

УДК 621.165

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ ПТ-60-130/13 ГРОДНЕНСКОЙ ТЭЦ-2

Гульницкий В.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Качан С.А.

Паровая турбина ПТ-60-130/13 ст. № 2 Гродненской ТЭЦ-2 изготовлена ЛМЗ и введена в эксплуатацию в 1970 году. К настоящему времени процент ее износа составляет 100% при наработке более 300 тысяч часов. КПД проточной части цилиндра высокого давления (ЦВД) после капитального ремонта 2009 года составил 77,8% при нормативном 81,9% [1, 2].

При этом турбина имеет большое количество дефектов, основные из них:

- искривление ротора высокого давления (РВД) в районе регулирующей ступени 0,12 мм при норме 0,07 мм;

- имеются трещины и выборки без заварки в стопорном клапане и в паровых коробках двух регулирующих клапанов ЦВД;

- имеется ремонтная заварка в верхней половине ЦВД в районе регулирующей ступени;

- имеются промоины в паровой коробке перегрузочного клапана, в пазах под обоймы цилиндра низкого давления (ЦНД), на гребнях диафрагм ЦНД;

- повреждены выходные кромки соплового аппарата ЦВД и ЦНД;

- большой эрозионный износ основного металла корпусов бойлеров в зоне паровпуска, износ вальцовочных соединений трубной системы, выработка срока службы;

- выработка срока службы подогревателей высокого давления (ПВД), большой эрозионный износ коллекторов питательной воды, утонение стенки из-за коррозионного износа отдельных деталей трубопроводов обвязки;

- выработка срока службы внутритурбинных трубопроводов, утонение стенки из-за коррозионного износа многих деталей трубопроводов.

Рассматриваются следующие варианты реконструкции [1, 2].

«Без проекта» - при работе Гродненской ТЭЦ-2 в составе действующего в настоящее время оборудования с учетом установки котла-утилизатора и газовой турбины класса мощности 122,5 МВт.

Турбина ПТ-60-130/13 либо выводится из эксплуатации, либо остается в работе, а срок ее службы продлевается. При этом рассматриваются 2 варианта реконструкции:

«Вариант 1» - реконструкция по принципу турбоагрегата ст. №1 с работой после реконструкции с расчетным вакуумом в конденсаторе;

«Вариант 2» - реконструкция турбоагрегата по принципу турбоагрегата ст. №1 с подачей сетевой воды в основную охлаждающую поверхность конденсатора в зимнее время и подача циркуляционной воды при отсутствии нагрузок теплосети. Маркировка турбоагрегата после реконструкции – ПТ-70-12,8/1,28-0,3 или ПТ(Р)-70-12,8/1,28-0,3.

При реконструкции турбины в обоих вариантах предусматривается:

- увеличение теплофикационного отбора пара от 160 т/ч до 190 т/ч,

- организация дополнительного отбора пара 2,7 МПа в количестве 100 т/ч;

- замена генератора ТВФ-60-2 с водородным охлаждением на генератор с воздушным охлаждением;

- замена всего вспомогательного оборудования турбины и основных бойлеров,

- замена стопорного клапана и всех трубопроводов в пределах турбины;

- перевод турбоагрегата на АСУ ТП;

Реконструкция паровой турбины направлена на повышение эксплуатационных показателей и характеристик экономичности. Основные решения по реконструкции показаны на рисунке 1.

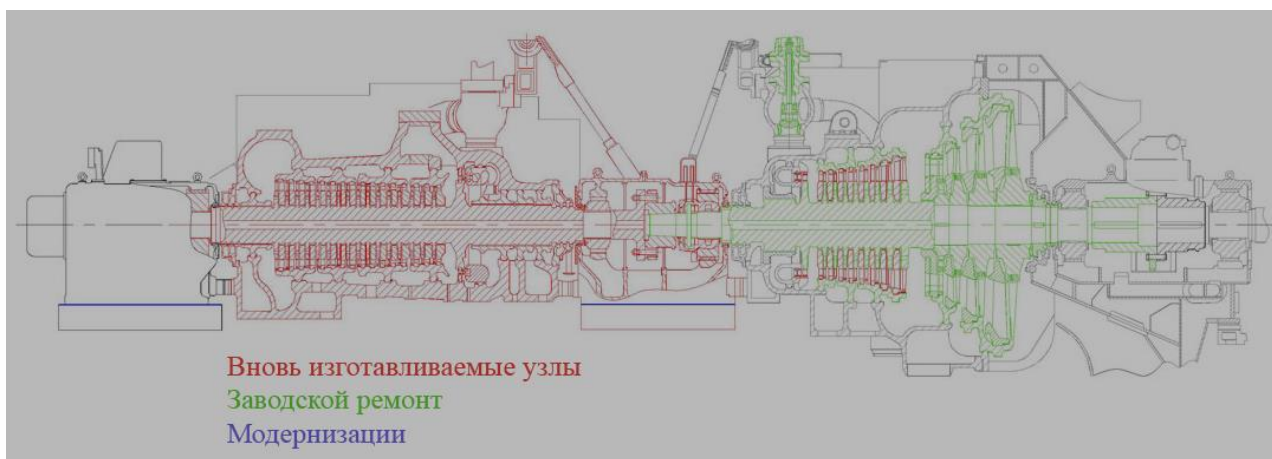


Рисунок 1. Основные решения по реконструкции турбины ПТ-60-130/13

Технико-экономические расчеты показывают предпочтительность варианта 2, который характеризуют следующие показатели:

- положительный чистый дисконтированный доход  $NPV = 341\,887$  млн руб.;
- внутренняя норма рентабельности  $IRR = 16,4\%$  выше ставки дисконтирования;
- динамический срок окупаемости проекта 11,6 лет меньше срока службы основного оборудования.

При реализации данной схемы, приведенной на рисунке 2, полностью исключаются потери тепла с вентиляционным пропуском в конденсатор. При этом лопатки последних ступеней турбины будут работать практически все время в расчетном режиме, что, несомненно, благотворно повлияет на надежность установки. Отпадает необходимость использования диафрагмы низкого давления, что значительно упрощает систему регулирования и конструкцию турбоагрегата.

На случай непредвиденного отключения теплосети предусмотрена возможность подачи циркуляционной воды в нижний сетевой подогреватель для предотвращения аварийного останова турбоагрегата. При использовании для этих целей, последовательно установленных двух обратных клапанов на подаче циркуляционной воды, аварийная схема может быть задействована автоматически, с минимальным участием электрических блокировок задвижек от ЭКМ.

Согласно обоснованию инвестиций показатели турбоагрегата ПТ-60-130/13 ст.№2 Гродненской ТЭЦ-2 после реконструкции составят:

- годовой отпуск электроэнергии – 1788 млн.кВт·ч;
- количество часов работы турбоагрегата – 6000 час/год;
- удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии - 171,4 г/кВт·ч;
- удельный расход условного топлива на отпуск тепла – 167,2 кг/Гкал.

При расчете изменения годового расхода топлива учитывался перерасход топлива на производство электроэнергии  $\Delta B_э$  в связи с увеличением отпуска электроэнергии  $\Delta Э$  и экономия топлива  $\Delta B_{тэ}$  за счет исключения потерь тепла в конденсаторе турбоагрегата  $\Delta Q_{пот}$ :

$$\Delta Э = Э_{рек} - Э_{факт} = (1788 - 1756,2) \cdot 10^6 = 31,8 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\Delta B_э = \Delta Э \cdot b_э = 31,8 \cdot 10^6 \cdot 171,4 = 5,5 \cdot 10^3 \text{ т у.т.}$$

$$Q_{пот} = G_{цв} \cdot \Delta t_{цв} \cdot \tau = 5340 \cdot 2 \cdot 6000 = 64,08 \cdot 10^3 \text{ Гкал}$$

$$\Delta B_{тэ} = Q_{пот} \cdot b_{тэ} = 64,08 \cdot 10^3 \cdot 167,2 = 10,7 \cdot 10^3 \text{ т у.т.}$$

Здесь  $Э_{рек}$ ,  $Э_{факт}$  – ожидаемый годовой отпуск электроэнергии после реконструкции и фактический годовой отпуск электроэнергии в настоящее время;

$b_э$ ,  $b_{тэ}$  – удельные расходы условного топлива на отпуск электроэнергии в теплофикационном цикле и на отпуск теплоты;

$G_{цв}$ ,  $\Delta t_{цв}$  - среднегодовой расход циркуляционной воды и ее нагрев в конденсаторе турбины;  
 $\tau$  – число часов работы турбоагрегата в году.

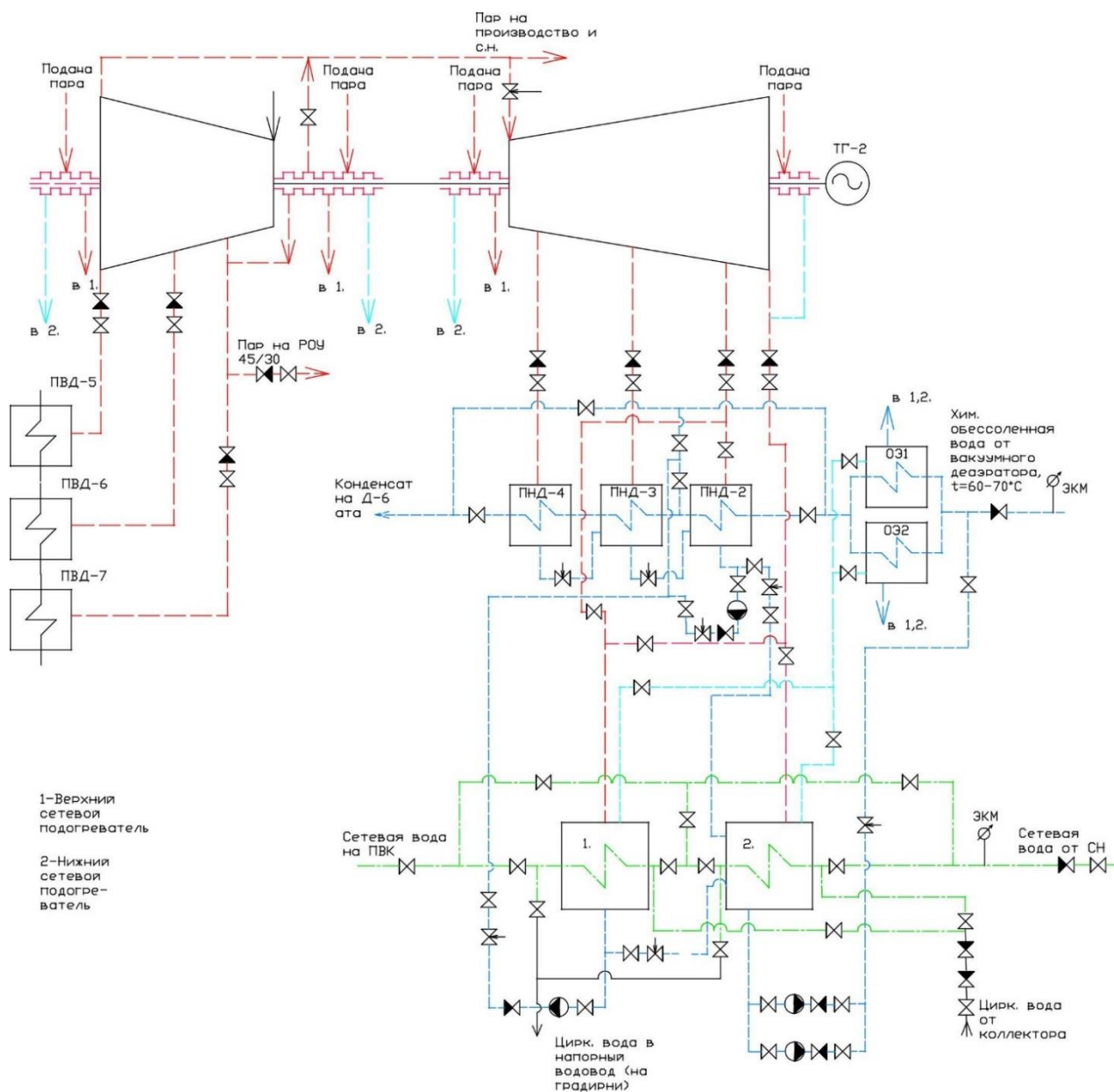


Рисунок 2. Принципиальная тепловая схема турбоагрегата после реконструкции по варианту 2

В итоге снижение годового расхода топлива при реконструкции турбоагрегата ПТ-60-130/13 составит

$$\Delta B = \Delta B_{т3} - \Delta B_3 = (10,7 - 5,5) \cdot 10^3 = 5,2 \cdot 10^3 \text{ т.т.}$$

### Литература

1. Гродненская ТЭЦ-2. Реконструкция турбоагрегата ПТ 60-130/13 ст. № 2 с заменой вспомогательного оборудования и генератора. Обоснование инвестирования 427-ПЗ-ОИЗ. Книга 1. Общая пояснительная записка. РУП "Белнипиэнергопром". Мн.: 2013.
2. Программа реконструкции и технического перевооружения Гродненской ТЭЦ-2 на 2011-2015 годы. РУП «Гродноэнерго», г. Гродно, ноябрь 2010 г.