

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дата подписания: 12.01.2026 15:24:48

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

# Гидравлические передачи локомотивов

## рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Специализация Локомотивы

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

зачеты 4

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого
	УП	РП	
Лекции	4	4	4
Практические	4	4	4
Конт. ч. на аттест.	0,4	0,4	0,4
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	0,15
В том числе в форме практик.подготовки	4	4	4
Итого ауд.	8	8	8
Контактная работа	8,55	8,55	8,55
Сам. работа	59,6	59,6	59,6
Часы на контроль	3,85	3,85	3,85
Итого	72	72	72

Программу составил(и):  
д.т.н., профессор, Родионов А.Д.; к.т.н., Доцент, Курманова Л.С.

Рабочая программа дисциплины  
**Гидравлические передачи локомотивов**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03  
Подвижной состав железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215)

составлена на основании учебного плана: 23.05.03-25-4-ПСЖДл.plz.plx

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Локомотивы

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
**Тяговый подвижной состав**

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Балакин А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения учебной дисциплины «Гидравлические передачи тепловозов» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральными
1.2	государственными образовательными стандартами по специальности «Подвижной состав железных дорог» и приобретение ими:
1.3	- знаний теории лопастных гидромашин, методов расчета новых тепловозных гидротрансформаторов и гидромуфт; методики расчета условий совместной работы
1.4	дизеля и гидроаппаратов тяговой передачи на тепловозе; - умений выбирать типы гидротрансформаторов и гидромуфт для совместной работе в
1.5	передаче локомотива в конкретных условиях эксплуатации, производить расчеты тягово- экономических характеристик проектируемой гидродинамической передачи;
1.6	- навыков проведения учебных исследований, связанных с проектирование новых гидравлических передач для отечественного подвижного состава.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.04
-------------------	---------

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-8 Способен выполнять работы по проектированию узлов локомотивов и подготовке технической документации

ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

3.1	<b>Знать:</b>
3.1.1	методы расчета новых тепловозных гидротрансформаторов и гидромуфт
3.2	<b>Уметь:</b>
3.2.1	производить расчеты тягово-экономических характеристик проектируемой гидродинамической передачи
3.3	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками проведения инженерных исследований, связанных с проектированием новых гидравлических передач для отечественного подвижного состава.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	<b>Раздел 1. Практика применения гидропередач</b>			
1.1	Исторический обзор применения гидропередачи /Ср/	4	6	
1.2	Типы тяговых передач /Ср/	4	4	
1.3	Сведения из гидравлики. Рабочие жидкости /Ср/	4	6	
1.4	Классификация и принцип действия гидравлических передач /Ср/	4	4	
	<b>Раздел 2. Устройство и принципы работы локомотивных гидропередач</b>			
2.1	Общее устройство, принцип работы и характеристики тепловозных гидротрансформаторов /Лек/	4	2	
2.2	Общее устройство, принцип работы и характеристики тепловозных гидромуфт /Лек/	4	2	
2.3	Конструкции элементов гидравлических передач /Ср/	4	4	
2.4	Основы теории лопастных гидромашин /Ср/	4	4	
2.5	Виды потерь в лопастных системах и круге циркуляции гидромашины и методы их определения /Ср/	4	3	
2.6	Определение активного диаметра гидротрансформатора. Определение передаточного числа корректирующей зубчатой пары. Приведение внешней характеристики дизеля к валу насосных колес гидроаппаратов. Расчет и построение нагрузочных характеристик гидроаппаратов. Согласование характеристик дизеля гидроаппаратов. Определение зон самой выгодной работы гидроаппаратов. /Пр/	4	2	Практическая подготовка

2.7	Определение передаточных чисел механической части передачи. Составление кинематической схемы гидропередачи. Расчет и построение тяговой характеристики тепловоза. Расчет и построение экономических характеристик тепловоза. /Пр/	4	2	Практическая подготовка
2.8	Расчет проектируемой гидромашины методом подобия /Cр/	4	2	
2.9	Ознакомление с основными неисправностями при работе передач /Cр/	4	2	
2.10	Способы устранения неисправностей гидропередач /Cр/	4	2	
2.11	Методы построения треугольников скоростей в лопаточных каналах /Cр/	4	4	
2.12	Выбор размеров насоса и турбины регулируемого гидротрансформатора /Cр/	4	4	
<b>Раздел 3. Самостоятельная работа</b>				
3.1	Подготовка к практическим занятиям /Cр/	4	4	
3.2	Подготовка к лекциям /Cр/	4	2	
3.3	Выполнение контрольной работы /Cр/	4	8,6	
<b>Раздел 4. Контактная работа</b>				
4.1	Контрольная работа /КА/	4	0,4	
4.2	зачет /КЭ/	4	0,15	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## 6.1. Рекомендуемая литература

### 6.1.1. Основная литература

Л1.1	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
	Замалеев З. Х., Посохин В. Н., Чефанов В. М.	Основы гидравлики и теплотехники	Санкт-Петербург: Лань, 2018	<a href="https://e.lanbook.com/bo">https://e.lanbook.com/bo</a>

### **6.1.2. Дополнительная литература**

Л2.1	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
	Калекин В. С., Михайлец С. Н.	Гидравлика и теплотехника: Учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/45">https://urait.ru/bcode/45</a>

<b>6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)</b>	
<b>6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения</b>	
6.2.1.1	Microsoft Office
6.2.1.2	Microsoft Windows
<b>6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем</b>	
6.2.2.1	База данных совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества - <a href="http://www.sovetgt.ru">www.sovetgt.ru</a>
6.2.2.2	База данных Объединения производителей железнодорожной техники - <a href="http://www.opzt.ru">www.opzt.ru</a>
6.2.2.3	База данных Некоммерческого партнерства производителей и пользователей железнодорожного подвижного состава «Объединение вагоностроителей» - <a href="http://www.ovsrf.rf">www.ovsrf.rf</a>
6.2.2.4	База данных Росстандарта –
6.2.2.5	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost/">https://www.gost.ru/portal/gost/</a>
6.2.2.6	База данных Государственных стандартов:
6.2.2.7	<a href="http://gostexpert.ru/">http://gostexpert.ru/</a>
6.2.2.8	База данных «Железнодорожные перевозки»
6.2.2.9	<a href="https://cargo-report.info/">https://cargo-report.info/</a>
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Гидравлические передачи локомотивов**

---

*(наименование дисциплины(модуля)*

Направление подготовки / специальность

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

Локомотивы

---

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Форма промежуточной аттестации: зачет (4 курс заочная форма и 7 семестр очной формы обучения)

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-8 Способен выполнять работы по проектированию узлов локомотивов и подготовке технической документации	ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов	Обучающийся знает: методы расчета новых тепловозных гидротрансформаторов и гидромуфт Обучающийся умеет: производить расчеты тягово-экономических характеристик проектируемой гидродинамической передачи Обучающийся владеет: навыками проведения инженерных исследований, связанных с проектированием новых гидравлических передач для отечественного подвижного состава.	Вопросы (1 – 7) Задания (1-4) Задания (1-2)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение и/или размещение заданий в ЭИОС университета.

## 2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов	Обучающийся знает: методы расчета новых тепловозных гидротрансформаторов и гидромуфт

#### Примеры вопросов/заданий

Вопрос 1

Гидравлическими машинами называют

Варианты ответа:

- машины, вырабатывающие энергию и сообщающие ее жидкости;
- машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;
- машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;
- машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.

Вопрос 2:

Гидропередача - это

Варианты ответа:

- система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому;
- механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии движущейся жидкости;
- система, основное назначение которой является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости;
- передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение.

Вопрос 3:

Какая из групп перечисленных преимуществ не относится к гидропередачам?

Варианты ответа:

- плавность работы, бесступенчатое регулирование скорости, высокая надежность, малые габаритные размеры;
- меньшая зависимость момента на выходном валу от внешней нагрузки, приложенной к исполнительному органу, возможность передачи больших мощностей, высокая надежность;
- бесступенчатое регулирование скорости, малые габаритные размеры, возможность передачи энергии на большие расстояния, плавность работы;
- безопасность работы, надежная смазка трущихся частей, легкость включения и выключения, свобода расположения осей и валов приводимых агрегатов.

Вопрос 4:

Насос, в котором жидкость перемещается под действием центробежных сил, называется

Варианты ответа:

- лопастной осевой насос;
- лопастной центробежный насос;
- поршневой насос центробежного действия;
- дифференциальный центробежный насос.9

Вопрос 5:

<sup>1</sup> Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

Объемный КПД насоса - это

Варианты ответа:

отношение его теоретической подачи к действительной;

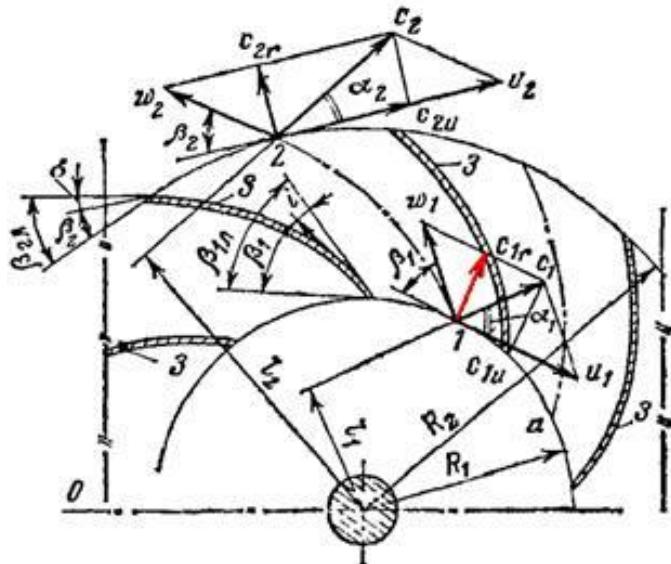
отношение его действительной подачи к теоретической;

разность его теоретической и действительной подачи;

отношение суммы его теоретической и действительной подачи к частоте оборотов.

Вопрос 6:

Вектор какой скорости выделен красным цветом?

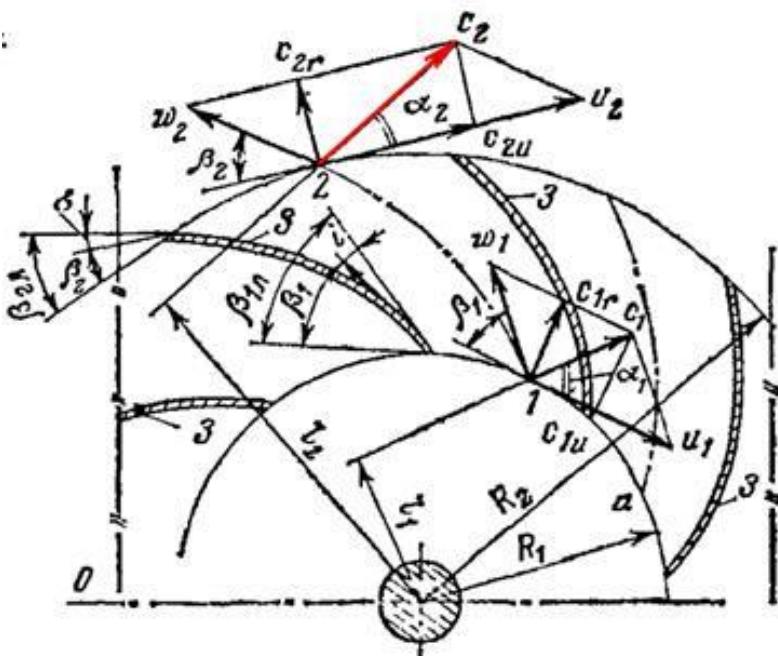


Варианты ответа

1. Окружная скорость при попадании на лопатку.
2. Относительная скорость при попадании на лопатку.
3. Абсолютная скорость при попадании на лопатку.
4. Абсолютная скорость при выходе с колеса.
5. Радиальная скорость при попадании на лопатку.

Вопрос 7:

Вектор какой скорости выделен красным цветом?



Варианты ответа:

1. Окружная скорость при выходе с колеса.
2. Относительная скорость при попадании на лопатку.
3. Абсолютная скорость при попадании на лопатку.

- |   |
|---|
| 4. Радиальная скорость при выходе с колеса. |
| 5. Абсолютная скорость при выходе с колеса. |

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов	Обучающийся умеет: производить расчеты тягово-экономических характеристик проектируемой гидродинамической передачи

### *Задание 1 Расчет насосного колеса*

Мощность (в кВт) насосного колеса гидротрансформатора определяется уравнением

$$N_H = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_H}{102 \eta_n}, = 800 * 0.075 * 88.6 / 102 * 0.9 = 57.9 \text{ кВт}$$

где  $Q$  - расход жидкости через насосное колесо,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$H_H$  - действительный напор жидкости в насосном колесе,  $\text{м}$ ;

$\gamma$  - удельный вес жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\eta_H$  - КПД насосного колеса с учетом потерь в реакторе;  $\eta_H \approx 0.9$ .

Коэффициентом быстроходности колеса  $n_s$  называют частоту вращения эталонного колеса, геометрически подобного во всех элементах основному, с теми же гидравлическим и объемным коэффициентами полезного действия, но с напором  $H=1\text{м}$  и расходом жидкости  $Q=0,075 \text{ м}^3/\text{с}$ . Коэффициент быстроходности определяют по формуле, содержащей основные параметры колеса

$$n_s = 3,65n \frac{\sqrt{Q}}{H_1^{3/4}} = 3.65 * 12.5 \frac{\sqrt{0.075}}{88.6^{3/4}} = 0.43$$

С учетом вышеприведенных зависимостей определяют действительный напор жидкости ( $\text{м}$ ) в насосном колесе:

$$H_H = \left( \frac{1360 N_e \cdot n^2 \cdot \eta_H}{\gamma \cdot n_s^2} \right)^{0.4} = \left( \frac{1360 * 600 * 156.25 * 0.9}{800 * 1.94} \right)^{0.4} = 88.6 \text{ м}$$

Коэффициент быстроходности для гидротрансформаторов определяется из зависимости

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.7^2 - 28.379 * 0.7 + 13.86 = 1.94$$

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.7^2 - 28.379 * 0.7 + 13.86 = 2.01$$

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.6^2 - 28.379 * 0.6 + 13.86 = 2.7$$

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.5^2 - 28.379 * 0.5 + 13.86 = 3.81$$

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.4^2 - 28.379 * 0.4 + 13.86 = 5.06$$

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.3^2 - 28.379 * 0.3 + 13.86 = 6.82$$

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.2^2 - 28.379 * 0.2 + 13.86 = 8.83$$

$$n_s = 16,255i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 * 0.1^2 - 28.379 * 0.1 + 13.86 = 11.19$$

### *Задание 2 Расчет турбинного колеса*

Частоту вращения турбинного колеса при расчетном режиме определяют по частоте вращения насосного колеса  $n_H$  и передаточному числу ГП  $i$ :

$$n_T = \frac{n_H}{i} = 12.5/0.7 = 17.85$$

Окружная скорость на входе турбинного колеса равна, м/с:

$$U_{1T} = \pi \cdot D_{1T} \cdot n_T = 3.14 \cdot 0.744 \cdot 17.85 = 41.70 \text{ м/с}$$

Ширину канала на входе в турбинное колесо находят по формуле, м:

$$b_{1T} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{1T} \cdot C_M} = 0.075 / (3.14 \cdot 0.744 \cdot 3.1) = 0.01 \text{ м}$$

Найдем угол наклона лопатки на входе в турбинное колесо  $\beta_{1T}$ , считая проекции абсолютных скоростей на окружные скорости  $C_{U2H}$  и меридиональные скорости  $C_{M2H}$  при выходе из насосного колеса и при входе в турбинное колесо  $C_{U1T}$  и  $C_{M1T}$  равными

$$\tan \beta_{1T} = \frac{C_M}{U_{1T} - \left( U_{2H} - \frac{C_M}{\tan \beta_{2H}} \right)} = \frac{3.1}{33.17 - \left( 31.5 - \frac{3.1}{0.811} \right)} = 0.564$$

Используя выражения для определения моментов насосного и турбинного колес и пренебрегая утечками, которые по сравнению с расходом жидкости обычно малы, запишем уравнение для расчёта проекции абсолютной скорости на окружную скорость на выходе из турбинного колеса

$$C_{U2T} = \frac{R_{1T} \cdot C_{U1T} - \frac{1}{i} (R_{2H} \cdot C_{U2H} - R_{1H} \cdot C_{U1H})}{R_{2T}} =$$

$$\frac{0.447 \cdot 41.7 - \frac{1}{0.8} (0.5 \cdot 27.6 - 0.5 \cdot 0.142)}{0.6} = -1.02 \text{ м/с}$$

Часто величина  $C_{U2T}$ , определяемая из представленного уравнения, оказывается отрицательной. Это означает, что при построении треугольника скоростей значение  $C_{U2T}$  следует откладывать в сторону, обратную окружной скорости.

Окружная скорость на выходе из турбинного колеса равна, м/с:

$$U_{2T} = \pi \cdot D_{2T} \cdot n_T = 3.14 \cdot 0.59 \cdot 17.85 = 33.06 \text{ м/с}$$

Ширину канала на выходе из турбинного колеса находят по формуле, м:

$$b_{2T} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{2T} \cdot C_M} = 0.075 / (3.14 \cdot 0.59 \cdot 3.1) = 0.01 \text{ м}$$

Угол наклона лопатки на выходе из турбинного колеса  $\beta_{2T}$ :

$$\tan \beta_{2T} = \frac{C_M}{U_{2T} - C_{U2T}} = 3.1 / 41.7 - (-1.02) = 0.072$$

*Задание 3 Изучение мощностных характеристик гидравлической передачи*

Рассчитать мощность, передаваемую передачей, по зависимости используя расчетную схему

$$N_{\text{пер.}} = Dp \times Q \times 10^{-3}, \text{ кВт,}$$

где  $Dp = p_h - p_v$  - перепад давления между всасывающим и напорным трубопроводами, МПа;  $Q$  – расход рабочей жидкости,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Передача в общем случае состоит из насоса 2 (рис. 1), приводимого в движение двигателем 1, и гидромотора 5, вращающего колеса 6. Насос и мотор соединены напорным 3 и всасывающим 4 трубопроводами, по которым циркулирует рабочая жидкость.

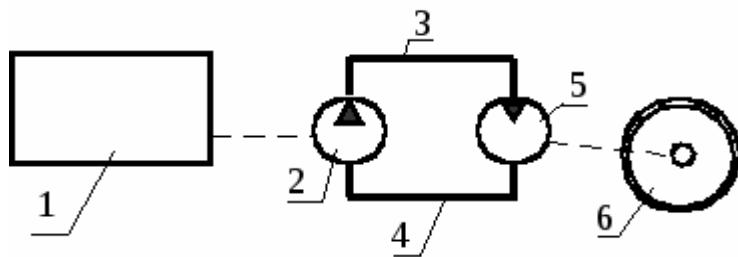


Рис. 1. Схема гидравлической передачи

ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов

Обучающийся владеет: навыками проведения инженерных исследований, связанных с проектированием новых гидравлических передач для отечественного подвижного состава.

*Примеры заданий*

*Задание 1 Определение скорости перехода и передаточных чисел механической части*

Начнем расчет с гидроаппарата, который работает при максимальной скорости.

*Работа на втором гидроаппарате.* Общее передаточное число передачи от дизеля до колес, обеспечивающее максимальную скорость тепловоза при работе на втором гидроаппарате найдем по формуле:

$$u_2 = 0.188 \frac{D_k n_{D_{\max}}}{V_{\max}},$$

где  $n_{D_{\max}} = 885 \text{ мин}^{-1}$ ,

$D_k = 1,05 \text{ м}$ ,  $V_{\max} = 40 \text{ км/ч}$ .

$u_2 = 4,37$ .

Передаточное число механической части передачи

$$u_{mex2} = \frac{u_2}{u_{\text{пр}} u_{\text{га2}}^{\min}},$$

где  $u_{\text{га2}}^{\min} = I / i_{\text{га2}}^{\max}$ ,  $i_{\text{га2}}^{\max}$  определяется по приведенной характеристике третьего гидроаппарата. Для гидротрансформатора  $i_{\text{га2}}^{\max} = 0,85$ .

$u_{mex2} = 7,43$ .

$$u_{cm2} = \frac{u_{mex2}}{u_{\text{пр}} u_{\text{пр}} u_{\text{оп}}},$$

$u_{cm2} = 0,874$

$$V_{2-1} = 0,188 \frac{D_k n_{D_{\min}}}{u_{\text{пр}} u_{mex2} u_{\text{га2}}^{\max}}, \quad V_{2-1} = 20,9 \text{ км/ч}$$

*Работа на первом гидроаппарате.* В тепловозе ТГМ6 применяются два гидроаппарата (гидротрансформатора) с одинаковыми характеристиками, тогда  $u_{mex1} \neq u_{mex2}$ .

$$u_1 = 0.188 \frac{D_k n_{D_{\max}}}{V_{2-1}}$$

$u_1 = 8,39$

$$u_{\text{med}} = \frac{u_1}{u_{\text{pp}} u_{\text{ra1}}^{\min}}, \quad u_{\text{med}} = 7,55.$$

Передаточное число механической части

$$u_{cm1} = \frac{u_{\text{med}}}{u_{\text{pk}} u_{\text{pp}} u_{\text{op}}}, \quad u_{cm1} = 0,89.$$

Передаточное число механической ступени, обеспечивающей скорость  $0 \leq V_1 \leq V_{1-2}$ :

*Крутящий момент на колесах тепловоза,  $H^*m$*

$$M_{ki} = M'_{Di} u_{\text{np}} u_{\text{gai}} u_{\text{mexi}} \eta_{gai} \eta_{u} \eta_{z^1} \eta_{z^2} \eta_{kn},$$

где  $M'_{Di}$ - момент дизеля с учетом затрат на вспомогательные нужды,

$\eta_{z^1}$ -КПД цилиндрических зубчатых колес

$\eta_{z^2}$ -КПД конических зубчатых колес

$\eta_{kn}$ -КПД карданной передачи

*Касательная сила тяги,  $H$*

$$F_{ki} = 2M_{ki}/D_k = A M'_{Di} u_{\text{gai}} \eta_{gai} u_{\text{mexi}},$$

где  $A = 2u_{\text{np}} \eta_{u} \eta_{z^2} \eta_{kn}/D_k$  постоянная величина

*Скорость движения, км/ч*

$$V_i = 0,188 \frac{D_k n_{Di}}{u_{\text{np}} u_{\text{mexi}} u_{\text{gai}}^{\max}},$$

*Касательная мощность, кВт*

$$P_{ki} = \frac{F_{ki} V_i}{3600},$$

*Мощность дизеля, кВт*

$$P_{Di} = \frac{1}{\beta} \frac{M_{Di} n_{Di}}{9600}$$

*КПД передачи*

$$\eta_{ni} = \eta_{gai} \eta_{u} \eta_{z^2} \eta_{kn} \eta_{cn}$$

*Часовой расход топлива, кг/ч*

$$G_{ei} = P_{Di} g_e,$$

где  $g_e$ - удельный расход топлива на единицу мощности дизеля, берется для каждого гидроаппарата в зависимости от  $n$  по размерному графику расхода топлива.

*КПД тепловоза*

$$\eta_{mi} = \frac{3600 P_{ki}}{G_e Q_H} = 0,0847 \frac{P_{ki}}{G_{ei}},$$

## 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

### Вопросы к зачету

### **ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов**

- 1 Устройство и принцип действия гидродинамической передачи мощности.
  - 2 Устройство и принцип действия гидростатической передачи мощности.
  - 3 Требования предъявляемые к передаче мощности.
  - 4 Рабочие жидкости гидродинамических передач мощности.
  - 5 Устройство и принцип действия гидромуфты. Основные уравнения. Универсальная и тяговая характеристики гидромуфты.
  - 6 Устройство и принцип действия гидротрансформатора. Основные уравнения. Классификация гидротрансформаторов.
  - 7 Комплексный гидротрансформатор. Назначение, устройство и принцип действия.
  - 8 Механизмы свободного хода комплексных гидротрансформаторов. Устройство и принцип действия роликового и сухарикового механизмов свободного хода.
  - 9 Гидродинамические передачи мощности. Основные определения и классификация.
  - 10 Одно и двухциркуляционные гидродинамические передачи мощности. Схемы и тяговые характеристики.
  - 11 Трехциркуляционные гидродинамические передачи мощности. Возможные схемы и их тяговые характеристики.
  - 12 Классификация гидромеханических передач мощности. Схемы гидромеханических передач с одним гидротрансформатором.
  - 13 Устройство и принцип действия гидромеханической передачи с двумя гидротрансформаторами.
  - 14 Однопоточная гидромеханическая передача.
  - 15 Краткая техническая характеристика, устройство и принцип действия (по кинематической схеме) универсальной гидропередачи УГП750-1200.
  - 16 Устройство и действие главного вала УГП750-1200.
  - 17 Устройство и действие вторичного вала УГП750-1200.
  - 18 Устройство и принцип действия вала реверса УГП750-1200.
  - 19 Системы автоматического регулирования гидропередач. Основные определения. Достоинства и недостатки различных систем.
  - 20 Гидравлическая САР. Устройство и принцип действия.
  - 21 Электрогидравлическая САР. Устройство и принцип действия.
  - 22 Система автоматического управления УГП750-1200. Устройство и принцип действия.
  - 23 Размещение элементов на тягового привода локомотивов с гидропередачей.
  - 24 Карданные валы.
  - 25 Осевые редукторы. Построение универсальной характеристики гидротрансформатора.
  - 26 Построение универсальной характеристики гидромуфты.
  - 27 История развития гидравлических передач.
  - 28.Необходимость тяговой передачи и её назначение.
  29. Типы тяговых передач.
  30. Классификация и типы гидравлических и гидромеханических передач локомотивов.
- Назначение и особенности применения.
- 31.Гидродинамические и гидростатические передачи мощности и сфера их применения на тепловозах.
  - 32.Общее устройство, принцип работы и характеристики тепловозных гидротрансформаторов.
  - 33.Общее устройство, принцип работы и характеристики тепловозных гидромуфт.
  - 34.Гидропривод вспомогательного оборудования тепловозов, основные схемы, особенности конструкции.
  - 35.Рабочие жидкости, применяемые в гидравлических передачах, их характеристики и теплофизические свойства. Требования к чистоте полостей аппаратов и рабочих жидкостей. Методы и средства контроля и обеспечения чистоты жидкости.
  - 36.Загрязнения в машинах и их виды. Требования к чистоте рабочей жидкости
  - 37.Перспективные направления развития гидропередач локомотивов.

### 38. Гранулометрический анализ.

- 39. Основные закономерности очистки жидкости.
- 40. Основы теории лопаточных гидромашин. Уравнение Эйлера.
- 41. Расчёт проектируемой гидромашины методом подобия.
- 42. Уравнение баланса энергии гидромашины.
- 43. Виды потерь в отдельных элементах и в круге циркуляции гидромашины. Методы их определения.
- 44. Методика расчёта вновь проектируемого гидротрасформатора.
- 45. Совместная работа дизеля и гидротрасформатора или гидромуфты.
- 46. Выбор количества и типов гидроаппаратов для проектной передачи тепловоза.
- 47. Методика расчёта тягово-экономических характеристик локомотива с гидропередачей.

## **3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации**

### **Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий**

- оценка «**отлично**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка «**хорошо**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов.

### **Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий/РГР**

**«Отлично/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**«Хорошо/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

**Виды ошибок:**

- **грубые ошибки:** незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.
- **негрубые ошибки:** неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.
- **недочеты:** нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.

### **Критерии формирования оценок по зачету**

**«Зачтено»** - студент демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, не допустил фактических ошибок при ответе, последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

**«Не зачтено»** - студент демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии.