

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

**Гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем**

по направлению подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК 1.1 Знает основные законы, описывающие функционирование проектируемых объектов.

РОПК 1.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

– отчеты о выполнении практических заданий;

В течение семестра студенты выполняют практические задания по предварительному расчету геометрических характеристик насосов, гидравлических характеристик насосных установок и гидравлических приводов, составляют ответы на теоретические вопросы в области физических основ функционирования гидравлических систем.

Примеры теоретических вопросов (РОПК-1.1):

1. Какие явления могут возникать вследствие увеличения количества растворённого газа в рабочей жидкости гидравлических машин?

2. Почему испаряемость рабочих жидкостей, как правило, характеризуют давлением насыщенных паров?

3. В каких условиях движения необходимо учитывать эффект поверхностного натяжения жидкости?

4. Как влияют давление и температура на количество растворенного газа в жидкости?

5. Какие факторы могут привести к пенообразованию рабочей жидкости гидравлической машины?

6. Что такое кавитация? При каких условиях она возникает?

7. Какие функции выполняет рабочая жидкость в гидросистеме?

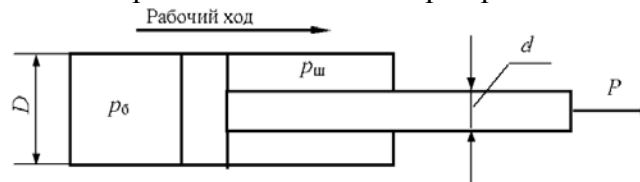
8. Опишите стадии гидравлического удара. Какие меры применяют для борьбы с гидравлическим ударом?

Примеры задач (РОПК-1.2):

1. Центробежный насос перекачивает воду из колодца с уровнем воды на 2,5 м ниже центра насоса в бак с уровнем воды на 10 м выше центра насоса. Определить напор, создаваемый насосом, если диаметры и длины всасывающей и нагнетательной труб соответственно равны  $d_1 = 75$  мм,  $d_2 = 50$  мм,  $l_1 = 10$  м,  $l_2 = 20$  м, коэффициент сопротивления сетки на всасывающей трубе  $\xi_1 = 4$ , коэффициент сопротивления вентиля на нагнетательной трубе  $\xi_2 = 5$ , коэффициент гидравлического трения труб  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,025$ , подача насоса  $Q_n = 2,8$  л/с, избыточное давление в баке  $p_n = 10 - 105$  Па.

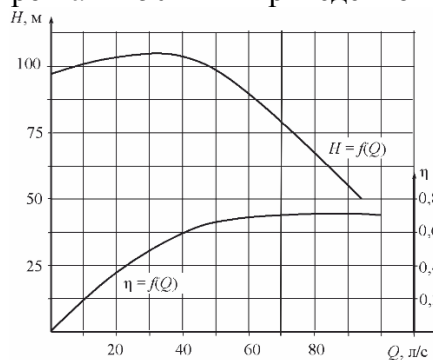
2. Рассчитать основные размеры и выполнить конструктивную схему шестеренного насоса с рабочим объемом  $q = 6 \text{ см}^3$ , частотой вращения  $n = 25 \text{ с}^{-1}$  при давлении  $p = 10 \text{ МПа}$ .

3. Диаметр гидравлического цилиндра  $D = 50 \text{ мм}$ , диаметр штока  $d = 25 \text{ мм}$ . При рабочем ходе штока давление в бесштоковой полости цилиндра  $p_6 = 14 \text{ МПа}$ , а в штоковой полости  $p_{ш} = 0,5 \text{ МПа}$ . Уплотнение штока и поршня выполнено шевронными резиновыми манжетами (ширина уплотнения штока  $b_{ш} = 15 \text{ мм}$ , ширина уплотнения поршня  $b_{п} = 30 \text{ мм}$ ). Схема гидравлического цилиндра представлена на рисунке.



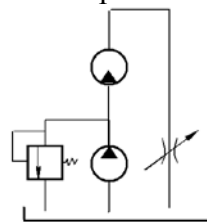
4. При температуре  $T_1 = +20 \text{ °C}$  масло М-10-В2 занимает объем  $V_1 = 50 \text{ л}$ . Определить объем, который займет масло при температуре  $T_2 = -40 \text{ °C}$  и  $T_3 = +80 \text{ °C}$ , если температурный коэффициент объемного расширения  $\beta_T = 8.74 \cdot 10^{-4} \text{ °C}^{-1}$ .

5. Центробежный насос с характеристикой, показанной на рисунке, перекачивает воду по трубопроводу диаметром  $d = 150 \text{ мм}$  и приведенной длиной  $L = 500 \text{ м}$ .



Определить мощность на валу насоса, если геометрическая высота подъема жидкости  $H_T = 25 \text{ м}$ , а свободный напор на выходе  $h_{св} = 20 \text{ м}$ . Коэффициент гидравлического трения трубопровода  $\lambda = 0.025$ .

6. Определить необходимую подачу насоса и коэффициент полезного действия (КПД) гидравлического привода, схема которого изображена на рисунке.



КПД насоса  $\eta_n = 0.74$ , рабочий объем гидромотора  $q_m = 63 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ , частота вращения вала  $n_m = 12 \text{ с}^{-1}$ , крутящий момент на валу гидромотора  $M_H = 50 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . КПД гидромотора: механический  $\eta_{м.м} = 0.82$ , объемный  $\eta_{м.о} = 0.91$ . Потери (перепад) давления в распределителе  $\Delta p_p = 0.15 \text{ МПа}$ . Длина гидролиний (общая)  $l = 7 \text{ м}$ , диаметр труб  $d = 0.02 \text{ м}$ . Коэффициент местного сопротивления поворота трубы (колена)  $\zeta = 0.2$ , количество поворотов  $m = 6$ . Коэффициент трения  $\lambda = 0.035$ . Плотность рабочей жидкости  $\rho_m = 780 \text{ кг/м}^3$ .

Критерии оценивания:

Решениям практических задач и ответам на теоретические вопросы присваиваются оценки «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы, задача решена верно, без значительных ошибок в построении решения.

Оценка «не зачтено» выставляется, если не предоставлены или предоставлены неверно ответы на теоретические вопросы, практическая задача не решена.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

**Зачет** проводится в письменной форме по билетам. Допуск к зачету осуществляется на основании сдачи всех практических заданий. Билет содержит два теоретических вопроса на знание материала лекций.

Примеры теоретических вопросов (РОПК-1.1):

1. Какие системы включает структура гидропривода?
2. Какие нагрузки могут испытывать трубопроводы?
3. В процессе работы объемного насоса при нагнетании жидкости давление последней повышается до значения, достаточного для преодоления суммарного сопротивления гидросистемы. Чем обусловлено это суммарное сопротивление?
4. Что такое гидравлические исполнительные механизмы? Классифицируйте их по виду движения.
5. Опишите принцип функционирования гидрораспределителя с дискретным электромагнитным управлением.
6. Назовите гидроаппараты управления давлением. Как они различаются по конструктивному исполнению и функциональному назначению?
7. Назовите принципиальные отличия между напорными и редуцированными клапанами.
8. Какое принципиальное различие между дросселями и регуляторами расхода?

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценки «зачтено» заслуживает обучающийся, показывающий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала.

Оценка «незачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в формулировке ответов на вопросы.

### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

Теоретические вопросы (РОПК-1.1):

1. Какие явления могут возникать вследствие увеличения количества растворенного газа в рабочей жидкости гидравлических машин?
2. Какие виды потерь энергии при течении жидкости существуют? Чем они различаются?
3. Назовите традиционных потребителей гидрооборудования.
4. Назовите известные вам типы объемных насосов.
5. Что такое статическая характеристика насоса? Почему реальная характеристика имеет вид наклонной прямой?
6. Что такое гидравлические исполнительные механизмы? Классифицируйте их по виду движения.
7. Какие функции выполняет гидробак гидромашин?
8. Для чего нужны фильтры? Какие они бывают?
9. Какие теплообменные аппараты используют в гидромашинах?
10. Назовите варианты установки дросселей в гидролиниях?

Задачи (РОПК-1.2):

1. Центробежный насос 4К-18 работает с подачей  $Q_1 = 20$  л/с. Дросселированием подача уменьшается до  $Q_2 = 10$  л/с. Определить, как при этом изменилась мощность насоса.

2. Определить частоту вращения ротора аксиально-поршневого насоса при следующих данных: подача насоса  $Q = 15$  л/мин, давление  $p = 20$  МПа, крутящий момент на валу насоса  $M = 300$  Н\*м, объемный и механический КПД соответственно равны  $\eta_o = 0,9$ ,  $\eta_m = 0,92$ .

Критерии оценивания: считается выполненным, если верно решена одна задача из двух и дан верный ответ на 1 теоретический вопрос (исчерпывающий или возможно с небольшими неточностями).

## **5. Информация о разработчиках**

Фролов Олег Юрьевич, к. ф.-м. н., доцент, физико-технический факультет НИ ТГУ, доцент