульсов) жидкости. Режимы движения жидкости - ламинарный и турбулентный. Опыты Рейнольдса.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 34-55).

Основное внимание следует обратить на определение расходов жидкости:

– объёмного $Q \equiv \dot{V} = V/t = vS$, $м^3/с$; и массового $Q_m \equiv \dot{m} = m/t = \rho Q = \rho vS$, $кг/с$;

– на связь кинематической вязкости ν , $м^2/с$, с динамической вязкостью μ , $Па \cdot с$:
 $\nu = \mu/\rho$;

- на запись числа Рейнольдса через эти вязкости $Re = vd/\nu = \rho v d/\mu$,
- запись закона сохранения массы в случае стационарного течения в виде неизменности массовых расходов вдоль трубы $Q_m = Q_{m1} = Q_{m2} = \rho_1 v_1 S_1 = \rho_2 v_2 S_2 = \text{const}$; в случае несжимаемой жидкости выполняется неизменность объёмных расходов по длине трубы (уравнение непрерывности, сплошности) $Q = Q_1 = Q_2 = v_1 S_1 = v_2 S_2 = \text{const}$

- на запись уравнения Бернулли через удельные энергии (напоры) $e = E/G$, Дж/Н = м, для идеальной (невязкой) и реальной (вязкой) жидкости соответственно в виде:

$$z_1 + p_1/\gamma + v_1^2/(2g) = z_2 + p_2/\gamma + v_2^2/(2g);$$

$$z_1 + p_1/\gamma + \alpha_1 v_1^2/(2g) = z_2 + p_2/\gamma + \alpha_2 v_2^2/(2g) + h_{\text{пот}}$$

и через давления (в случае пренебрежения потенциальной энергией положения, например, при расчётах гидропривода и при течении газа $\rho = \text{const}$)

$$p_1 + \rho v_1^2/2 = p_2 + \rho v_2^2/2 + \Delta p_{\text{пот}},$$

где α – коэффициент Кориолиса, учитывающий неравномерность распределения скоростей по сечению; $\gamma = \rho g$ – объёмный (удельный) вес жидкости.

Тема 5. Взаимодействие потока со стенками Гидравлический расчет трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления. Истечения жидкости через отверстия и движение жидкости в трубах. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке в атмосферу и под уровень при постоянном и переменном напоре. Истечение жидкости через насадки. Движение жидкости в трубах при ламинарном и турбулентном режимах. Распределение скоростей по длине трубы. Формулы Пуазейля и Дарси-Вейсбаха. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Графики Никурадзе и Мурина. Теоретические и эмпирические формулы для определения коэффициента потерь. Ламинарное движение в плоских и кольцевых щелях. Гидравлические сопротивления - распределённые и местные. Основные виды местных сопротивлений. Формула Вейсбаха. Коэффициент местных потерь. Взаимное влияние местных сопротивлений. Понятие об эквивалентной длине. Трубопроводы короткие и длинные, простые и сложные, сифоны. Напорные характеристики трубопроводов. Гидравлический удар в трубопроводах. Формула Н. Е. Жуковского. Способы ослабления и практическое использование гидравлического удара.

Формулы для расчёта истечения:

- формула Торричелли для расчёта скорости истечения идеальной жидкости

$$v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2(p_1 - p_0)/\rho};$$

- скорость истечения реальной вязкой жидкости

$$v = \varphi \sqrt{2gH} = \varphi \sqrt{2(p_1 - p_0)/\rho};$$

- объёмный расход

$$Q = \mu_0 S_0 \sqrt{2gH} = \mu_0 S_0 \sqrt{2(p_1 - p_0)/\rho},$$

где φ – коэффициент скорости; $\mu_0 = \varphi \epsilon$ – коэффициент расхода отверстия;

ϵ – коэффициент сжатия струи.

Тема 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки Гидравлический и пневматический привод. Общие сведения и классификация гидро- и пневмоприводов. Назначение, область применения и структура гидравлического и пневматического привода. Ряды номинальных величин давления, расхода, условных проходов, диаметров и ходов деталей, вместимостей. Классификация гидро- и пневмоприводов. Гидропередачи - объёмные и гидродинамические. Гидромашинны - насосы и гидро двигатели. Пневматические машинны - компрессоры и пневмо двигатели. Гидро- и пневмоаппаратура. Вспомогательные устройства гидро- и пневмосистем. Преимущества и недостатки гидро- и пневмопривода в сравнении с другими приводами.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 106-117).

Тема 7. Общие сведения о гидравлических машиннах Объёмные гидромашинны. Классификация. Конструкции кривошипно-поршневых, роторно-поршневых (радиальных и аксиаль-

ных), шестеренных, винтовых пластинчатых насосов. Регулируемые и нерегулируемые насосы. Основные параметры (подача, давление, мощность, КПД) и расчетные сведения. Область применения различных насосов. Сведения о выпускаемых промышленностью насосах. Классификация. Гидромоторы (регулируемые и нерегулируемые, обычные и высокомоментные), гидроцилиндры и поворотные гидро двигатели. Основные параметры - расход, давление, крутящий момент или сила на выходном звене, КПД. Расчет гидродвигателей поступательно-го и поворотного движения. Сведения о выпускаемых промышленностью гидро двигателях.

Тема 8. Основы теории лопастных гидромашин Гидродинамические передачи. Классификация, краткая характеристика и область применения гидравлических машин динамического действия. Лопастные насосы и основы их теории. Гидравлические муфты и трансформаторы. Основные сведения об их конструкции и теории работы.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 272-274).

Тема 9. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов Гидроаппаратура. Распределительная и контрольно-регулирующая гидроаппаратура. Мультипликаторы. Расчет теплового режима. Гидроаппаратура для управления потоком рабочей жидкости - направляющая и регулирующая. Запорно-регулирующие элементы гидроаппаратуры- краны, клапаны, золотники, дроссели. Направляющие гидроаппаратуры: гидрораспределители, обратные клапаны, гидрозамки, клапаны выдержки времени. Гидроклапаны давления - напорные, редуцирующие, разности давлений, соотношения давлений; реле давления. Гидроаппаратура регулирования расхода. Дроссели. Регуляторы расхода. Синхронизаторы расходов - дроссельные и объемные; делители и сумматоры потока. Устройства для получения малых расходов жидкости. Основы расчета гидроаппаратуры. Виды присоединения гидроаппаратов. Комбинированная и модульная гидроаппаратура, блоки гидроаппаратов и гидропанели. Сведения о выпускаемых промышленностью гидроаппаратах.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 358-375).

Тема 10. Неустановившееся движение жидкости Регулирование скорости выходного звена гидропривода и его вспомогательные устройства. Гидропривод и гидроавтоматика станков и автоматических линий. Общие принципы расчета, конструирования и эксплуатации гидросистем. Примеры расчета, методы поиска неисправностей, основы надежности гидроэлементов. Гидравлические усилители - струйная трубка, сопло-заслонка, золотниковые. Электромеханические преобразователи. Гидроусилители одно- и двухкаскадные, с пропорциональным, позиционным и импульсным управлением. Основы расчета. Регулирование скорости выходных звеньев гидродвигателей - объемное и дроссельное. Графические характеристики объемного и дроссельного регулирования. Сравнение способов регулирования. Стабилизация и синхронизация выходных звеньев гидродвигателей. Изучение схемных решений регулирования скорости. Гидроемкости - гидробаки и гидроаккумуляторы. Основы конструирования гидробаков. Грузовые, пружинные и пневмогидравлические аккумуляторы: конструкции и основы расчета. Гидролинии. Жесткие трубопроводы и гибкие рукава. Трубопроводные соединения гидро линий. Кондиционеры рабочей жидкости - гидроочистители (сепараторы и фильтры), теплообменники (нагреватели и охладители), воздухоспускные устройства, сапуны. Уплотнения неподвижных и подвижных соединений деталей гидромашин и гидроаппаратов. Материал уплотнений.

По данной теме рекомендуется прочитать Предисловие и Введение в учебнике Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков, Ю.Л.Кириллов [2], а также краткие сведения из истории гидравлики (стр. 386-408).

Тема 11. Вихревые и струйные насосы Основы расчета гидро- и пневмоприводов. Составление расчетной схемы механизма. Приведение масс и сил. Сосредоточенные и распределенные, жесткие и упругие звенья в гидropневмомеханизмах. Дифференциальные уравнения движения рабочего органа гидромеханизма при постоянной и переменной приведенной массе, с учетом и без учета упругости жидкости, с учетом волновых процессов в трубопроводах.

Расчеты гидравлических тормозных устройств. Истечение газа от неограниченного и ограниченного объема, наполнение газом постоянного объема. Циклограмма работы пневмоцилиндра -подготовительный и заключительный периоды, период движения поршня. Наполнение и опорожнение полостей цилиндра при неподвижном и движущемся поршне. Регулирование скорости и торможение поршня. Расчет пневмопривода с постоянными и переменными нагрузкой и приведенной массой. Моделирование гидравлических и пневматических приводов на основе электрогидравлической аналогии.

Напорные характеристики трубопроводов. Основные расчетные формулы. Простой трубопровод. Сложный трубопровод.

Под напорной характеристикой трубопровода понимается зависимость суммарных потерь давления (напора) в трубопроводе от объемного расхода

$$\Delta p_{\Sigma} = \Delta p_{\text{тр}} + \sum \Delta p_{\text{м.с}_i} = \sum \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \frac{\rho v_i^2}{2} + \sum \zeta_i \frac{\rho v_i^2}{2} = \frac{8\rho Q^2}{\pi^2} \left(\sum \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum \zeta_i \frac{1}{d_i^4} \right) = KQ^n,$$

где $n = 1$ при ламинарном течении; $n = 1,75$ – при турбулентном течении в гидравлически гладких трубах; $n = 2$ – при турбулентном течении.

Тема 12. Гидроаппаратура и элементы гидроавтоматики Гидропривод и гидроавтоматика станков и автоматических линий Автоматизация циклов гидрофицированных металлорежущих станков. Следящие системы с однокромочным и многокромочным золотником с дифференциальными и симметричными гидроцилиндрами. Анализ статических характеристик следящих систем. Гидроавтоматика агрегатных станков и автоматических линий. Общие принципы расчета, конструирования и эксплуатации гидросистем. Основы надежности гидросистем, методы поиска неисправностей, примеры расчета.

3 Методические указания по проведению практических занятий

Каждое практическое занятие начинается с переключки, отмечают отсутствующие и опоздавшие студенты. Затем преподаватель выясняет, имеются ли у присутствующих вопросы по теме практического занятия, напоминает, какие разделы теоретического курса используются на текущем занятии. Если задавалась работа на дом, производится проверка наличия и правильности решений у каждого исполнителя.

В пределах каждой темы задачи следует располагать в порядке возрастания сложности, в совокупности набор задач должен охватывать все аспекты рассматриваемой темы. Рекомендуется фронтальный метод проведения практических занятий. Решение первой, наиболее простой, задачи по некоторой теме выполняется преподавателем у доски. Остальные задачи решаются всеми студентами одновременно и самостоятельно, преподавателю рекомендуется непрерывно контролировать ход решения у каждого учащегося.

Неправильный ход решения, имеющий место лишь у отдельных студентов, исправляется индивидуально. Ошибки и промахи, характерные для значительного количества учащихся, следует разобрать у доски. Целесообразно каждому студенту во время решения задач иметь под рукой конспект лекций и калькулятор.

Учитывая различный уровень подготовки студентов, следует записывать одновременно на доске условия по крайней мере двух задач, чтобы более подготовленные студенты без паузы переходили к решению следующей задачи. Однако обязательно необходимо проверить, что предыдущие задачи решены всеми студентами верно – лучше, чтобы в тетради было записано меньше задач, но полностью и правильно.

4 Методические указания по составлению заданий для контроля знаний

Перед составлением заданий к конкретному виду контроля знаний преподаватель должен определить основополагающие факторы:

- характер читаемой дисциплины (преимущественно теоретический, преимущественно практический, с решением задач, без лабораторных занятий, с изучением схем и конструкций, с лабораторным практикумом);

- характер контроля знаний (текущий, рубежный, заключительный, зачет, экзамен и т.д.).

Текущий контроль целесообразно проводить в сроки, назначенные деканатом для аттестации успеваемости студентов, в письменном виде. Как правило, подразумевается проведение контрольной работы с решением нескольких задач в рамках одной академической пары. По результатам контрольной работы выставляется оценка, используемая для аттестации, Периодичность такого контроля - один раз в месяц.

Зачет может проводиться в устной, письменной форме и в виде тестирования на компьютере. Последнее позволяет ускорить проверку, однако требует наличия достаточного числа компьютеров и подразумевает свободный доступ к ним в любое время, назначенное для проведения зачета. Дифференцированный зачет предпочтительнее проводить в письменном виде.

Для экзамена по теоретической дисциплине, включающей изложение большого количества методов вычислений, рекомендуется включать в билет два теоретических вопроса и две практические задачи с письменным контролем знаний. Результаты целесообразно оценивать в баллах таким образом, чтобы два правильных ответа из четырех давали в сумме оценку “удовлетворительно”.

Для экзамена в тестовой форме необходимо определиться количеством тестовых вопросов в каждом варианте и количеством вариантов, а также выявить уровень и процент простых и сложных вопросов.

По дисциплине возможен комбинированный вариант экзамена, при котором тестовый вариант может быть лишь допуском к экзамену по билетам.

Список литературы

Основная литература

1. Гейер В. Г. и др. Гидравлика и гидропривод: Учеб. М.:Недра, 1991
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы - М.: Машиностроение, 1982.- 423с.
3. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. М.: Машиностроение, 2002. - 320с.
4. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика: Учеб. для вузов. - М.: Стройиздат, 1987.- 414с.: ил.
5. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: «Недра», 1991. - 318с.: ил.
6. Альтшуль А.Д., Калицун В.И. Примеры расчетов по гидравлике.М.Стройиздат,1976.256с.

Дополнительная литература

7. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1974. - 606с.
8. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. Справочное пособие. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1971. - 672с.
9. Башта Т.М., Зайченко И.З., Ермаков В.В., Хаймович Е.М. Объемные гидравлические приводы. Под ред. Башта Т.М. – М.: Машиностроение, 1968. - 628с.
10. Тян А.Д. Гидравлика в примерах и задачах. – Алма-Ата.: Т 99 Рауан, 1990. - 208с.
11. Глаголев, К.В. Физическая термодинамика:учебное пособие/К.В.Глаголев, А.Н.Морозов.-М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана,2004.-269с.-(Физика в техническом университете)

