

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

А.В. Воробьев  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (02)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1120-6,1/25-1**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Богачеву Владиславу Романовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{э}$		$1120 \text{ MВт}$							
- начальные параметры пара:									
- давление		$6,1 \text{ МПа}$							
- степень сухости		$0,995$							
- давление после промпрегревателя		$1,105 \text{ МПа}$							
- конечное давление		$4,1 \text{ кПа}$							
- число регенеративных отборов		$7$							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{тп}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,9795	1,7914	1,1638	1,105	0,5766	0,3092	0,0809	0,0218
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{тп}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
		0,0813	0,0445	0,0599	0,0199	0,051	0,045	0,0324	0,0293
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку стопорный клапан турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки третьей ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы третьей ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Богачев В.Р. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (03)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1050-6,1/25-2**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Гавзовой Анастасии Андреевне

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		<i>1050 МВт</i>							
- начальные параметры пара:									
- давление		<i>6,1 МПа</i>							
- степень сухости		<i>0,995</i>							
- давление после промпрегревателя		<i>1,189 МПа</i>							
- конечное давление		<i>3,8 кПа</i>							
- число регенеративных отборов		<i>7</i>							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		<i>3,0496</i>	<i>1,8478</i>	<i>1,252</i>	<i>1,1894</i>	<i>0,6585</i>	<i>0,3527</i>	<i>0,0975</i>	<i>0,0243</i>
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		<i>0,0811</i>	<i>0,0467</i>	<i>0,0414</i>	<i>0,0198</i>	<i>0,0335</i>	<i>0,0497</i>	<i>0,0372</i>	<i>0,0303</i>
- система осушки пара					<i>C + ПП<sub>1</sub> + ПП<sub>2</sub></i>				
- частота вращения ротора турбины					<i>25 с<sup>-1</sup></i>				

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку автомат безопасности кольцевого типа

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки третьей ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы третьей ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Гавзова А.А. /

« 02 » сентября 2024 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 02 » сентября 2024 г.

**З А Д А Н И Е (04)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-980-5,6/25-1**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Гавриленко Владиславу Евгеньевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		980 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,6 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промперегревателя		1,093 МПа							
- конечное давление		4,1 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{TP}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,9936	1,8248	1,1512	1,093	0,5521	0,3251	0,0791	0,0227
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{TP}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
		0,0824	0,0437	0,0577	0,0215	0,0525	0,0444	0,0328	0,0285
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ c}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку валоповоротное устройство

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Гавриленко В.Е. /

« 02 » сентября 2024 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

А.В. Воробьев  
**« 02 » сентября 2024 г.**

**З А Д А Н И Е (05)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-1000-5,8/25-2**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Голозубов Вячеславу Александровичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		1000 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,8 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		1,140 МПа							
- конечное давление		4,1 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,88	1,907	1,2002	1,14019	0,6176	0,3305	0,0927	0,0243
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,0797	0,0456	0,0391	0,0196	0,0339	0,0473	0,0372	0,0317
- система осушки пара					$C + III_1 + III_2$				
- частота вращения ротора турбины					$25 \text{ c}^{-1}$				

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку валоповоротное устройство

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки третьей ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы третьей ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Голозубов В.А. /

« 02 » сентября 2024 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 02 » сентября 2024 г.

**З А Д А Н И Е (06)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-220-4,1/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Дворко Данилу Юрьевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		220 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		4,1 МПа							
- степень сухости		252							
- давление после промперегревателя		0,2717 МПа							
- конечное давление		6,4 кПа							
- число регенеративных отборов		8							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,7885	1,8764	1,3345	0,4428	0,3064	0,1241	0,0555	0,0299
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$
		0,012	0,0212	0,0199	0,0086	0,0106	0,0047	0,0042	0,0067
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$							
- теплоперепад регулирующей ступени		60 кДж/кг							
- теплоперепад регулирующей ступени		по прототипу							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку **валоповоротное устройство**

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.

- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере второй ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки второй ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы второй ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Дворко Д.Ю. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_  
**А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

**З А Д А Н И Е (07)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-510-5,85/25**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Долматову Максиму Игоревичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		510 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,8 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		0,692 МПа							
- конечное давление		6 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,8699	1,9614	1,222	0,7867	0,7044	0,2637	0,1344	0,033
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ПТ}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,0793	0,0427	0,0446	0,0465	0,021	0,0305	0,0345	0,022
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку организация тепловых расширений

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере последней ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Долматов М.И. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

А.В. Воробьев  
**« 02 » сентября 2024 г.**

**З А Д А Н И Е (08)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦСД турбины насыщенного пара К-1000-5,6/25-1**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Дударёк Даниле Андреевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{э}$		$1000 \text{ MВт}$							
- начальные параметры пара:									
- давление		$6,1 \text{ МПа}$							
- степень сухости		$0,995$							
- давление после промпрегревателя		$1,106 \text{ МПа}$							
- конечное давление		$4,0 \text{ кПа}$							
- число регенеративных отборов		$7$							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		$2,9575$	$1,7396$	$1,1653$	$1,106$	$0,6091$	$0,3103$	$0,0787$	$0,0225$
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
		$0,0833$	$0,0448$	$0,0582$	$0,021$	$0,0526$	$0,0481$	$0,0332$	$0,0291$
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку система концевых уплотнений турбины

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере второй ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки второй ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы второй ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Дударёк Д.А. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (09)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-530-6,2/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Жармухаметову Аслану Канатовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		530 МВт						
- начальные параметры пара:								
- давление		6,2 МПа						
- степень сухости		0,995						
- давление после промперегревателя		0,3238 МПа						
- конечное давление		3,8 кПа						
- число регенеративных отборов		7						
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_{1(ПП1)}$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,09	1,1299	0,6062	0,3539	0,1411	0,0631	0,0267
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		оценить	0,011	0,0452	0,0489	0,0216	0,0233	0,0268
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$						
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ c}^{-1}$						

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку валоповоротное устройство

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере предпоследней ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки предпоследней ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы предпоследней ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Жармухаметов А.К. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (10)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1000-5,8/25-2**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Куликову Кириллу Дмитриевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		980 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,8 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		1,148 МПа							
- конечное давление		3,9 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{TP}$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,8896	1,9999	1,2082	1,148	0,6686	0,3231	0,0969	0,026
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{TP}$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,0788	0,0457	0,0408	0,0211	0,0326	0,0467	0,0364	0,0311
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ c}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку упорный подшипник турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере пятой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки пятой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы пятой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Куликов К.Д. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (11)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-485-6,7/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Купину Кириллу Дмитриевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		485 МВт						
- начальные параметры пара:								
- давление		6,7 МПа						
- степень сухости		0,995						
- давление после промпрегревателя		0,3154 МПа						
- конечное давление		4,1 кПа						
- число регенеративных отборов		7						
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_{1(ПП1)}$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,0305	1,1078	0,6052	0,3447	0,1386	0,0643	0,0257
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		оценить	0,0107	0,0457	0,0489	0,0219	0,022	0,0276
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$						
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$						

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку система концевых уплотнений турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки третьей ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы третьей ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Купин К.Д. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (12)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦСД турбины насыщенного пара К-490-5,7/25**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Лаптеву Никите Игоревичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		490 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,7 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		0,681 МПа							
- конечное давление		6 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,8124	1,9626	1,1972	0,7401	0,681	0,2617	0,137	0,0319
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ПТ}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,0731	0,043	0,0453	0,0428	0,0198	0,0306	0,0374	0,0214
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку схема концевых уплотнений турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере второй ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы второй ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Лаптев Н.И. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (13)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1050-5,7/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Мельчиковой Ульяне Дмитриевне

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	$1050 \text{ MВт}$																																				
- начальные параметры пара:																																					
- давление	$5,7 \text{ МПа}$																																				
- степень сухости	$273$																																				
- давление после промперегревателя	$0,5313 \text{ МПа}$																																				
- конечное давление	$5,0 \text{ кПа}$																																				
- число регенеративных отборов	$8$																																				
- давления и относительные расходы пара в отборах	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th><math>p_1</math></th> <th><math>p_2</math></th> <th><math>p_3</math></th> <th><math>p_4</math></th> <th><math>p_{ТП}</math></th> <th><math>p_5</math></th> <th><math>p_6</math></th> <th><math>p_7</math></th> <th><math>p_8</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>2,4085</math></td> <td><math>1,4473</math></td> <td><math>0,9231</math></td> <td><math>0,5546</math></td> <td><math>0,5313</math></td> <td><math>0,2571</math></td> <td><math>0,1301</math></td> <td><math>0,0656</math></td> <td><math>0,0262</math></td> </tr> <tr> <th><math>\alpha_1</math></th> <th><math>\alpha_2</math></th> <th><math>\alpha_3</math></th> <th><math>\alpha_4</math></th> <th><math>\alpha_{ТП}</math></th> <th><math>\alpha_5</math></th> <th><math>\alpha_6</math></th> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>0,0655</math></td> <td><math>0,0619</math></td> <td><math>0,0225</math></td> <td><math>0,054</math></td> <td><math>0,0274</math></td> <td><math>0,0268</math></td> <td><math>0,0237</math></td> <td><math>0,0289</math></td> <td><math>0,0344</math></td> </tr> </tbody> </table>	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	$2,4085$	$1,4473$	$0,9231$	$0,5546$	$0,5313$	$0,2571$	$0,1301$	$0,0656$	$0,0262$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$			$0,0655$	$0,0619$	$0,0225$	$0,054$	$0,0274$	$0,0268$	$0,0237$	$0,0289$	$0,0344$
$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$																													
$2,4085$	$1,4473$	$0,9231$	$0,5546$	$0,5313$	$0,2571$	$0,1301$	$0,0656$	$0,0262$																													
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$																															
$0,0655$	$0,0619$	$0,0225$	$0,054$	$0,0274$	$0,0268$	$0,0237$	$0,0289$	$0,0344$																													
- система осушки пара	$C + ПП_1$																																				
- частота вращения ротора турбины	$50 \text{ с}^{-1}$																																				

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку автомат безопасности

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Мельчикова У.Д. /

« 02 » сентября 2024 г.

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

А.В. Воробьев  
« 02 » сентября 2024 г.

### З А Д А Н И Е (14)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-750-6,5/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Неклюдову Макарию Александровичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	750 МВт					
- начальные параметры пара:						
- давление	6,2 МПа					
- степень сухости	0,995					
- давление после промпрегревателя	0,4482 МПа					
- конечное давление	4,1 кПа					
- число регенеративных отборов	6					
- давления и относительные расходы пара в отборах	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$
	1,7277	0,7444	0,4718	0,2223	0,1131	0,0218
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$
	0,0365	0,0485	0,0416	0,0251	0,0406	0,0252
- система осушки пара	С+ ПП <sub>1</sub>					
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>					

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку автомат безопасности типа

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Неклюдов М.А. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (15)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-230-4,3/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Перельгину Сергею Денисовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		230 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		4,3 МПа							
- степень сухости		255							
- давление после промперегревателя		0,2793 МПа							
- конечное давление		6,3 кПа							
- число регенеративных отборов		8							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,9018	1,8689	1,2858	0,4375	0,315	0,1209	0,0591	0,0304
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$
		0,0123	0,0201	0,0199	0,0086	0,0109	0,0044	0,0046	0,0065
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$							
- теплоперепад регулирующей ступени		80 кДж/кг							
- теплоперепад регулирующей ступени		по прототипу							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку **валоповоротное устройство**

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.

- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере второй ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки второй ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы второй ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Перелыгин С.Д. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

А.В. Воробьев  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (16)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-770-6,2/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Порошистому Александру Сергеевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	770 МВт					
- начальные параметры пара:						
- давление	6,2 МПа					
- степень сухости	0,995					
- давление после промпрегревателя	0,4416 МПа					
- конечное давление	3,9 кПа					
- число регенеративных отборов	6					
- давления и относительные расходы пара в отборах	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$
	1,6778	0,714	0,4649	0,2202	0,113	0,0207
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$
	0,037	0,0458	0,0429	0,0254	0,0393	0,0261
- система осушки пара	С+ ПП <sub>1</sub>					
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>					

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку **валоповоротное устройство**

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки третьей ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы третьей ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Порошистый А.С. /

« 02 » сентября 2024 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 02 » сентября 2024 г.

**З А Д А Н И Е (17)**

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-215-4,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Ридченко Алексею Денисовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	215 МВт							
- начальные параметры пара:								
- давление	4,4 МПа							
- степень сухости	256,5							
- давление после промпрегревателя	0,2565 МПа							
- конечное давление	6,5 кПа							
- число регенеративных отборов	8							
- давления и относительные расходы пара в отборах	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
	2,9207	1,8659	1,2437	0,3396	0,2893	0,1261	0,0589	0,0279
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$
	0,0124	0,0202	0,0185	0,0084	0,0112	0,0045	0,0043	0,0068
- система осушки пара	$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины	$50 \text{ с}^{-1}$							
- теплоперепад регулирующей ступени	100 кДж/кг							
- теплоперепад регулирующей ступени	по прототипу							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку **главный масляный насос**

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.

- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Ридченко А.Д. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (18)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦСД турбины насыщенного пара К-1150-5,6/25-1**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Россохину Дмитрию Александровичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		<i>1000 МВт</i>							
- начальные параметры пара:									
- давление		<i>5,95 МПа</i>							
- степень сухости		<i>0,995</i>							
- давление после промпрегревателя		<i>1,028 МПа</i>							
- конечное давление		<i>4,0 кПа</i>							
- число регенеративных отборов		<i>7</i>							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		<i>2,9716</i>	<i>1,8213</i>	<i>1,0829</i>	<i>1,028</i>	<i>0,5951</i>	<i>0,3075</i>	<i>0,0804</i>	<i>0,023</i>
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
		<i>0,0874</i>	<i>0,0459</i>	<i>0,0583</i>	<i>0,0198</i>	<i>0,0501</i>	<i>0,0454</i>	<i>0,0351</i>	<i>0,0312</i>
- система осушки пара					<i>C + ПП<sub>1</sub> + ПП<sub>2</sub></i>				
- частота вращения ротора турбины					<i>25 с<sup>-1</sup></i>				

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку система маслоснабжения турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере последней ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки последней ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы последней ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Россохин Д.А. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (19)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-210-4,2/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Стоялову Евгению Константиновичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		210 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		4,2 МПа							
- степень сухости		254							
- давление после промпрегревателя		0,2697 МПа							
- конечное давление		6,1 кПа							
- число регенеративных отборов		8							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,8918	1,9472	1,2573	0,4683	0,3042	0,1255	0,0599	0,0289
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$
		0,0121	0,0209	0,0196	0,0081	0,0104	0,0044	0,0043	0,0067
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$							
- теплоперепад регулирующей ступени		50 кДж/кг							
- теплоперепад регулирующей ступени		по прототипу							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку **валоповоротное устройство**

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.

- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Стоялов Е.К. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (20)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-495-5,6/25**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Трубачеву Матвею Андреевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		495 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,6 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		0,695 МПа							
- конечное давление		5,8 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,8879	1,9783	1,1825	0,756	0,695	0,2853	0,1361	0,0324
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ПТ}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,074	0,043	0,0453	0,0451	0,0196	0,0318	0,0353	0,0203
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку опорный подшипник турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Трубачев М.А. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (21)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦСД турбины насыщенного пара К-520-5,9/25**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Федорову Антону Вячеславовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		520 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,9 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		0,734 МПа							
- конечное давление		6,0 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>	p <sub>4</sub>	p <sub>ТП</sub>	p <sub>5</sub>	p <sub>6</sub>	p <sub>7</sub>
		2,9999	1,9744	1,2141	0,7976	0,734	0,2647	0,141	0,0343
		α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>	α <sub>3</sub>	α <sub>4</sub>	α <sub>ТП</sub>	α <sub>5</sub>	α <sub>6</sub>	α <sub>7</sub>
		0,0729	0,0433	0,0438	0,0463	0,0199	0,0301	0,0368	0,0211
- система осушки пара		С+ ПП <sub>1</sub> + ПП <sub>2</sub>							
- частота вращения ротора турбины		25 с <sup>-1</sup>							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку упорный подшипник турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки третьей ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы третьей ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Федоров А.В. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (22)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-975-5,9/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Шабаршовой Елене Михайловне

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	975 МВт																																				
- начальные параметры пара:																																					
- давление	5,9 МПа																																				
- степень сухости	275																																				
- давление после промпрегревателя	0,5316 МПа																																				
- конечное давление	4,9 кПа																																				
- число регенеративных отборов	8																																				
- давления и относительные расходы пара в отборах	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th><math>p_1</math></th> <th><math>p_2</math></th> <th><math>p_3</math></th> <th><math>p_4</math></th> <th><math>p_{ТП}</math></th> <th><math>p_5</math></th> <th><math>p_6</math></th> <th><math>p_7</math></th> <th><math>p_8</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,4935</td> <td>1,5522</td> <td>0,9306</td> <td>0,5549</td> <td>0,5316</td> <td>0,2754</td> <td>0,1384</td> <td>0,0705</td> <td>0,0266</td> </tr> <tr> <th><math>\alpha_1</math></th> <th><math>\alpha_2</math></th> <th><math>\alpha_3</math></th> <th><math>\alpha_4</math></th> <th><math>\alpha_{ТП}</math></th> <th><math>\alpha_5</math></th> <th><math>\alpha_6</math></th> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,0616</td> <td>0,0608</td> <td>0,0232</td> <td>0,0502</td> <td>0,0286</td> <td>0,0273</td> <td>0,0223</td> <td>0,0298</td> <td>0,0317</td> </tr> </tbody> </table>	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	2,4935	1,5522	0,9306	0,5549	0,5316	0,2754	0,1384	0,0705	0,0266	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$			0,0616	0,0608	0,0232	0,0502	0,0286	0,0273	0,0223	0,0298	0,0317
$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$																													
2,4935	1,5522	0,9306	0,5549	0,5316	0,2754	0,1384	0,0705	0,0266																													
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$																															
0,0616	0,0608	0,0232	0,0502	0,0286	0,0273	0,0223	0,0298	0,0317																													
- система осушки пара	$C + ПП_1$																																				
- частота вращения ротора турбины	$50 \text{ c}^{-1}$																																				

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку валоповоротное устройство

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере пятой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки пятой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы пятой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Шабаршова Е.М. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

А.В. Воробьев  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (23)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-500-6,7/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Шафикову Баиру Тимерлановичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		500 МВт						
- начальные параметры пара:								
- давление		6,7 МПа						
- степень сухости		0,995						
- давление после промперегревателя		0,3317 МПа						
- конечное давление		3,8 кПа						
- число регенеративных отборов		7						
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_{1(ПП1)}$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		1,995	1,125	0,6449	0,3625	0,1442	0,0673	0,0247
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
	оценить	0,0102	0,0461	0,0535	0,0203	0,0231	0,0284	
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$						
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ c}^{-1}$						

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку система маслоснабжения турбины

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере пятой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки пятой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы пятой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Шафиков Б.Т. /

« 02 » сентября 2024 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

**З А Д А Н И Е (24)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-985-5,8/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Шокареву Григорию Вячеславовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	985 МВт								
- начальные параметры пара:									
- давление	5,8 МПа								
- степень сухости	274								
- давление после промперегревателя	0,5422 МПа								
- конечное давление	5,2 кПа								
- число регенеративных отборов	8								
- давления и относительные расходы пара в отборах	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
	2,4646	1,4691	0,9474	0,5659	0,5422	0,2667	0,1267	0,0687	0,0276
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
	0,0625	0,0619	0,0214	0,0504	0,0267	0,0271	0,0221	0,0298	0,0332
- система осушки пара	С+ ПП <sub>1</sub>								
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>								

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку упорный подшипник

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере второй ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки второй ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы второй ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Шокарев Г.В. /

« 02 » сентября 2024 г.

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Руководитель ООП**

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 02 » сентября 2024 г.**

### З А Д А Н И Е (25)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-1000-5,75/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5011 Юркину Артёму Сергеевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с его тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	$1000 \text{ MВт}$																																				
- начальные параметры пара:																																					
- давление	$5,75 \text{ МПа}$																																				
- степень сухости	$273,5$																																				
- давление после промпрегревателя	$0,5232 \text{ МПа}$																																				
- конечное давление	$5,0 \text{ кПа}$																																				
- число регенеративных отборов	$8$																																				
- давления и относительные расходы пара в отборах	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th><math>p_1</math></th> <th><math>p_2</math></th> <th><math>p_3</math></th> <th><math>p_4</math></th> <th><math>p_{ТП}</math></th> <th><math>p_5</math></th> <th><math>p_6</math></th> <th><math>p_7</math></th> <th><math>p_8</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>2,4073</math></td> <td><math>1,5709</math></td> <td><math>0,8987</math></td> <td><math>0,5461</math></td> <td><math>0,5232</math></td> <td><math>0,2612</math></td> <td><math>0,1272</math></td> <td><math>0,0688</math></td> <td><math>0,0265</math></td> </tr> <tr> <th><math>\alpha_1</math></th> <th><math>\alpha_2</math></th> <th><math>\alpha_3</math></th> <th><math>\alpha_4</math></th> <th><math>\alpha_{ТП}</math></th> <th><math>\alpha_5</math></th> <th><math>\alpha_6</math></th> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>0,0616</math></td> <td><math>0,0618</math></td> <td><math>0,0232</math></td> <td><math>0,0541</math></td> <td><math>0,0267</math></td> <td><math>0,0262</math></td> <td><math>0,0228</math></td> <td><math>0,0278</math></td> <td><math>0,0324</math></td> </tr> </tbody> </table>	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	$2,4073$	$1,5709$	$0,8987$	$0,5461$	$0,5232$	$0,2612$	$0,1272$	$0,0688$	$0,0265$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$			$0,0616$	$0,0618$	$0,0232$	$0,0541$	$0,0267$	$0,0262$	$0,0228$	$0,0278$	$0,0324$
$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$																													
$2,4073$	$1,5709$	$0,8987$	$0,5461$	$0,5232$	$0,2612$	$0,1272$	$0,0688$	$0,0265$																													
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$																															
$0,0616$	$0,0618$	$0,0232$	$0,0541$	$0,0267$	$0,0262$	$0,0228$	$0,0278$	$0,0324$																													
- система осушки пара	$C + ПП_1$																																				
- частота вращения ротора турбины	$50 \text{ с}^{-1}$																																				

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку опорный подшипник

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада цилиндра по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.

- 4.4. Расчет закрутки последней ступени цилиндра по методу постоянного удельного расхода.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 16 декабря 2024 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ / Шевелев С.А. /

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Юркин А.С. /

« 02 » сентября 2024 г.