Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет авиационных двигателей, энергетики и транспорта
Кафедра авиационной теплоэнергетики и теплотехники

Выпускная квалификационная работа

Анализ технико-экономической эффективности КПГУ на базе паротурбинной установки ПТ-135/165-130/15 и газотурбинной установки ГТЭ-150 на переменных тепловых нагрузках

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Выполнил: студент группы ТЭм-206
Байбеков С. Г.
Руководитель: Цирельман Н.М.

Уфа 2017

Цели и задачи работы

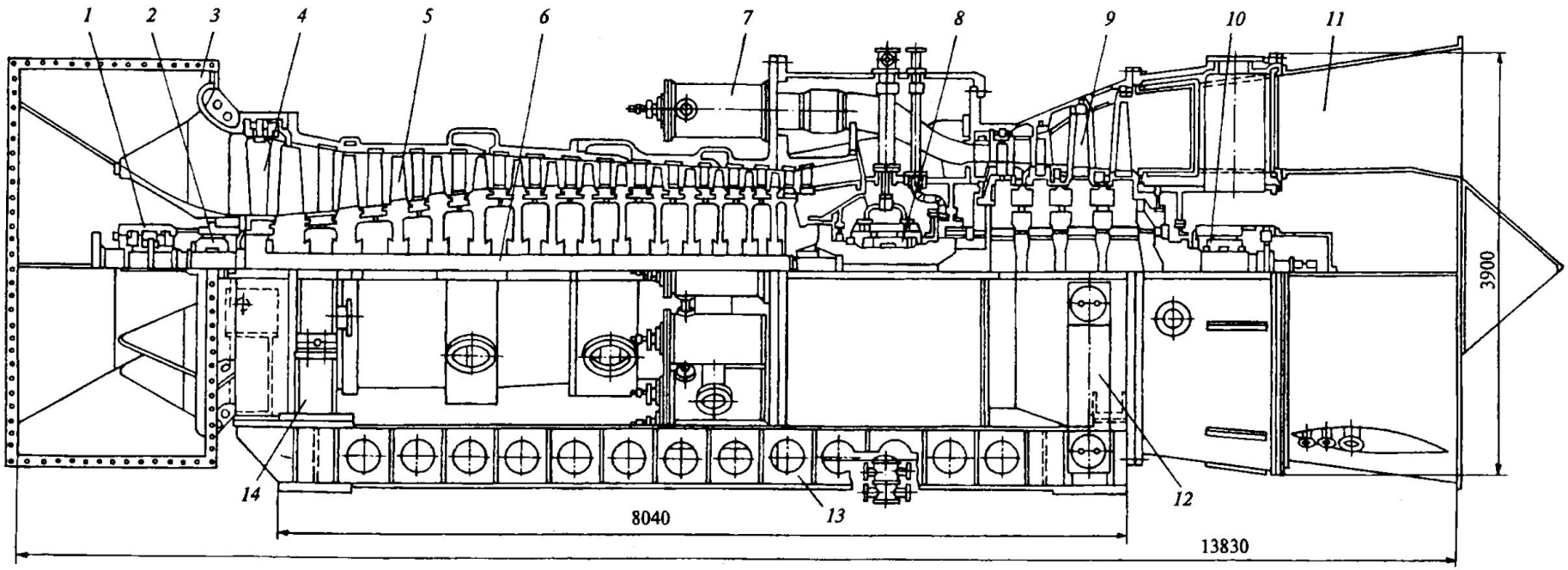
Цель:

- Расчет и анализ технико-экономической эффективности КПГУ на базе ПТУ ПТ-135/165-130/15 и ГТУ ГТЭ-150 на переменных тепловых нагрузках при температурах наружного воздуха $t_{нар}$=+15, -5, -25 ^0C.

Задачи:

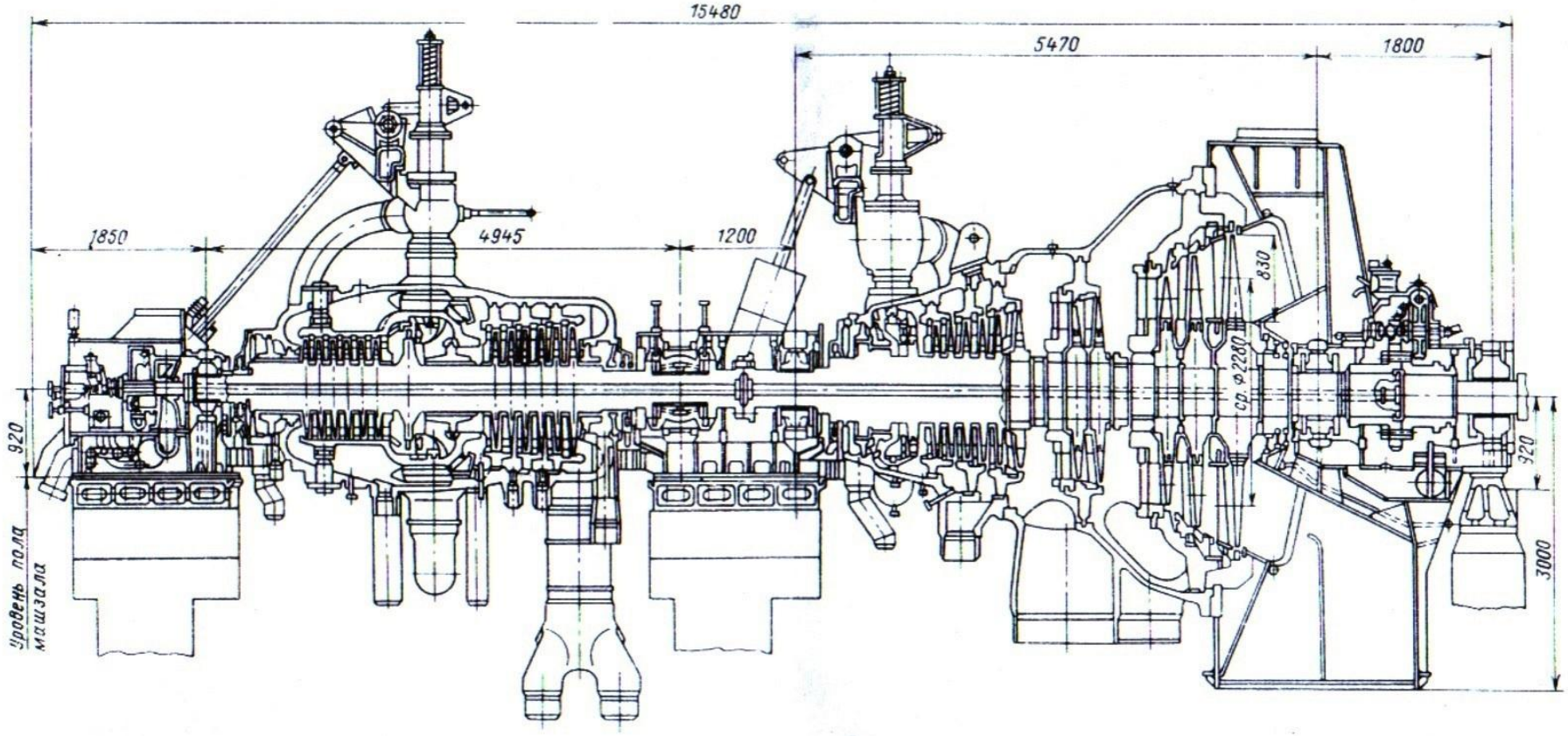
- Термодинамические расчеты ГТУ ГТЭ-150;
- Расчет принципиальной тепловой схемы ПТ-135/165-130/15 при температурах наружного воздуха $t_{нар}$=+15, -5, -25^0C;
- Разработка и расчет принципиальных схем ПГУ сбросного типа, ПГУ с одноконтурным КУ и ПГУ с двухконтурным КУ на переменных тепловых нагрузках;
- Сопоставительный анализ полученных результатов.

Продольный разрез газотурбинной установки ГТЭ-150

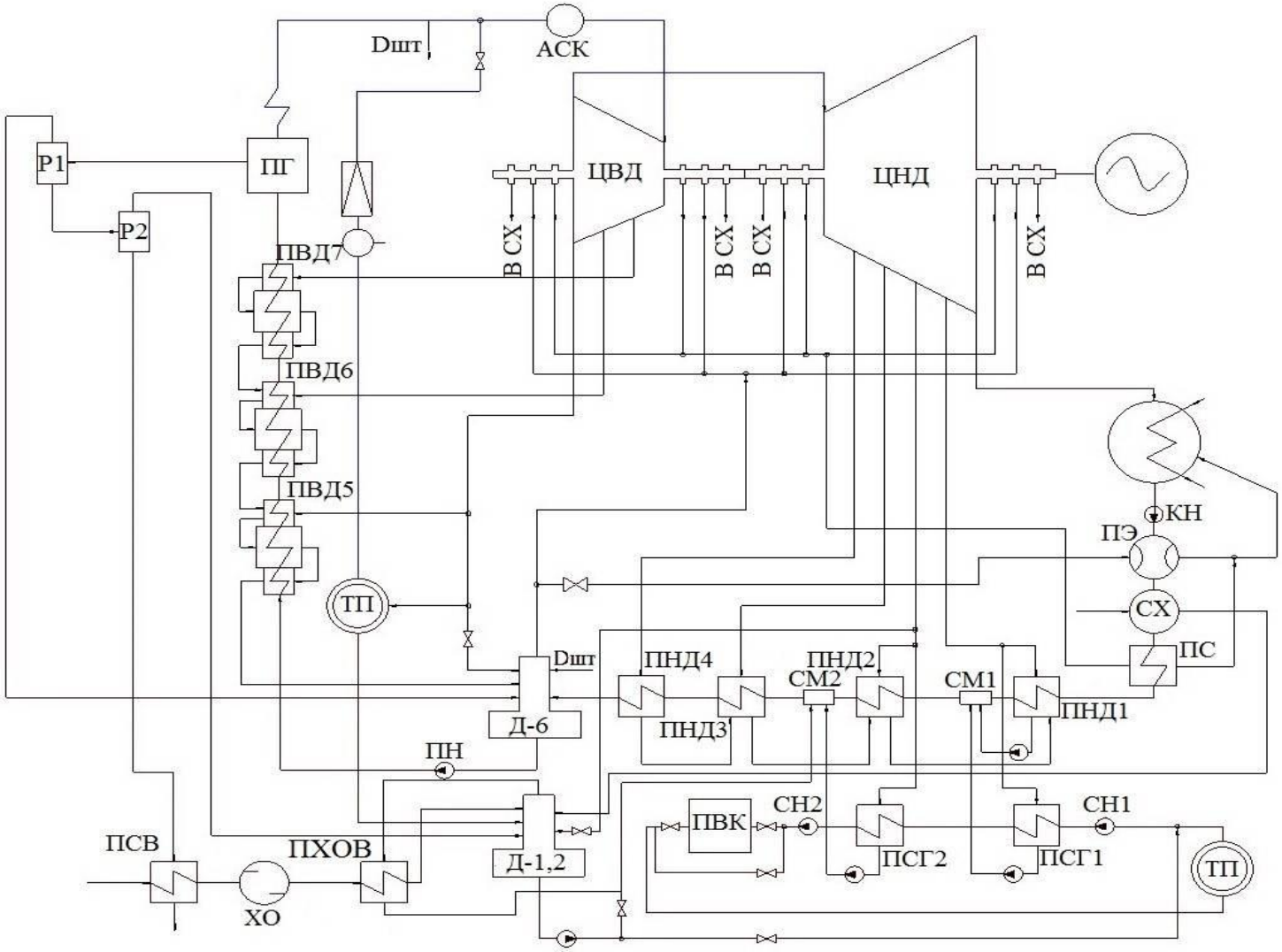


1 – упорный подшипник; 2 – передний опорный подшипник; 3 – входной патрубок компрессора; 4 – поворотный входной направляющий аппарат; 5 – лопатки компрессора; 6 – центральная стяжка ротора компрессора; 7 камера сгорания; 8 – средний подшипник; 9 – лопатки турбины; 10 – задний подшипник; 11 – выходной диффузор; 12 – задняя подвижная опора; 13 – рама; 14 – передняя неподвижная опора

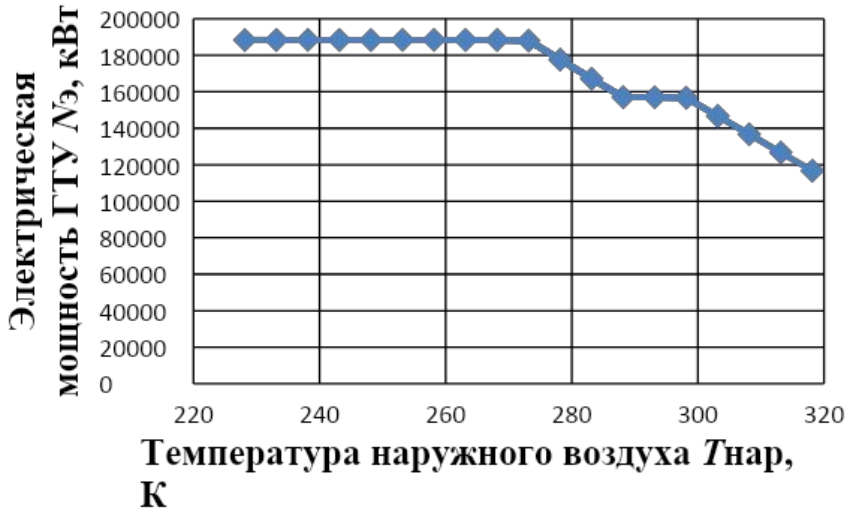
Продольный разрез турбоустановки ПТ-135/165-130/15

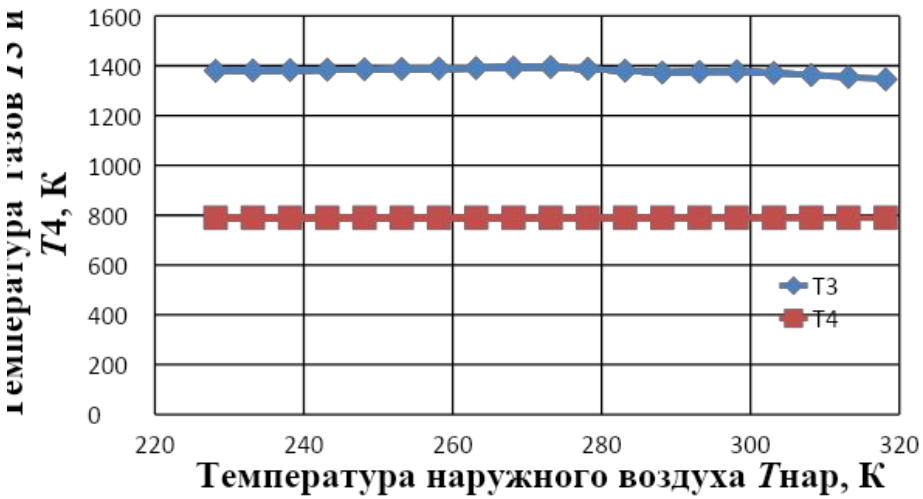


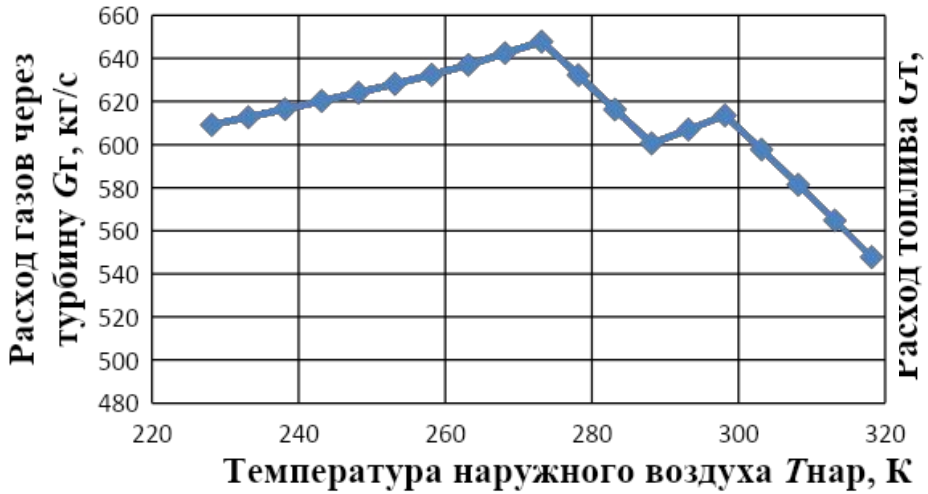
Принципиальная тепловая схема турбоустановки ПТ-135/165-130/15

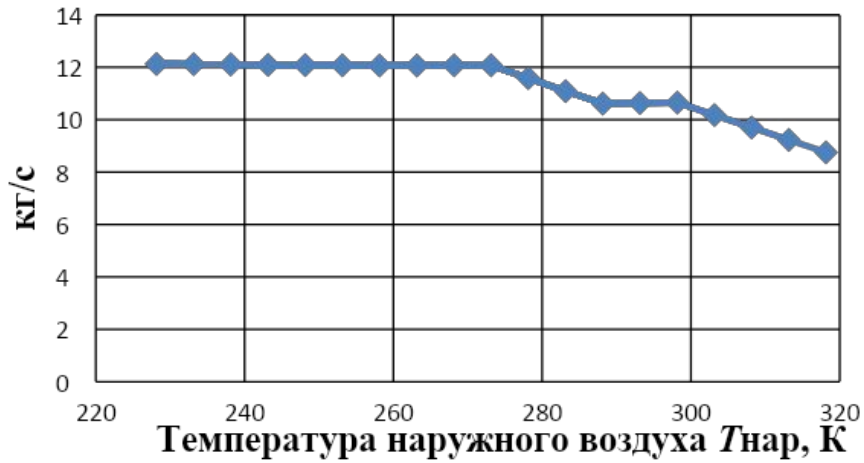


Климатические характеристики ГТЭ-150

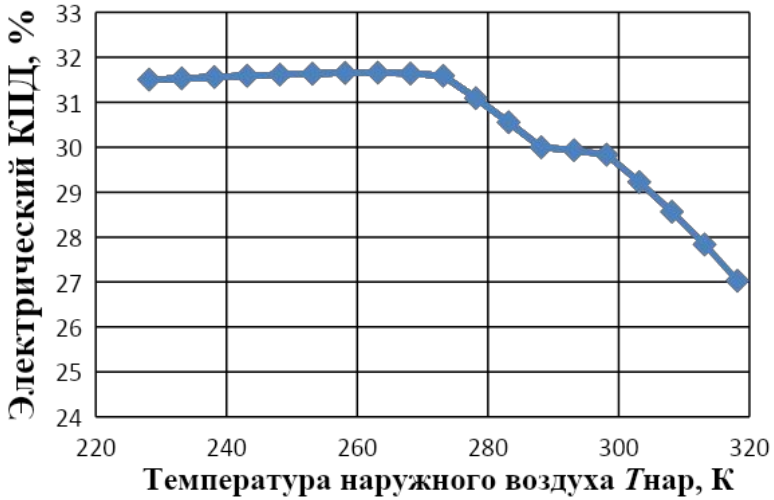


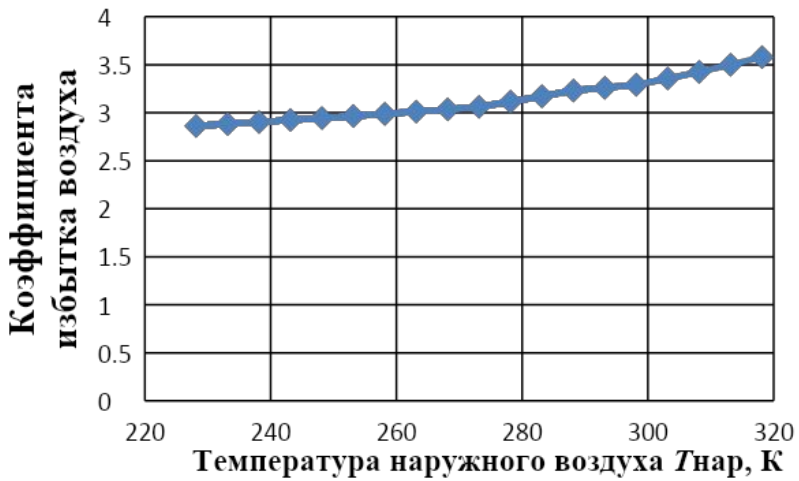


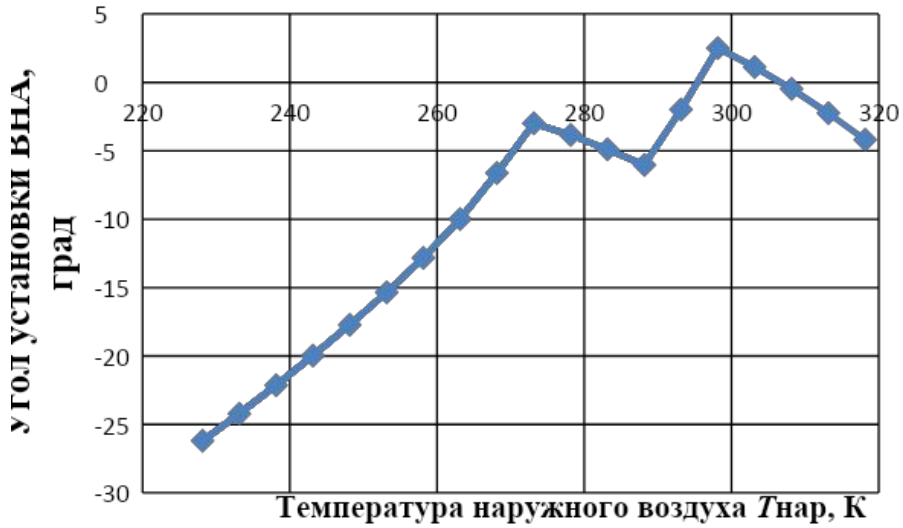




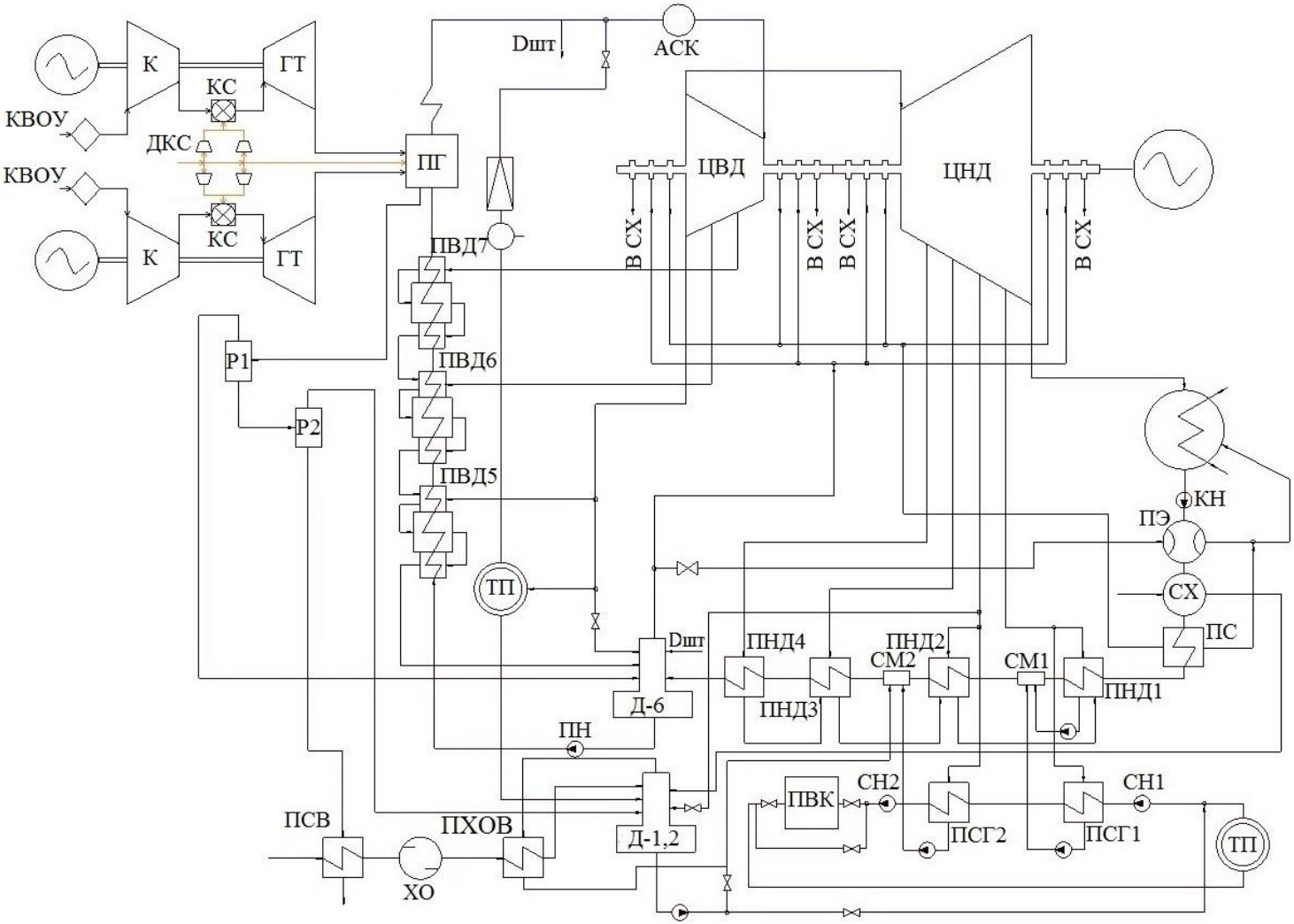
Климатические характеристики ГТЭ-150 (продолжение)



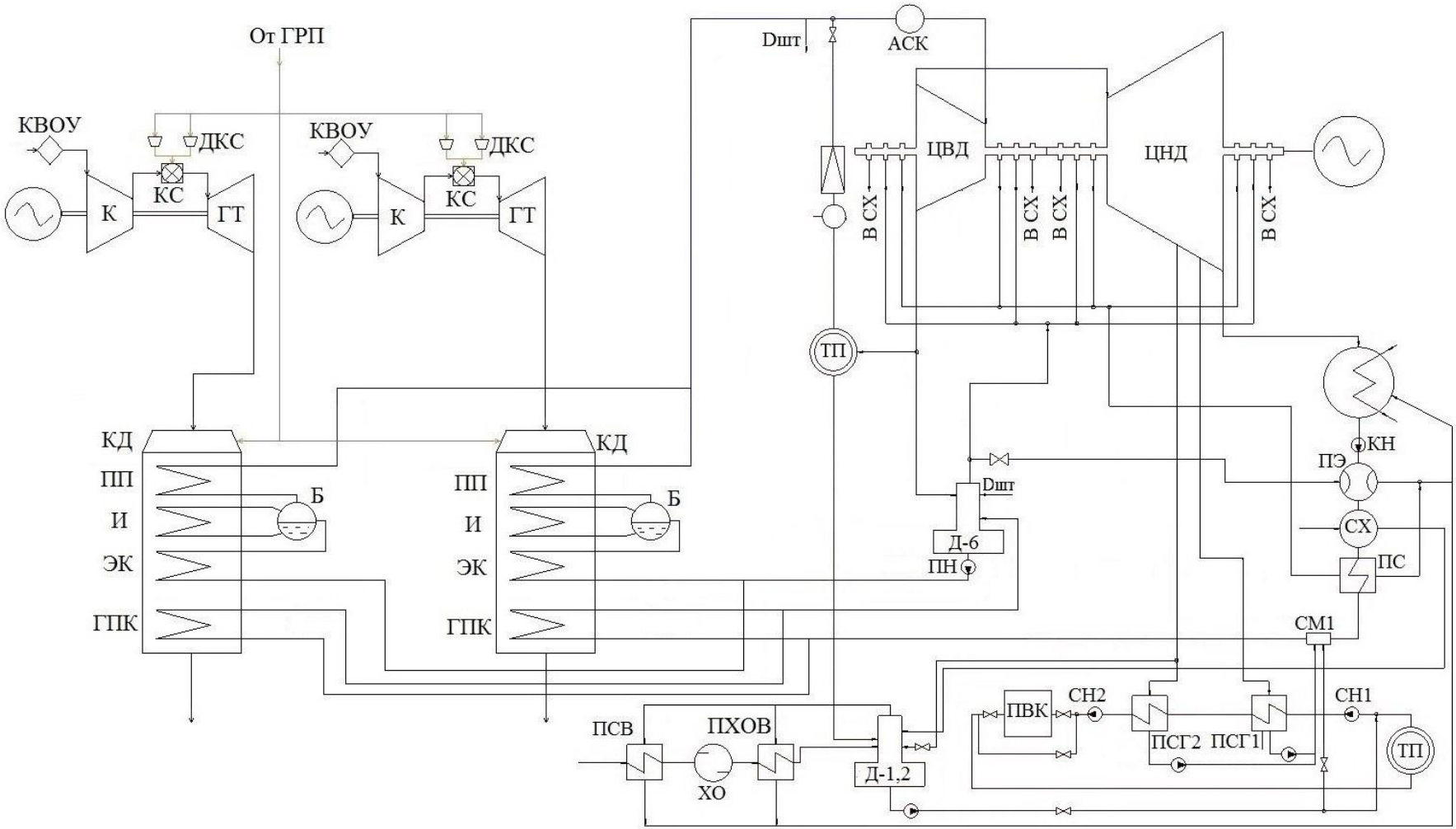




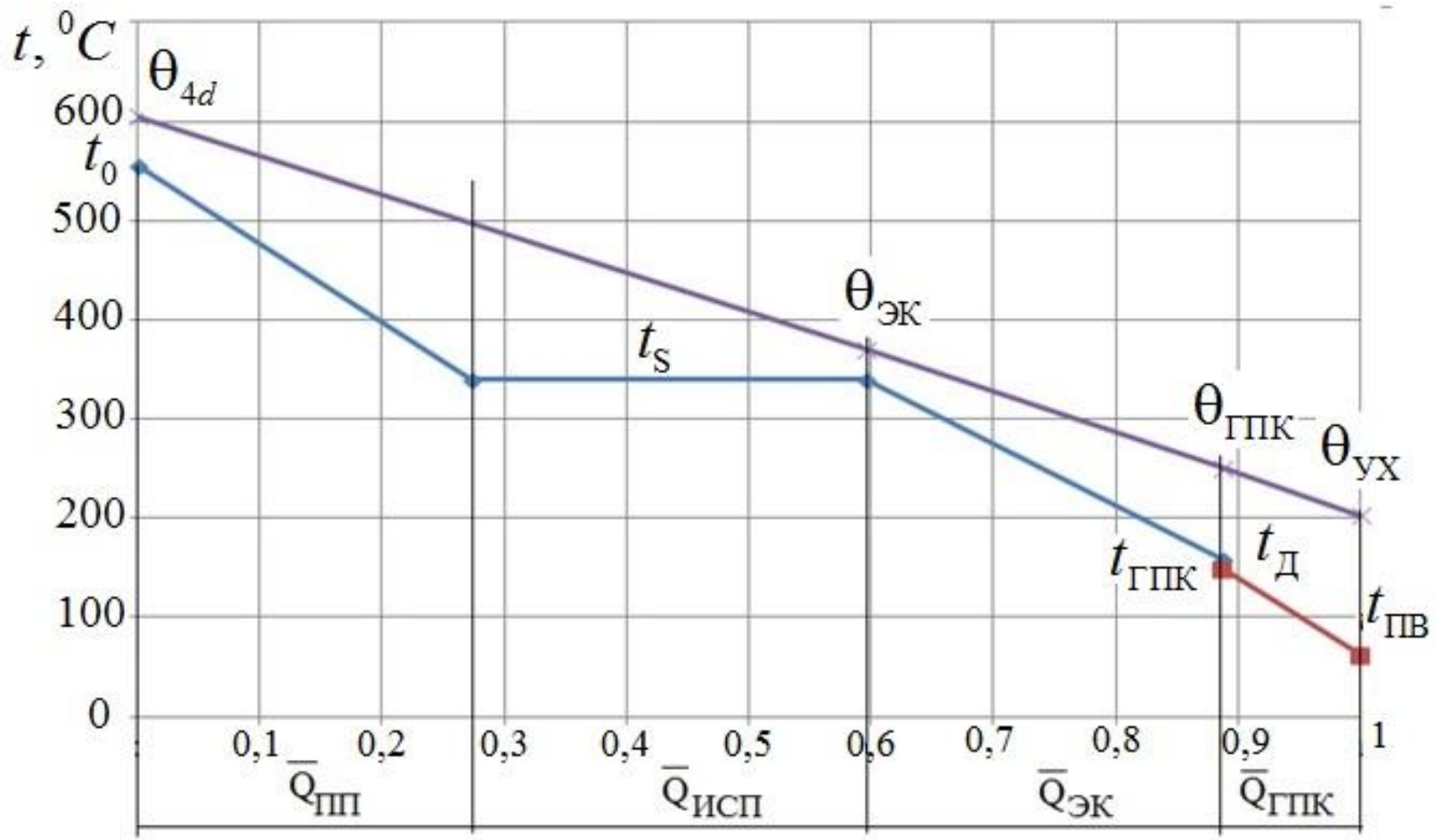
Принципиальная тепловая схема ПГУ сбросного типа с дожиганием топлива



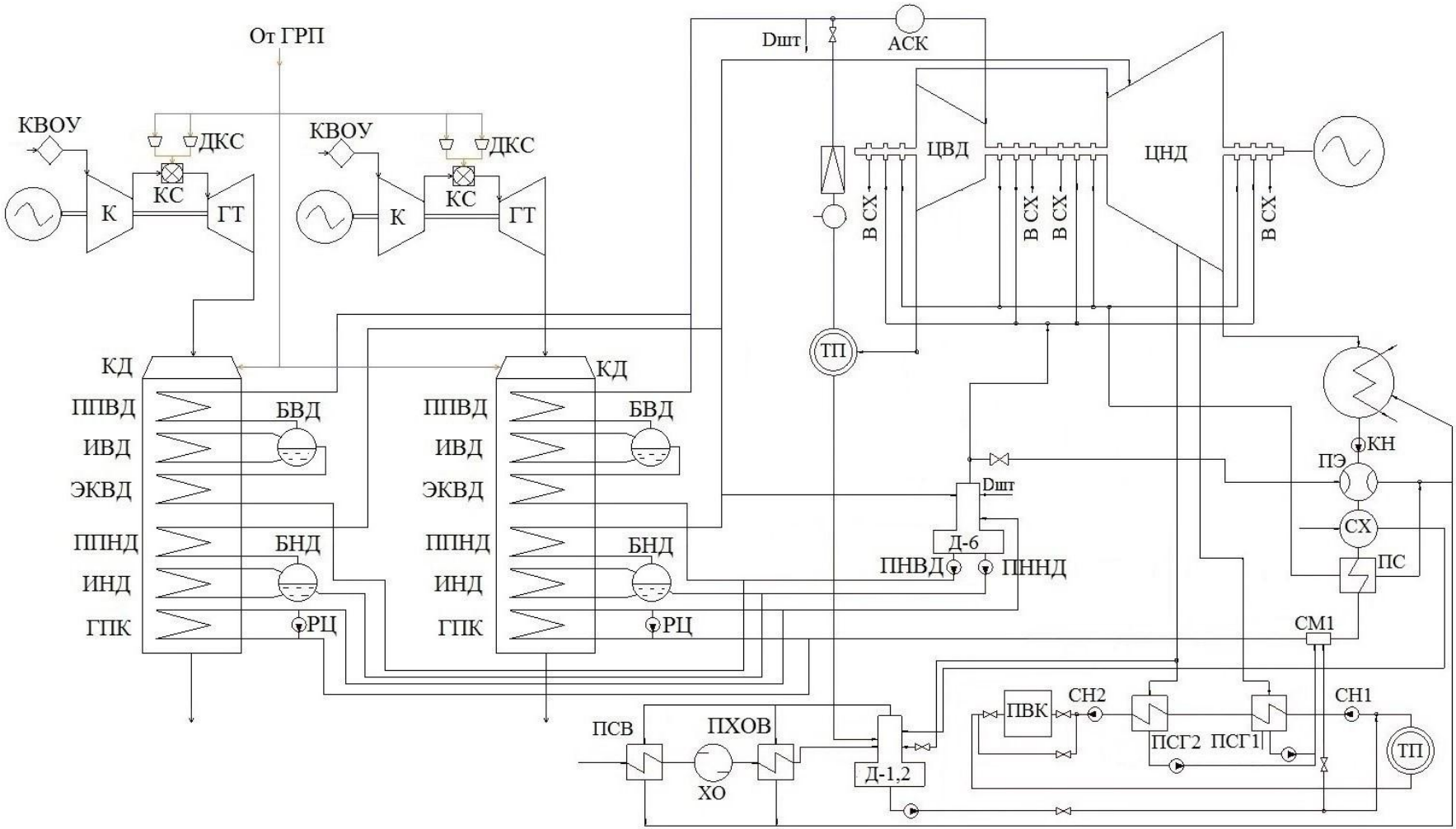
Принципиальная тепловая схема ПГУ с одноконтурным КУ с дожиганием топлива



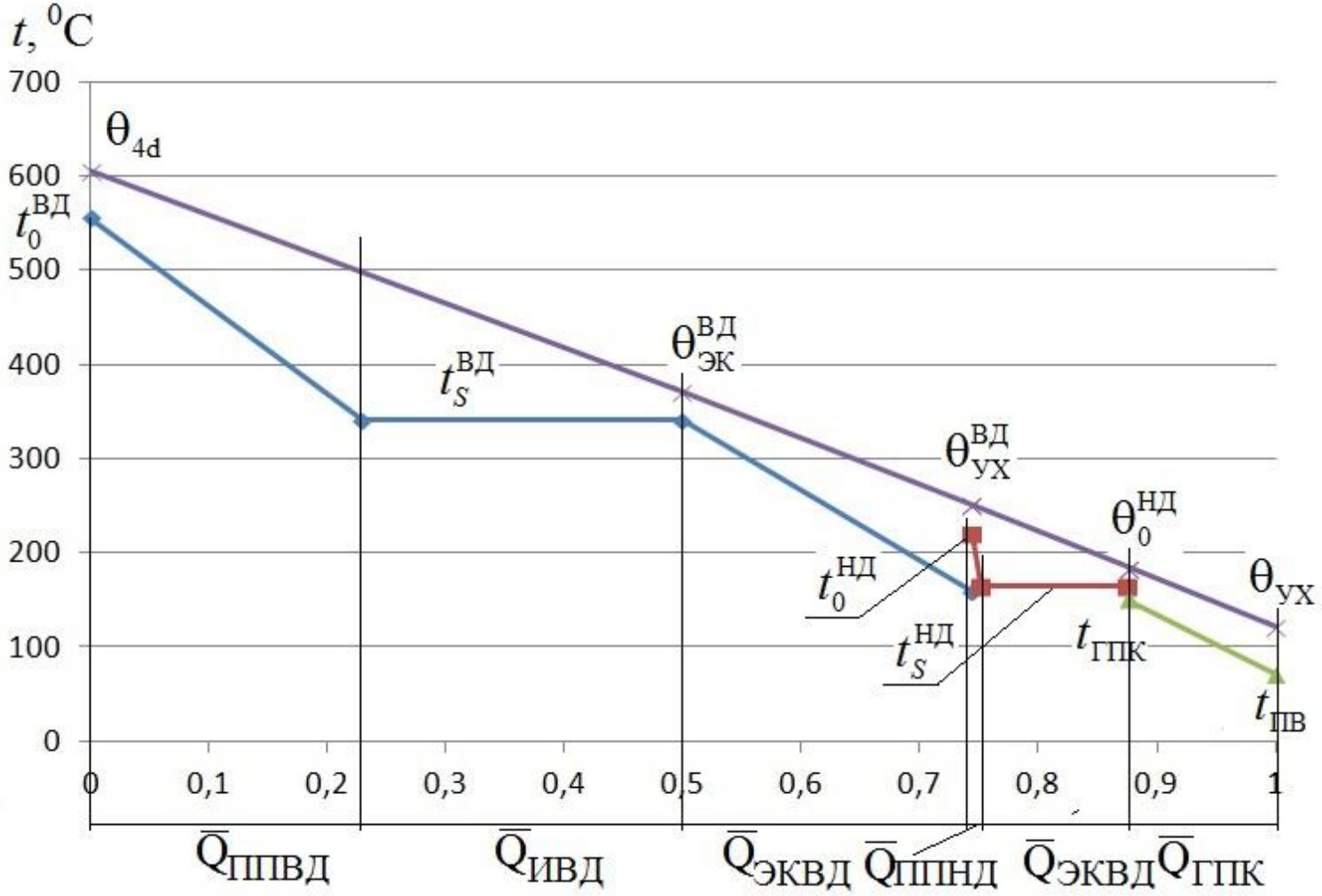
Q, t – диаграмма одноконтурного котла-утилизатора



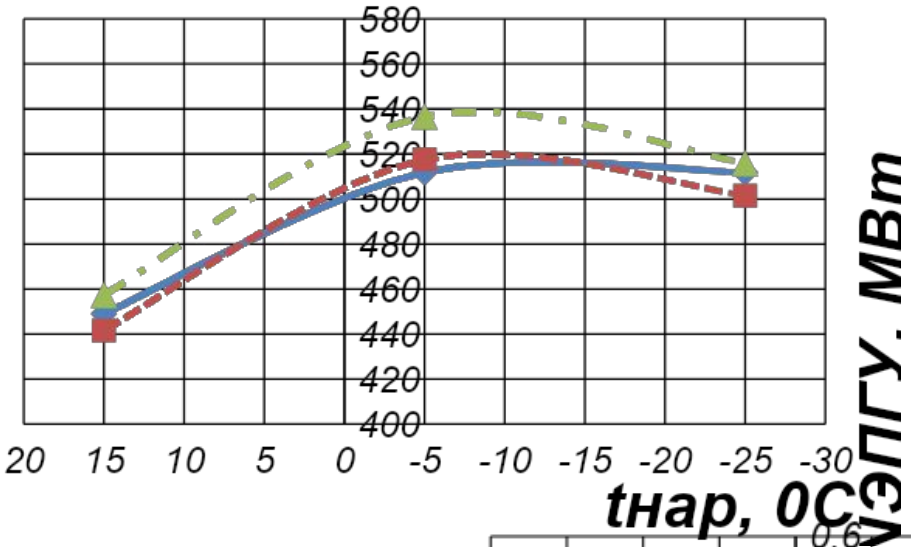
Принципиальная тепловая схема ПГУ с двухконтурным КУ с дожиганием топлива

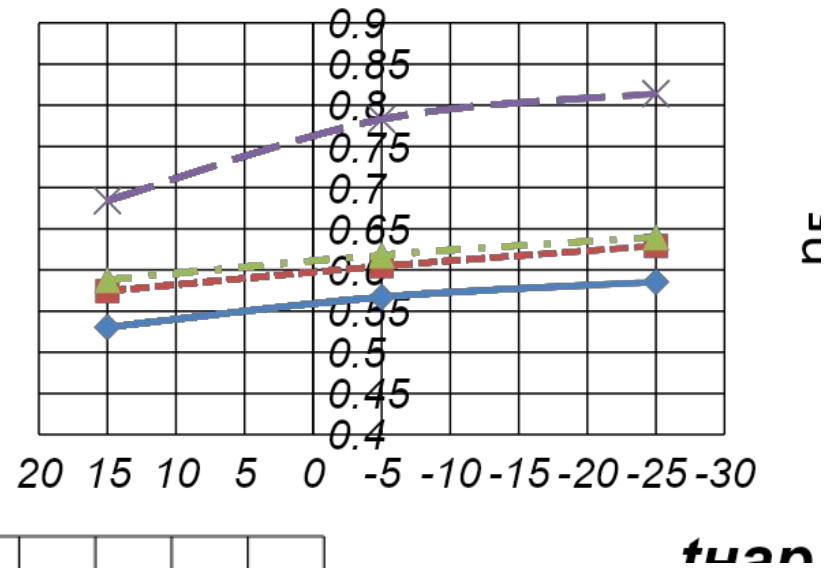


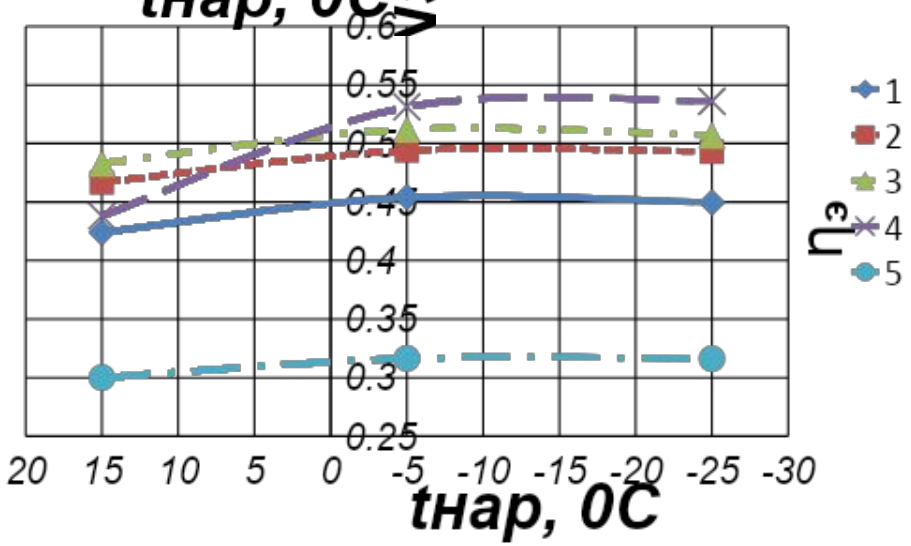
Q, t – диаграмма двухконтурного котла-утилизатора



Зависимости технико-экономических показателей ПГУ от $t_{нар}$

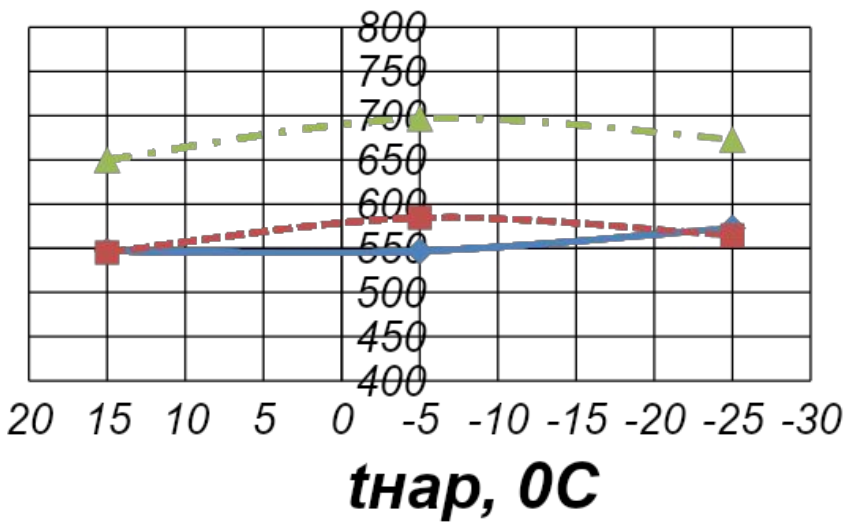


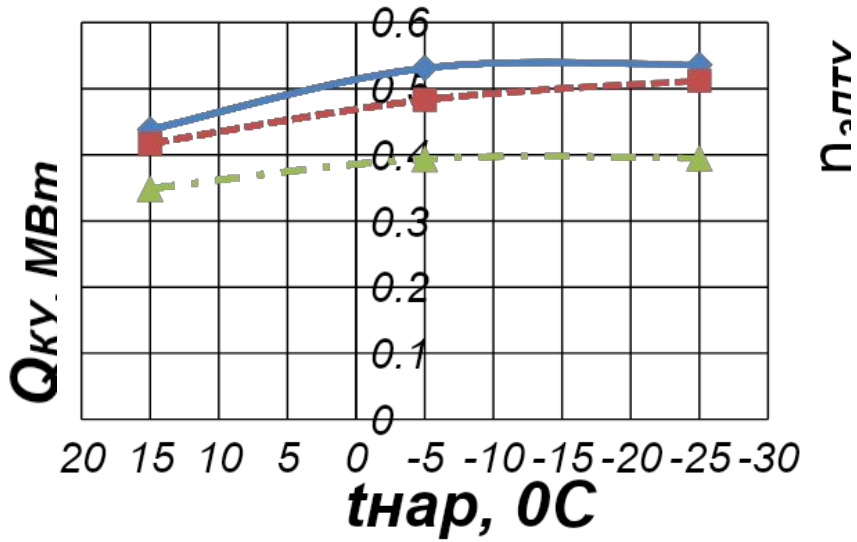


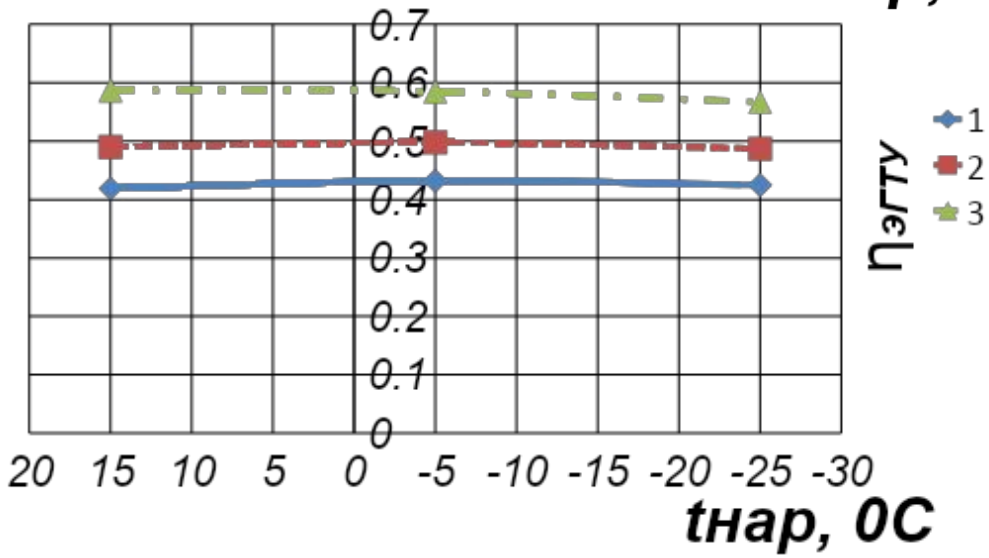


1 – ПГУ сбросного типа; 2 – ПГУ с одноконтурным КУ; 3 – ПГУ с двухконтурным КУ;
4 – ПТУ; 5 – ГТУ;

Зависимости технико-экономические показателей ПГУ от $t_{нар}$ (продолжение)





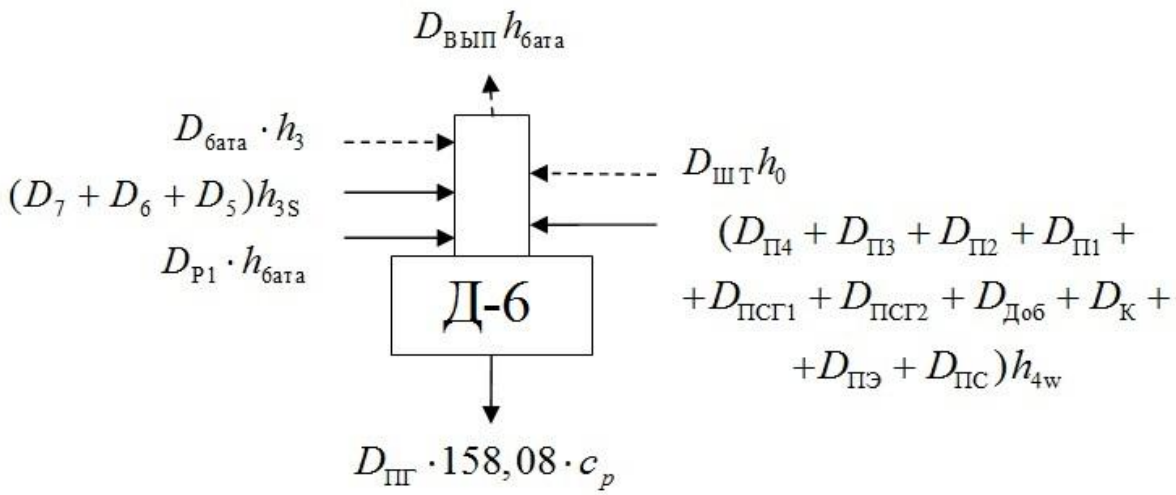


1 – ПГУ сбросного типа; 2 – ПГУ с одноконтурным КУ;

3 – ПГУ с двухконтурным КУ.

Уравнение теплового баланса для деаэратора Д-6 и формула расчета мощности турбоустановки

$$D_{6ата} \cdot h_3 + (D_7 + D_6 + D_5)h_3' + D_{P1} \cdot h_{6ата} + D_{ШТ}h_0 +$$
$$+(D_{П4} + D_{П3} + D_{П2} + D_{П1} + D_{ПСГ1} + D_{ПСГ2} + D_{Доб} + D_К + D_{ПЭ} + D_{ПС})h_{4w} =$$
$$= D_{ПГ} \cdot 158{,}08 \cdot c_p + D_{ВЫП}h_{6ата}.$$



$$\frac{N_Э}{\eta_М \eta_Г} = D_{П7}(h_0 - h_1) + D_{П6}(h_0 - h_2) + (D_{П5} + D_{ПР} + D_{6ата})(h_0 - h_3) +$$
$$+D_{П4}(h_0 - h_4) + D_{П3}(h_0 - h_5) + (D_{П2} + D_{1,2ата} + D_{ПСГ2})(h_0 - h_6) +$$
$$+(D_{П1} + D_{ПСГ1})(h_0 - h_7) + D_К(h_0 - h_К)$$

Выводы по работе

- Выполнен термодинамический расчет ГТЭ-150 в условиях ISO, а также расчет нагрузочных и климатических характеристик, результатом которых явились данные о параметрах состояния рабочего тела в основных точках цикла и показатели эффективности работы установки.
- Для ПТУ ПТ-135/165-139/15 составлен график тепловых нагрузок, рассчитаны значения внутренних относительных КПД отсеков, на основе чего выполнен расчет ее принципиальной тепловой схемы для трех режимов отопительной нагрузки.
- Выполнен расчет трех схем ПГУ, в результате которого получены значения технико-экономических показателей ПГУ.
- В целом эффективность базовой ПТУ (КПД «брутто») выше благодаря наличию теплового потребителя, тогда как КПД ГТУ относительно низкий. Однако эффективность по выработке электроэнергии у ПТУ выше только на режимах повышенной тепловой нагрузки.
- С повышением тепловой нагрузки КПД ПГУ «брутто» возрастает благодаря увеличению суммарного полезного отпуска энергии. Однако КПД ПГУ по выработке электроэнергии из трех рассчитанных режимов имеет максимум при $t_{нар}$=-5 ^0C., так как с дальнейшим понижением температуры наружного воздуха увеличивается расход топлива на ПВК, отрицательно влияющий на КПД установки.
- Среди рассмотренных типов ПГУ наиболее эффективной оказалась схема ПГУ с двухконтурным КУ благодаря наиболее полной утилизации теплоты уходящих газов ГТУ.
- В среде MS Excel была разработана программа расчета паротурбинных установок типа «ПТ».