

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

А.В. Воробьев  
**« 01 » сентября 2022 г.**

### З А Д А Н И Е (01)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-230-4,5/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Абраменко Георгию 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

|   |  |                     |            |            |            |            |            |        |        |
|---|--|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| - электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$      |  | 230 МВт             |            |            |            |            |            |        |        |
| - начальные параметры пара:                       |  |                     |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление  |  | 4,5 МПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - степень сухости                                 |  | 1,0                 |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление после промперегревателя                |  | 0,266 МПа           |            |            |            |            |            |        |        |
| - конечное давление                               |  | 3,5 кПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - число регенеративных отборов                    |  | 8                   |            |            |            |            |            |        |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  | $p_8$  |
|   |  | 2,786               | 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                 |  | $50 \text{ c}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |        |

**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 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Абраменко Г.К./

« 01 » сентября 2022 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  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (02)**  
на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-210-4,5/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Агутенкову Илье Олеговичу

**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 $N_{Э}$      |  | 210 МВт             |            |            |            |            |            |        |        |
| - начальные параметры пара:                       |  |                     |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление  |  | 4,5 МПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - степень сухости                                 |  | 1,0                 |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление после промпрегревателя                 |  | 0,266 МПа           |            |            |            |            |            |        |        |
| - конечное давление                               |  | 3,5 кПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - число регенеративных отборов                    |  | 8                   |            |            |            |            |            |        |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  | $p_8$  |
|   |  | 2,796               | 1,830      | 1,288      | 0,508      | 0,3        | 0,122      | 0,058  | 0,027  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |        |
|   |  | 0,0455              | 0,0460     | 0,0718     | 0,0315     | 0,0402     | 0,0166     | 0,0169 | 0,0247 |
| - система осушки пара                             |  | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |        |
| - частота вращения ротора турбины                 |  | $50 \text{ c}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |        |

**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 обоймы диафрагменного уплотнения последней 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Агутенков И.О./

« 01 » сентября 2022 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  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (03)**  
на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-530-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Аксёнову 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 $N_{Э}$      |               | 530 МВт             |            |            |            |            |        |       |
| - начальные параметры пара:                       |               |                     |            |            |            |            |        |       |
| - давление  |               | 6,4 МПа             |            |            |            |            |        |       |
| - степень сухости                                 |               | 1,0                 |            |            |            |            |        |       |
| - давление после промпрегревателя                 |               | 0,294 МПа           |            |            |            |            |        |       |
| - конечное давление                               |               | 3,9 кПа             |            |            |            |            |        |       |
| - число регенеративных отборов                    |               | 8                   |            |            |            |            |        |       |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |               | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$  | $p_7$ |
|   | <i>опр-ть</i> | 1,120               | 0,619      | 0,346      | 0,140      | 0,065      | 0,0258 |       |
|   | $\alpha_1$    | $\alpha_2$          | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |       |
| <i>опр-ть</i>                                     | 0,01          | 0,0429              | 0,0486     | 0,0198     | 0,0214     | 0,0262     |        |       |
| - система осушки пара                             |               | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |        |       |
| - 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 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 концевого 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Аксёнов Н.Д./

« 01 » сентября 2022 г.

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

А.В. Воробьев  
**« 01 » сентября 2022 г.**

### З А Д А Н И Е (04)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-480-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Антипенко 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

|   |               |                     |            |            |            |            |        |       |
|---|---------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|--------|-------|
| - электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$      |               | 480 МВт             |            |            |            |            |        |       |
| - начальные параметры пара:                       |               |                     |            |            |            |            |        |       |
| - давление  |               | 6,4 МПа             |            |            |            |            |        |       |
| - степень сухости                                 |               | 1,0                 |            |            |            |            |        |       |
| - давление после промпрегревателя                 |               | 0,294 МПа           |            |            |            |            |        |       |
| - конечное давление                               |               | 3,9 кПа             |            |            |            |            |        |       |
| - число регенеративных отборов                    |               | 8                   |            |            |            |            |        |       |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |               | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$  | $p_7$ |
|   | <i>опр-ть</i> | 1,110               | 0,623      | 0,346      | 0,147      | 0,063      | 0,0255 |       |
|   | $\alpha_1$    | $\alpha_2$          | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |       |
| <i>опр-ть</i>                                     |               | 0,010               | 0,0429     | 0,0486     | 0,0198     | 0,0214     | 0,0262 |       |
| - система осушки пара                             |               | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |        |       |
| - частота вращения ротора турбины                 |               | $50 \text{ с}^{-1}$ |            |            |            |            |        |       |

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку регулирующее устройство ЦНД

#### **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 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 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 2022 г.

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

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

« 01 » сентября 2022 г.



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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (05)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1000-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Барковской Александре 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. 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  |  | 5,88 МПа            |            |            |            |            |            |        |
| - степень сухости                                 |  | 1,0                 |            |            |            |            |            |        |
| - давление после промперегревателя                |  | 1,14 МПа            |            |            |            |            |            |        |
| - конечное давление                               |  | 3,7 кПа             |            |            |            |            |            |        |
| - число регенеративных отборов                    |  | 8                   |            |            |            |            |            |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  |
|   |  | 2,87                | 1,22       | 1,122      | 0,582      | 0,312      | 0,08       | 0,021  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |
|   |  | 0,0527              | 0,0631     | 0,0565     | 0,0263     | 0,0434     | 0,0331     | 0,0283 |
| - система осушки пара                             |  | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |
| - частота вращения ротора турбины                 |  | $25 \text{ с}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |

**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 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 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 2022 г.

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

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

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (06)**  
**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-900-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Борисовскому Семену 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 $N_{Э}$      |  | 900 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 |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  |
|   |  | 2,865               | 1,215      | 1,122      | 0,579      | 0,315      | 0,082      | 0,023  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |
|   |  | 0,0527              | 0,0631     | 0,0565     | 0,0263     | 0,0434     | 0,0331     | 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 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели диафрагмы третьей 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Борисовский С.С./

« 01 » сентября 2022 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  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (07)**

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1100-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Бубиндусу Волдемару 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. 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  | 5,88 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 | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  |
|   | 2,845               | 1,215      | 1,122      | 0,585      | 0,318      | 0,085      | 0,028  |
|   | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |
|   | 0,0532              | 0,0635     | 0,0555     | 0,0268     | 0,0432     | 0,0335     | 0,0283 |
| - система осушки пара                             | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |
| - 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 второй 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели последней обоймы 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Бубиндус В.Ю./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (08)**  
на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-230-4,5/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Гайдатулину Данилу 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 $N_{Э}$      |  | 230 МВт             |            |            |            |            |            |        |        |
| - начальные параметры пара:                       |  |                     |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление  |  | 4,5 МПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - степень сухости                                 |  | 1,0                 |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление после промпрегревателя                 |  | 0,266 МПа           |            |            |            |            |            |        |        |
| - конечное давление                               |  | 3,5 кПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - число регенеративных отборов                    |  | 8                   |            |            |            |            |            |        |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  | $p_8$  |
|   |  | 2,791               | 1,835      | 1,285      | 0,508      | 0,3        | 0,125      | 0,055  | 0,027  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |        |
|   |  | 0,0457              | 0,0465     | 0,0721     | 0,0315     | 0,0402     | 0,0168     | 0,0172 | 0,0245 |
| - система осушки пара                             |  | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |        |
| - 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 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 обоймы 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Гайдатулин Д.О./

« 01 » сентября 2022 г.



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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (09)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-950-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Гурылеву Никите 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 $N_{Э}$      |  | 950 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 |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  |
|   |  | 2,82                | 1,22       | 1,122      | 0,572      | 0,314      | 0,083      | 0,0215 |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |
|   |  | 0,0527              | 0,0651     | 0,0565     | 0,0263     | 0,0484     | 0,0331     | 0,0253 |
| - система осушки пара                             |  | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |
| - частота вращения ротора турбины                 |  | $25 \text{ c}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку организация концевых уплотнений

### 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 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Гурьев Н.А./

« 01 » сентября 2022 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  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (10)**  
на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-205-4,5/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 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                 |  | $50 \text{ c}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |        |

**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 2022 г.

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

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

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (11)**  
**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-520-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Жевако Ивану Ивановичу

**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 $N_{Э}$      |               | 520 МВт             |            |            |            |            |        |       |
| - начальные параметры пара:                       |               |                     |            |            |            |            |        |       |
| - давление  |               | 6,4 МПа             |            |            |            |            |        |       |
| - степень сухости                                 |               | 1,0                 |            |            |            |            |        |       |
| - давление после промпрегревателя                 |               | 0,294 МПа           |            |            |            |            |        |       |
| - конечное давление                               |               | 3,5 кПа             |            |            |            |            |        |       |
| - число регенеративных отборов                    |               | 8                   |            |            |            |            |        |       |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |               | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$  | $p_7$ |
|   | <i>опр-ть</i> | 1,112               | 0,627      | 0,346      | 0,147      | 0,065      | 0,0265 |       |
|   | $\alpha_1$    | $\alpha_2$          | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |       |
| <i>опр-ть</i>                                     |               | 0,010               | 0,0429     | 0,0486     | 0,0198     | 0,0214     | 0,0262 |       |
| - система осушки пара                             |               | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |        |       |
| - частота вращения ротора турбины                 |               | $50 \text{ с}^{-1}$ |            |            |            |            |        |       |

**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 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели диафрагменного уплотнения 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Жевако И.И./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (12)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-950-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Имамбаевой Дане Евгеньевне

**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  | 5,88 МПа            |            |            |            |            |            |        |
| - степень сухости                                 | 1,0                 |            |            |            |            |            |        |
| - давление после промпрегревателя                 | 1,14 МПа            |            |            |            |            |            |        |
| - конечное давление                               | 3,9 кПа             |            |            |            |            |            |        |
| - число регенеративных отборов                    | 8                   |            |            |            |            |            |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  |
|   | 2,867               | 1,215      | 1,122      | 0,575      | 0,318      | 0,084      | 0,023  |
|   | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |
|   | 0,0527              | 0,0631     | 0,0565     | 0,0263     | 0,0434     | 0,0331     | 0,0283 |
| - система осушки пара                             | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |
| - частота вращения ротора турбины                 | $25 \text{ c}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |

**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 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 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Имамбаев Д.Е./

« 01 » сентября 2022 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  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (13)**  
на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-510-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Качарину Вадиму 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 $N_{Э}$      |               | 510 МВт             |            |            |            |            |        |       |
| - начальные параметры пара:                       |               |                     |            |            |            |            |        |       |
| - давление  |               | 6,4 МПа             |            |            |            |            |        |       |
| - степень сухости                                 |               | 1,0                 |            |            |            |            |        |       |
| - давление после промпрегревателя                 |               | 0,294 МПа           |            |            |            |            |        |       |
| - конечное давление                               |               | 3,5 кПа             |            |            |            |            |        |       |
| - число регенеративных отборов                    |               | 8                   |            |            |            |            |        |       |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |               | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$  | $p_7$ |
|   | <i>опр-ть</i> | 1,125               | 0,621      | 0,346      | 0,140      | 0,063      | 0,0258 |       |
|   | $\alpha_1$    | $\alpha_2$          | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |       |
| <i>опр-ть</i>                                     |               | 0,012               | 0,0425     | 0,0486     | 0,0198     | 0,0218     | 0,0262 |       |
| - система осушки пара                             |               | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |        |       |
| - 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 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 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Аксёнов Н.Д./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 01 » сентября 2022 г.**

### З А Д А Н И Е (14)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-1050-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Корякин Иван Олегович

**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  |  | 5,88 МПа                             |                |                |                |                |                |                |
| - степень сухости                                 |  | 1,0                                  |                |                |                |                |                |                |
| - давление после промпрегревателя                 |  | 1,14 МПа                             |                |                |                |                |                |                |
| - конечное давление                               |  | 3,4 кПа                              |                |                |                |                |                |                |
| - число регенеративных отборов                    |  | 8                                    |                |                |                |                |                |                |
| - 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>5</sub> | p <sub>6</sub> | p <sub>7</sub> |
|   |  | 2,872                                | 1,22           | 1,122          | 0,586          | 0,316          | 0,082          | 0,023          |
|   |  | $\alpha_1$                           | $\alpha_2$     | $\alpha_3$     | $\alpha_4$     | $\alpha_5$     | $\alpha_6$     |                |
|   |  | 0,0527                               | 0,0633         | 0,0562         | 0,0261         | 0,0432         | 0,0329         | 0,0281         |
| - 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 система концевых уплотнений

#### **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 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 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Корякин И.О./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (15)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-195-4,5/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Мавродиев Владимир Игоревич

**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 $N_{Э}$      | 195 МВт             |            |            |            |            |            |        |        |
| - начальные параметры пара:                       |                     |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление  | 4,5 МПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - степень сухости                                 | 1,0                 |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление после промпрегревателя                 | 0,266 МПа           |            |            |            |            |            |        |        |
| - конечное давление                               | 3,8 кПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - число регенеративных отборов                    | 8                   |            |            |            |            |            |        |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  | $p_8$  |
|   | 2,788               | 1,830      | 1,287      | 0,508      | 0,3        | 0,120      | 0,057  | 0,029  |
|   | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |        |
|   | 0,0467              | 0,0468     | 0,0721     | 0,0315     | 0,0412     | 0,0165     | 0,0175 | 0,0245 |
| - система осушки пара                             | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |        |
| - частота вращения ротора турбины                 | $50 \text{ с}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |        |

**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 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 обоймы 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Мавродиев В.И./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (16)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-970-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 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 | $p_1$<br>2,855<br>$\alpha_1$<br>0,0527 | $p_2$<br>1,215<br>$\alpha_2$<br>0,0631 | $p_3$<br>1,122<br>$\alpha_3$<br>0,0555 | $p_4$<br>0,573<br>$\alpha_4$<br>0,0263 | $p_5$<br>0,317<br>$\alpha_5$<br>0,0437 | $p_6$<br>0,086<br>$\alpha_6$<br>0,0328 | $p_7$<br>0,025<br>$\alpha_7$<br>0,0283 |
| - система осушки пара                             | $C + III_1 + III_2$                    |  |  |  |  |  |  |
| - частота вращения ротора турбины                 | $25 \text{ c}^{-1}$                    |  |  |  |  |  |  |

**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 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.
- 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

« 01 » сентября 2022 г.



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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (17)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-215-4,5/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Новгородову Никите 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 $N_{Э}$      |  | 215 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 |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  | $p_8$  |
|   |  | 2,743               | 1,965      | 1,282      | 0,518      | 0,3        | 0,127      | 0,065  | 0,026  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |        |
|   |  | 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                 |  | $50 \text{ c}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |        |

**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 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 концевого 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Новгородов Н.А./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (18)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-515-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Сазонтову Павлу Вадимовичу

**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 $N_{Э}$      |               | 515 МВт             |            |            |            |            |        |       |
| - начальные параметры пара:                       |               |                     |            |            |            |            |        |       |
| - давление  |               | 6,4 МПа             |            |            |            |            |        |       |
| - степень сухости                                 |               | 1,0                 |            |            |            |            |        |       |
| - давление после промпрегревателя                 |               | 0,294 МПа           |            |            |            |            |        |       |
| - конечное давление                               |               | 3,4 кПа             |            |            |            |            |        |       |
| - число регенеративных отборов                    |               | 8                   |            |            |            |            |        |       |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |               | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$  | $p_7$ |
|   | <i>опр-ть</i> | 1,115               | 0,627      | 0,342      | 0,147      | 0,063      | 0,0275 |       |
|   | $\alpha_1$    | $\alpha_2$          | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |       |
| <i>опр-ть</i>                                     |               | 0,010               | 0,0432     | 0,0482     | 0,0195     | 0,0218     | 0,0262 |       |
| - система осушки пара                             |               | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |        |       |
| - частота вращения ротора турбины                 |               | $50 \text{ с}^{-1}$ |            |            |            |            |        |       |

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку регулирующее устройство ЦНД

#### 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 первой ступени цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки первой 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 диафрагменного уплотнения 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Сазонтов П.В./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (19)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-525-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Старухину Ивану 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. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

|   |                                      |            |            |            |            |            |        |
|---|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|
| - электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$      | 525 МВт                              |            |            |            |            |            |        |
| - начальные параметры пара:                       |                                      |            |            |            |            |            |        |
| - давление  | 6,4 МПа                              |            |            |            |            |            |        |
| - степень сухости                                 | 1,0                                  |            |            |            |            |            |        |
| - давление после промпрегревателя                 | 0,294 МПа                            |            |            |            |            |            |        |
| - конечное давление                               | 3,9 кПа                              |            |            |            |            |            |        |
| - число регенеративных отборов                    | 8                                    |            |            |            |            |            |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах | $p_1$                                | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  |
|   | <i>опр-ть</i>                        | 1,118      | 0,615      | 0,345      | 0,140      | 0,063      | 0,0253 |
|   | $\alpha_1$                           | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |
| <i>опр-ть</i>                                     | 0,01                                 | 0,0429     | 0,0486     | 0,0198     | 0,0214     | 0,0262     |        |
| - 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 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 второй 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели диафрагмы третьей 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Старухин И.И./

« 01 » сентября 2022 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  
« 01 » сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е (20)**  
на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-970-6,4/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Стецову Николаю Валерьевича

**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      | 0,574      | 0,316      | 0,079      | 0,021  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |
|   |  | 0,0523              | 0,0631     | 0,0565     | 0,0263     | 0,0434     | 0,0331     | 0,0283 |
| - система осушки пара                             |  | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |
| - частота вращения ротора турбины                 |  | $25 \text{ c}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |

**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 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели диафрагмы третьей 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Стецов Н.В./

« 01 » сентября 2022 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**  
**« 01 » сентября 2022 г.**

**З А Д А Н И Е (21)**  
**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-200-4,5/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Тарасову Захару 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 $N_{Э}$      |  | 200 МВт             |            |            |            |            |            |        |        |
| - начальные параметры пара:                       |  |                     |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление  |  | 4,5 МПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - степень сухости                                 |  | 1,0                 |            |            |            |            |            |        |        |
| - давление после промперегревателя                |  | 0,266 МПа           |            |            |            |            |            |        |        |
| - конечное давление                               |  | 3,5 кПа             |            |            |            |            |            |        |        |
| - число регенеративных отборов                    |  | 8                   |            |            |            |            |            |        |        |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |  | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$      | $p_7$  | $p_8$  |
|   |  | 2,776               | 1,935      | 1,278      | 0,512      | 0,3        | 0,127      | 0,055  | 0,027  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |        |
|   |  | 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 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 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.
- 5.3. Разработка трехмерной модели диафрагмы последней 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Тарасов З.Е./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
« 01 » сентября 2022 г.

### З А Д А Н И Е (22)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-185-4,5/50

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Чепеновой Вере Молжигитовне

**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 $N_{Э}$      |  | 185 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               | 1,827      | 1,285      | 0,518      | 0,3        | 0,122      | 0,054  | 0,022  |
|   |  | $\alpha_1$          | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |        |
|   |  | 0,0455              | 0,0460     | 0,0718     | 0,0315     | 0,0402     | 0,0166     | 0,0169 | 0,0247 |
| - система осушки пара                             |  | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |            |        |        |
| - частота вращения ротора турбины                 |  | $50 \text{ с}^{-1}$ |            |            |            |            |            |        |        |

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

#### 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 обоймы диафрагменного уплотнения последней 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 2022 г.

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

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Чепенова В.М./

« 01 » сентября 2022 г.

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

\_\_\_\_\_ **А.В. Воробьев**  
**« 01 » сентября 2022 г.**

### З А Д А Н И Е (23)

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-520-6,4/50**

Выдано студенту ИШЭ группы 5091 Широкову Сергею 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 $N_{Э}$      |            | 520 МВт             |            |            |            |            |        |       |
| - начальные параметры пара:                       |            |                     |            |            |            |            |        |       |
| - давление  |            | 6,4 МПа             |            |            |            |            |        |       |
| - степень сухости                                 |            | 1,0                 |            |            |            |            |        |       |
| - давление после промпрегревателя                 |            | 0,294 МПа           |            |            |            |            |        |       |
| - конечное давление                               |            | 3,9 кПа             |            |            |            |            |        |       |
| - число регенеративных отборов                    |            | 8                   |            |            |            |            |        |       |
| - давления и относительные расходы пара в отборах |            | $p_1$               | $p_2$      | $p_3$      | $p_4$      | $p_5$      | $p_6$  | $p_7$ |
|   | опр-ть     | 1,118               | 0,617      | 0,346      | 0,140      | 0,068      | 0,0258 |       |
|   | $\alpha_1$ | $\alpha_2$          | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | $\alpha_5$ | $\alpha_6$ |        |       |
|   | опр-ть     | 0,01                | 0,0429     | 0,0486     | 0,0198     | 0,0214     | 0,0262 |       |
| - система осушки пара                             |            | $C + III_1 + III_2$ |            |            |            |            |        |       |
| - частота вращения ротора турбины                 |            | $50 \text{ с}^{-1}$ |            |            |            |            |        |       |

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку регулирующий 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 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 2022 г.

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

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

« 01 » сентября 2022 г.

