

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 (01)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1100-5,8-2/25**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Арбакову Денису 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		1100 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,8 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		1,151 МПа							
- конечное давление		4,0 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,8472	1,9839	1,1931	1,151	0,6396	0,3431	0,0895	0,0261
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,0811	0,0445	0,0394	0,0203	0,0327	0,0479	0,0376	0,0316
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**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 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:** \_\_\_\_\_ / Арбаков Д.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 (02)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
 Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-490-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Бокову Геннадию 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		490 МВт						
- начальные параметры пара:								
- давление		6,4 МПа						
- степень сухости		99,5						
- давление после промпрегревателя		0,306 МПа						
- конечное давление		3,8 кПа						
- число регенеративных отборов		7						
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1(ПП1)$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,1508	1,1535	0,601	0,3342	0,3417	0,1435	0,0641
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		оценить	0,0101	0,0438	0,0504	0,0203	0,0232	0,0264
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$						
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$						

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку регулирующей клапан ЦВД

**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 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:** \_\_\_\_\_ / Боков Г.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 (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 5012 Воеводину Владимиру Владимировичу

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	1050 МВт																																				
- начальные параметры пара:																																					
- давление	6,1 МПа																																				
- степень сухости	274																																				
- давление после промпрегревателя	0,545 МПа																																				
- конечное давление	5,2 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>2,339</td> <td>1,454</td> <td>0,949</td> <td>0,547</td> <td>0,545</td> <td>0,2659</td> <td>0,1255</td> <td>0,0642</td> <td>0,0274</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>0,0637</td> <td>0,0642</td> <td>0,0235</td> <td>0,0525</td> <td>0,0283</td> <td>0,0252</td> <td>0,0218</td> <td>0,0281</td> <td>0,0343</td> </tr> </tbody> </table>	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	2,339	1,454	0,949	0,547	0,545	0,2659	0,1255	0,0642	0,0274	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$			0,0637	0,0642	0,0235	0,0525	0,0283	0,0252	0,0218	0,0281	0,0343
$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$																													
2,339	1,454	0,949	0,547	0,545	0,2659	0,1255	0,0642	0,0274																													
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$																															
0,0637	0,0642	0,0235	0,0525	0,0283	0,0252	0,0218	0,0281	0,0343																													
- система осушки пара	$C + III_1 + III_2$																																				
- 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 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели обоймы концевое уплотнения цилиндра.

**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:** \_\_\_\_\_ / Воеводин В.В. /

« 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 «Турбомашинны АЭС»  
 Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-550-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Гришаковой Ульяне Олеговне

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		550 МВт						
- начальные параметры пара:								
- давление		6,4 МПа						
- степень сухости		0,995						
- давление после промпрегревателя		0,308 МПа						
- конечное давление		3,7 кПа						
- число регенеративных отборов		7						
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1(ПП1)$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,0903	1,1297	0,6351	0,3371	0,3443	0,1413	0,0645
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		оценить	0,011	0,0473	0,0518	0,0205	0,0216	0,0279
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$						
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$						

**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 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:** \_\_\_\_\_ / ГришакOVA У.О. /

« 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 ЦНД турбины насыщенного пара К-1000-6,1/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Кочакову Максиму 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		1000 МВт								
- начальные параметры пара:										
- давление		6,1 МПа								
- степень сухости		277								
- давление после промпрегревателя		0,5281 МПа								
- конечное давление		5,3 кПа								
- число регенеративных отборов		8								
- давления и относительные расходы пара в отборах		р <sub>1</sub>	р <sub>2</sub>	р <sub>3</sub>	р <sub>4</sub>	р <sub>ТП</sub>	р <sub>5</sub>	р <sub>6</sub>	р <sub>7</sub>	р <sub>8</sub>
		2,527	1,491	0,904	0,547	0,5281	0,2762	0,1375	0,0699	0,0256
		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>		
		0,063	0,0646	0,0225	0,0515	0,0279	0,027	0,0224	0,0282	0,034
- система осушки пара		С+ ПП <sub>1</sub> + ПП <sub>2</sub>								
- частота вращения ротора турбины		50 с <sup>-1</sup>								

**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 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:** \_\_\_\_\_ / Кочаков М.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 (07)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-1050-6,0/25-2**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Максаковой Анастасии 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		1050 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		6,0 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		1,189 МПа							
- конечное давление		4,2 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,8391	1,9037	1,1409	1,1893	0,6256	0,3335	0,0949	0,0241
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,0811	0,0445	0,0394	0,0203	0,0327	0,0479	0,0376	0,0316
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**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 третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет специзадания.
- 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 специзаданию.

**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:** \_\_\_\_\_ / Максакова А.Д./

« 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 (08)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
 Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1150-6,2/25-1**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Медведеву Роману 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		1150 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		6,2 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		1,047 МПа							
- конечное давление		4,1 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,8192	1,7566	1,0979	1,0471	0,5991	0,3131	0,0844	0,0222
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
		0,0875	0,0439	0,0583	0,0203	0,0529	0,0456	0,0355	0,0304
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**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 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:** \_\_\_\_\_ / Медведев Р.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 (09)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-1000-6,0/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Мусохранову Владимиру Антоновичу

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		1000 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		6,0 МПа							
- степень сухости		276							
- давление после промпрегревателя		0,5453 МПа							
- конечное давление		5,0 кПа							
- число регенеративных отборов		8							
- давления и относительные расходы пара в отборах	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
	2,3898	1,4501	0,937	0,5386	0,5453	0,2578	0,1322	0,068	0,0275
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
	0,0623	0,0629	0,0227	0,0497	0,0288	0,0256	0,0218	0,028	0,0341
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$							
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$							

**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:** \_\_\_\_\_ / Мусохранов В.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 (10)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-205-4,5/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Дадашову Роману Владимировичу

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		205 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		4,5 МПа							
- степень сухости		1,0							
- давление после промпрегревателя		0,266 МПа							
- конечное давление		3,7 кПа							
- число регенеративных отборов		8							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,786	1,930	1,288	0,508	0,3	0,127	0,058	0,029
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
		0,0458	0,0454	0,0715	0,0311	0,0402	0,0166	0,0166	0,0246
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$							

**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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели диафрагмы третьей ступени цилиндра.

**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:** \_\_\_\_\_ / Дадашов Р.В./

« 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 (11)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-950-6,0/25-2**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Полищук Иуилании Сергеевне

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		950 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		6,0 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		1,191 МПа							
- конечное давление		3,9 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,8968	1,9231	1,2259	1,1905	0,6172	0,3248	0,0904	0,024
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		0,0791	0,046	0,0411	0,0194	0,0341	0,0462	0,0378	0,0311
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$							

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку система тепловых расширений 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:** \_\_\_\_\_ / Арбаков Д.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 (12)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦСД турбины насыщенного пара К-1000-5,75/25-1**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Ромашенко Николаю 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		1000 МВт							
- начальные параметры пара:									
- давление		5,75 МПа							
- степень сухости		0,995							
- давление после промпрегревателя		1,019 МПа							
- конечное давление		4,1 кПа							
- число регенеративных отборов		7							
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_{ТП}$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
		2,7307	1,847	1,0669	1,0188	0,5964	0,2994	0,0786	0,0212
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_{ТП}$	$\alpha_5$	$\alpha_6$		
		0,0852	0,0436	0,0587	0,021	0,0516	0,0466	0,0353	0,0294
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$							
- 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 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:** \_\_\_\_\_ / Ромашенко Н.Д./

« 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 (13)**

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

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Скорохватову Владимиру Владимировичу

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		530 МВт						
- начальные параметры пара:								
- давление		6,2 МПа						
- степень сухости		99,5						
- давление после промпрегревателя		0,327 МПа						
- конечное давление		3,9 кПа						
- число регенеративных отборов		7						
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1(ПП1)$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,0962	1,2126	0,6146	0,3571	0,3408	0,1484	0,0641
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
		оценить	0,0105	0,0451	0,0501	0,0202	0,0218	0,0269
- система осушки пара		$C + ПП_1 + ПП_2$						
- 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 последней 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:** \_\_\_\_\_ / Боков Г.Е. /

« 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-780-6,7/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Статькину Даниилу 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		780 МВт					
- начальные параметры пара:							
- давление		6,7 МПа					
- степень сухости		0,995					
- давление после промпрегревателя		0,456 МПа					
- конечное давление		3,4 кПа					
- число регенеративных отборов		8					
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$
		1,6547	0,7688	0,4805	0,2059	0,1049	0,0203
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$
		0,0364	0,0474	0,0436	0,0246	0,0425	0,0252
- система осушки пара		$C + III_1$					
- частота вращения ротора турбины		$50 \text{ с}^{-1}$					

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку регулирующей клапан ЦВД

#### **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 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели муфты ЦВД-ЦНД.

**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:** \_\_\_\_\_ / Корякин И.О./

« 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 «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-730-6,7/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Степановой Ирина Артемовна

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		780 МВт					
- начальные параметры пара:							
- давление		6,2 МПа					
- степень сухости		0,995					
- давление после промпрегревателя		0,456 МПа					
- конечное давление		3,4 кПа					
- число регенеративных отборов		8					
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$
		1,6585	0,744	0,4484	0,2157	0,1047	0,0199
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$
		0,0362	0,0474	0,04	0,024	0,0397	0,0256
- система осушки пара		С+ ПП <sub>1</sub>					
- частота вращения ротора турбины		50 с <sup>-1</sup>					

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку автомат безопасности бойкового 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 последней 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:** \_\_\_\_\_ / Степанова И.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 (16)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-970-6,4/25**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Нгуен Дам Выонг Минь

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		970 МВт						
- начальные параметры пара:								
- давление		5,88 МПа						
- степень сухости		1,0						
- давление после промпрегревателя		1,14 МПа						
- конечное давление		3,7 кПа						
- число регенеративных отборов		8						
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$
		2,855	1,215	1,122	0,573	0,317	0,086	0,025
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	
		0,0527	0,0631	0,0555	0,0263	0,0437	0,0328	0,0283
- система осушки пара		$C + III_1 + III_2$						
- частота вращения ротора турбины		$25 \text{ с}^{-1}$						

**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 третьей ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет специзадания.
- 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 специзаданию.
- 5.3. Разработка трехмерной модели диафрагмы второй ступени.

**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:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

« 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 «Турбомашины АЭС»  
 Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-750-6,2/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5012 Широглазову Алексею Максимовичу

**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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$		750 МВт					
- начальные параметры пара:							
- давление		6,2 МПа					
- степень сухости		0,995					
- давление после промпрегревателя		0,455 МПа					
- конечное давление		3,8 кПа					
- число регенеративных отборов		6					
- давления и относительные расходы пара в отборах		$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$
		1,7925	0,7595	0,479	0,2076	0,1122	0,0204
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$
		0,0376	0,0463	0,0428	0,0251	0,0398	0,0254
- система осушки пара		С+ ПП <sub>1</sub>					
- частота вращения ротора турбины		50 с <sup>-1</sup>					

**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 специзадания.
- 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 специзаданию.

**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:** \_\_\_\_\_ / Широглазов А.М./

« 02 » сентября 2024 г.

