

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Специальные насосы**

**Москва
2021**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дружинин А.А.
	Идентификатор	R91403597-DruzhininAA-1bcc47d9

(подпись)

А.А.

Дружинин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орахелашвили Б.М.
	Идентификатор	Rd5ae6c88-OrakhelashvBM-6133e8

(подпись)

Б.М.

Орахелашвили

(расшифровка подписи)

Заведующий
выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности

ИД-1 Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. Основы теории вихревых насосов и конструктивные особенности вихревых насосов (Тестирование)
2. Основы теории струйных насосов и методика проектирования струйного насоса (Тестирование)
3. Расчёт вихревого насоса методами ВТИ и МГТУ (Контрольная работа)
4. Расчётно-графическая работа по струйным насосам (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Основные конструктивные схемы специальных насосов (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	10	14	16
Струйные насосы						
Основы теории струйных насосов		+	+			
Проектирование и применение СтН		+	+			
Вихревые насосы						
Основы теории вихревых насосов (ВН)				+	+	+
Методики расчёта ВН				+	+	+

Кавитация в ВН			+	+	+
Вес КМ:	10	20	20	30	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-1ПК-3 Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности	Знать: методики расчёта различных СпН Уметь: разрабатывать усовершенствованные конструкции СпН с улучшенными характеристиками с использованием САПР	Основы теории струйных насосов и методика проектирования струйного насоса (Тестирование) Расчётно-графическая работа по струйным насосам (Контрольная работа) Основы теории вихревых насосов и конструктивные особенности вихревых насосов (Тестирование) Расчёт вихревого насоса методами ВТИ и МГТУ (Контрольная работа) Основные конструктивные схемы специальных насосов (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основы теории струйных насосов и методика проектирования струйного насоса

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольный опрос по темам «Основы теории струйных насосов» и «Методика проектирования струйного насоса»

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы из заданного перечня.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методики расчёта различных СН	1.1. Основные виды струйных насосов, их применение. 2.2. Основные случаи эффективного применения струйных насосов (СН). 3.3. Какие параметры определяют режим работы СН? 4.4. Что такое: напор СН, рабочий напор СН, напор сопла СН? 5.5. Влияние числа Рейнольдса на характеристики струйных насосов. 6.6. Условия подобия струйных насосов. 7.7. Теоретические характеристики струйных насосов (СН). Основные виды потерь энергии и КПД СН. 8.8. Обобщённые характеристики струйных насосов (СН): их построение и использование. 9.9. Кавитация в струйных насосах (СН). Кавитационные показатели и их использование в расчётах. 10.10. КПД обмена количеством движения струйного насоса (СН): что он учитывает, как зависит от безразмерных параметров s и q? 11.11. Основные свойства струйных насосов (СН) и их преимущественное применение. 12.12. Как влияет параметр s на кавитационные свойства СН? 13.13. Как определяется диаметр сопла СН? 14.14. Какие формы сопла применяются в СН? 15.15. Основные параметры струйных насосов (СН). 16.16. Выбор основных размеров проточной части струйного насоса 17.17. Из каких соображений определяется расстояние сопла до камеры смешения СН? 18.18. Из каких соображений выбирается длина камеры смешения СН? 19.19. Какое сопло СН лучше и почему? 20.20. Методика МГТУ проектирования струйных
--------------------------------------	--

	насосов (СН) при разных случаях задания исходных данных. 21.21. Методика ВТИ проектирования струйных насосов (СН). Условие отсутствия кавитации и его обеспечение при проектировании.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Расчётно-графическая работа по струйным насосам

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие «РГР по струйным насосам»

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы из заданного перечня.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методики расчёта различных СпН	1.Описать конструкцию и принцип работы струйного насоса (СН). 2.Теоретический напор - это приращение энергии пассивного потока в камере смешения (КС) плюс потери $h_{КС}^{КС}$, а где потери $h_{ВХ}^{ВХ}$, $h_{Д}^{Д}$? 3.В какой момент прекращается передача энергии от активного (рабочего) потока к пассивному потоку? 4.Записать основные условия подобия струйных насосов. 5.В чём заключается различие методик расчёта СН МВТУ и ВТИ? 6.Что означают безразмерные параметры S и q?
---------------------------------------	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Основы теории вихревых насосов и конструктивные особенности вихревых насосов

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольный опрос по темам «Основы теории вихревых насосов» и «Конструктивные особенности вихревых насосов»

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы из заданного перечня.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать усовершенствованные конструкции СпН с улучшенными характеристиками с использованием САПР	1.1. Изобразить треугольники скоростей для рабочего колеса с серпообразной формой лопасти при движении рабочего колеса выпуклой стороной вперёд.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Расчёт вихревого насоса методами ВТИ и МГТУ

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие «Расчёт вихревого насоса методами ВТИ и МГТУ»

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы из заданного перечня.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать усовершенствованные конструкции СпН с улучшенными характеристиками с использованием САПР	1.Перечислить основные этапы расчёта вихревого насоса методами МГТУ
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-5. Основные конструктивные схемы специальных насосов

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие на знание основных конструктивных схем специальных насосов.

Краткое содержание задания:

Изобразить эскиз одного (нескольких) вариантов основных конструктивных схем специальных насосов и назвать преимущества и недостатки.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать усовершенствованные конструкции СпН с улучшенными характеристиками с использованием САПР	1.7. ВН закрытого типа 2.8. ВН открытого типа 3.9. ВН с боковым каналом 4.10. ВН с периферийным каналом 5.11. ВН с периферийно-боковым каналом 6.12. ВН с открытым каналом 7.13. ВН с каналом открытым к центру 8.14. ВН с глухим каналом 9.15. одноступенчатые и многоступенчатые ВН 10.16. центробежно-вихревые ВН 11.17. ВН с односторонним и двухсторонним каналом
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Вопрос:

1. Обобщённые (сводные) характеристики струйных насосов

Ответ:

Обобщёнными характеристиками струйных насосов называют семейство нормальных безразмерных характеристик однотипных СН, работающих в подобных режимах, т.е. с соблюдением следующих условий подобия.

1) Геометрическое подобие проточных частей СН. В качестве основного параметра геометрического подобия принимается относительный размер:

$$S = \frac{F_{\text{КС}}^{\text{КС}}}{f_c^c}$$

$$S = \frac{D_{\text{г}}^2}{r_{\text{г}}} = - \text{ для СН с центральным соплом.}$$

2) Кинематическое подобие, которое предполагает:

а) эпюры скоростей отдельно пассивного и отдельно активного потоков в сечении 1–1 камеры смешения КС (горловины) приблизительно равномерны (рис. 1).

б) эпюра скоростей смешенного потока в сечении 2–2 также равномерна.

в) постоянство гидростатического давления в сечении 1–1 по всему сечению

$$p_{1p}^{1p} = p_{1п}^{1п} = p_1^1 = \text{const}$$

г) отсутствие кавитации.

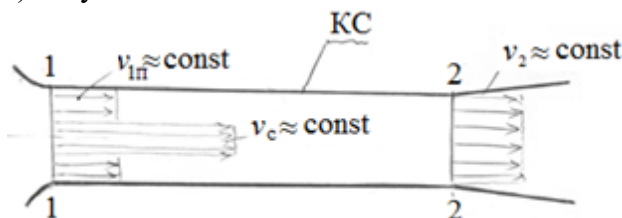


Figure 1 Рис. 1. Эпюры скоростей рабочего, пассивного и смешанного потоков в проточной части СН

3) Динамическое подобие. В качестве критерия динамического подобия применяется число Re (Рейнольдса):

$$= \frac{U_c^c d_c^c}{\nu} \geq \text{кр}_{\text{кркр}}^{\text{кр}}$$

где:

$\text{кр}_{\text{кркр}}^{\text{кр}} = 10$ - критическое значение, определяющее зону автомодельности СН с центральным соплом. Для СН с кольцевым соплом $\text{кр}_{\text{кркр}}^{\text{кр}} = 3 \cdot 10$.

Воспользуемся уравнением (4.8) зависимости (q) и, принимая значения $S = 1,5; 2; 3 \dots$ через определённый интервал характеристики при $S = \text{const}$, наподобие, представленных на рис. 2.

К построенным таким образом кривым (q) проведём огибающую (касательную кривую). В точках касания огибающей с частными характеристиками КПД СН будет max при данных значениях q и S , следовательно, значения S в этих точках касания будут

определять оптимальный режим работы СН. По этим значениям на рис. 2 построена зависимость $S_{opt}^{opt} opt_{opt}(q)$ - штриховая линия.

Физический смысл огибающей следующий: если бы S менялось непрерывно, а не дискретно, то (q) при $\max$ КПД соответствовала бы огибающей кривой.

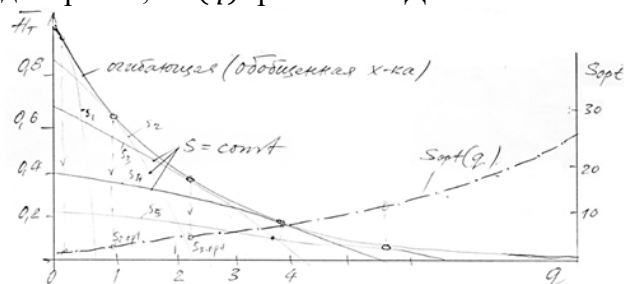


Figure 2 Рис. 2. Обобщённая теоретическая безразмерная характеристика СН (впервые предложена Подвидзом Л.Г. и Кирилловским Ю.Л. (МГТУ)).

Представленная на рис. 2 теоретическая обобщённая характеристика может быть использована для расчёта СН с центральным соплом. Однако для этого нужно знать гидравлический КПД, т.к. обычно при проектировании задаётся не теоретический, а напор насоса. Поэтому зависимость (q) необходимо перестроить и получить зависимость $= \eta_r^r \Gamma_r$, приняв значение η_r^r .

Процедура проведения

Экзаменационное мероприятие

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-3 Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности

Вопросы, задания

- 1.Методика МГТУ проектирования струйного насоса
- 2.Методика ВТИ проектирования струйного насоса
- 3.Кавитация в струйных насосах
- 4.Конструкция и применение струйных насосов
- 5.Кавитация в вихревых насосах
- 6.Конструкция и применение вихревых насосов
- 7.Гипотеза рабочего процесса вихревого насоса

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Опишите конструкцию и принцип работы струйного насоса (СН).

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос.

Верный ответ: СН состоит из подводящего патрубка в который поступает поток жидкости. Далее идет сопло необходимое для обеспечения потока жидкости кинетической энергией струи. После жидкость наделенная энергией из камеры смешения перемещается в общий трубопровод к жидкости без энергии. Когда смешивается струя жидкости со скоростью с жидкостью в состоянии покоя создается турбулентный режим течения вовлекая в себе все больший поток по мере

расширения. Далее на диффузоре жидкость обратно преобразует свою энергию в энергию давления.

2. В какой момент прекращается передача энергии от активного (рабочего) потока к пассивному потоку?

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос.

Верный ответ: Передачи энергии в виде скорости активного потока пассивному в СН возможна до того момента пока скорости обоих потоков разные. Как они выравниваются, - передача энергии прекращается.

3. Запишите основные условия подобия струйных насосов

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос.

Верный ответ: Геометрическое подобие (подобие размеров насоса), кинематическое подобие (подобие скоростей треугольников), динамическое подобие (подобие по числу Рейнольдса Re).

4. В чём заключается различие методик расчёта СН МВТУ и ВТИ?

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос.

Верный ответ: Методика расчёта ВТИ введена для расчета определенного типа СН работающих с разнородным потоком.

5. Что означают безразмерные параметры S и q ?

Ответы:

Дать развернутый ответ на вопрос.

Верный ответ: Экспериментально установленные коэффициенты для упрощения расчетов и построения характеристик. В зависимости от данных параметров можно найти КПД и некоторые виды потерь.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки. Оценка

«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.