

УДК 621.039

**Способы повышения мощности энергоблоков АЭС**

Миргород Ю. С.

Научный руководитель – ст. преподаватель ПРОНКЕВИЧ Е. В.

В настоящее время для повышения мощности энергоблоков АЭС используются заложенные при проектировании перегрузочные возможности основного оборудования. В этом случае энергоблок работает на повышенной мощности весь период до следующего планового останова. Однако повышение мощности блока АЭС за счет форсирования основной турбоустановки имеет ограничения. Например, на турбине К-1000-60/1500 возможно увеличение мощности на величину, не превышающую 10% от номинальной мощности. Кроме того, такой способ увеличения мощности требует дополнительных мероприятий по модернизации проточной части турбин [1]. Очевидно, что такой способ не направлен на повышение маневренных возможностей, а ставит своей целью повышение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ).

Одним из способов повышения маневренности энергоблока влажно-паровой АЭС при одновременном сохранении постоянной загрузки реакторной установки может послужить наработка водорода во внепиковый период и производство на его основе электроэнергии в дополнительной турбоустановке в период максимума электропотребления. Дополнительная турбоустановка представляет собой паровую турбину (сателлитную или автономную по отношению к основной турбоустановке) относительно небольшой мощности, генератор которой синхронизирован с генератором основной турбоустановки для выдачи дополнительной мощности в сеть.

Возможные схемы реализации указанного способа для энергоблока влажно-паровой АЭС представлены на рис 1. На этом рисунке приняты следующие условные обозначения: С - сепаратор; ПП - промежуточный пароперегреватель; 1 и 2 - цилиндры высокого и низкого давления соответственно; 3 - генератор; 4 - конденсатор; 5 - конденсатный насос; 6 - регенеративные подогреватели низкого давления; 7 - узел отбора добавленной доли рабочего тела при промежуточном перегреве; 8 - узел паро-водородного перегрева; 9 - устройство парораспределения; 10 - сателлитная турбина; 11 - водород-кислородный парогенератор; 12 - автономная водородная турбина.

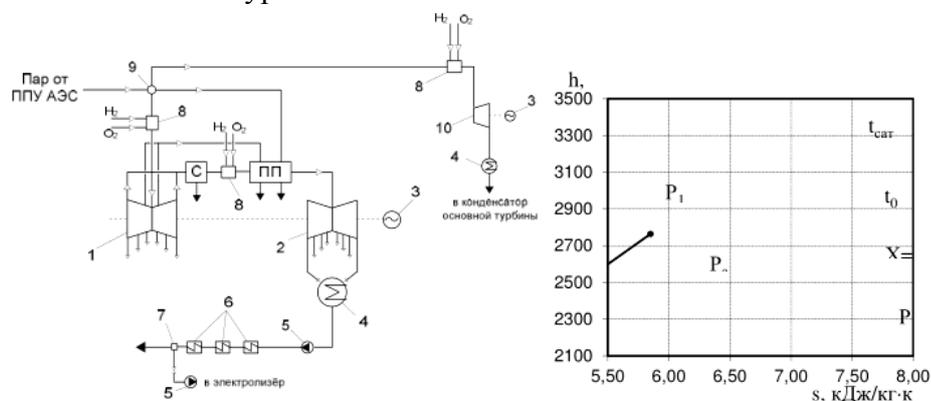
При таком использовании дополнительной турбины расход теплоносителя через реакторную установку остается неизменным, что является необходимым условием сохранения надежной работы всего энергоблока. Изменение расхода рабочего тела через проточную часть основной турбоустановки также относительно невелико. Выработка пиковой мощности осуществляется в дополнительной турбине, пуск или останов которой независимы от основной турбоустановки энергоблока.

Рабочим телом для сателлитной турбины (рис. 1а) служит вытесненный пар основной турбины, для получения которого применяется паро-водородный перегрев пара после сепаратора основной турбины (рис. 1а). Процесс сжигания водорода в кислороде сопровождается постоянным охлаждением водородной камеры сгорания и перегревом основного потока пара, поступающего из сепаратора основной турбоустановки, который выступает в роли охлаждающей среды. Кроме того, возможно повышение параметров пара перед сателлитной турбиной за счет его перегрева в паро-водородном перегревателе. Водород-кислородный парогенератор, позволяет перегревать основной поток пара до температуры, соответствующей температуре пара на входе в цилиндр низкого давления основной турбины. В результате этого соответствующие отборы пара на ступени промежуточного пароперегревателя перекрываются, а эквивалентный этим отборам вытесненный пар срабатывает в сателлитной турбине, вырабатывая дополнительную мощность. При этом эквивалентный расход высокотемпературного водородного пара, полученного в водород-кислородном парогенераторе, смешиваясь с основным потоком пара, поступает в цилиндр низкого давления основной турбоустановки. Кроме того, по первой схеме часть водорода

направляется в паро-водородный перегреватель для повышения мощности основной турбины посредством увеличения температуры пара перед ЦВД.

Мощность и КПД цикла по 1-й схеме (рис. 1а) выше, чем по второй (рис. 1б). Это можно объяснить тем, что в водород-кислородном парогенераторе часть энергии сжигания водорода тратится на испарение балластировочной воды, а также на привод насосов, осуществляющих подачу балластировочной воды в камеру сгорания. Для этой схемы абсолютный внутренний КПД паро-водородного цикла с ростом расхода водорода уменьшается в связи с тем, что с увеличением количества сжигаемого водорода растёт расход балластировочной воды, приводящий к увеличению расхода энергии на ее подачу в камеру сгорания, что приводит к снижению термодинамической эффективности цикла. Увеличение температуры пара перед ЦВД в схеме на рис. 1а приводит к увеличению КПД основной турбины и абсолютного внутреннего КПД паро-водородного цикла.

В сравнении с автономной водородной турбиной использование сателлитной турбины и водородного перегрева пара в схеме энергоблока АЭС также имеет ряд недостатков: снижение безопасности станции в связи с взрывоопасностью водорода; возникновение переменных режимов работы основной турбины.



а

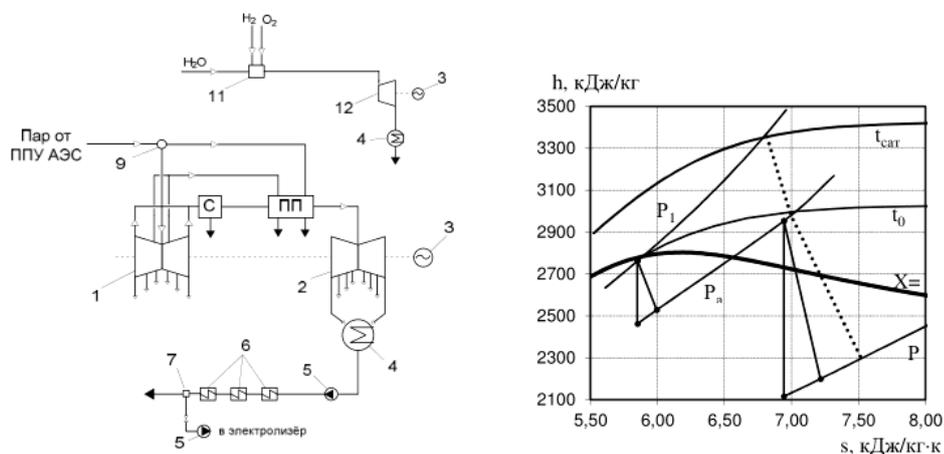


Рисунок 1 – Схемы и рабочие процессы энергоблока АЭС:

а – с перегревом пара перед сателлитной турбиной и цилиндром высокого давления основной турбины; б – с использованием автономной водородной энергоустановки

- — — — — процесс расширения в основной турбине;
- процесс расширения в сателлитной турбине;
- ..... процесс расширения в автономной водородной турбине.

**Литература**

1. АЭС с ВВЭР: режимы, характеристики, эффективность / Р.З. Аминов, В.А. Хрусталеv, А.С. Духовенский, А.И. Осадчий. М.: Энергоатомиздат, 1990. 264 с.