

## Справочный раздел

Уважаемые читатели!

Информация, содержащаяся в Каталоге, унифицирована с точки зрения идентичности условий для расчета технических характеристик представленного оборудования. Производителям и разработчикам газотурбинного оборудования была предложена единая форма для предоставления информации.

Мощность, *кнд*, степень повышения давления в компрессоре и температура газа для энергетических, механических и судовых газовых турбин приведены к стандартным атмосферным условиям:

- температура воздуха на входе  $T_{но} = 288,15 \text{ К}$ ;
- давление воздуха на входе  $P_{но} = 101\,325 \text{ Па}$ ;
- относительная влажность воздуха 60%.

Все параметры рабочего тела по тракту двигателя даны для заторможенного потока. Параметры газотурбинных установок (ГТУ) с нерегулируемой в рабочем состоянии геометрией компрессора и турбины (без поворота направляющих лопаточных аппаратов) приводятся по следующим формулам:

- приведенная мощность, эффективная:  
$$N_{\text{пр}} = N_e \cdot P_{но} / P_n \cdot (T_{но} / T_n)^{1/2};$$
- приведенный *кнд*, эффективный:

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_e;$$

- приведенный расход циклового воздуха (газа):

$$G_{\text{пр}} = G_v \cdot P_{но} / P_n \cdot (T_n / T_{но})^{1/2};$$

- приведенные абсолютные температуры по тракту:

$$T_{\text{пр}} = T \cdot T_n / T_{но};$$

- приведенная степень повышения давления в компрессоре:

$$\pi_{\text{кпр}} = \pi_{\text{к}},$$

где  $T_{но} = 288,15 \text{ К}$ ,  $P_{но} = 101\,325 \text{ Па}$ .

Иногда в специально оговоренных случаях в формулы вводятся соответствующие поправочные коэффициенты на влажность воздуха.

Расчеты параметров энергетических и механических приводов произведены для природного газа с низшей теплотворной способностью  $H_u = 50\,056 \text{ кДж/кг}$ , газовых турбин судового применения – для дизельного топлива с  $H_u = 42\,000 \text{ кДж/кг}$ . Мощность и *кнд* определены на выходном валу привода в условиях ISO.

Условия ISO 2314 (ГОСТ 20440) – это условия, при которых определяется технический уровень собственно ГТУ без учета сопротивления входного и выхлопного трактов:

- параметры воздуха на входе (в плоскости входного патрубка компрессора):

- полное давление 101 325 Па;
- полная температура 288,15 К;
- относительная влажность 60%;

- параметры на выхлопе (в плоскости выхлопного патрубка турбины или на выходе регенератора, если используется регенеративный цикл):

- статическое давление 101 325 Па.

Полная механическая мощность на выходном валу:

$$N_e = M \cdot \omega,$$

где  $M$  – крутящий момент, кН·м,

$\omega$  – угловая скорость, рад/с,

$$\omega = 2\pi n / 60.$$

В разделе «Паровые турбины» информация о производимых агрегатах расположена по возрастанию мощности. Тип паровой турбины указан в обозначении. По ГОСТ 23269-78 первая буква характеризует тип турбины:

К – конденсационная;

Т – конденсационная, с теплофикационным отбором пара;

П – с производственным отбором пара для промышленного потребителя;

ПТ – с производственным и теплофикационным регулируемые отборами пара;

Р – с противодавлением;

ПР – с производственным отбором и противодавлением.

Под номинальной мощностью понимается наибольшая мощность, которую турбина должна развивать длительное время при номинальных значениях всех других основных параметров.

Максимальная мощность – наибольшая мощность, которую турбина должна длительно развивать при чистой проточной части и отсутствии отбора пара для внешних потребителей теплоты.

Раздел «Турбодетандеры» включает технические характеристики агрегатов, предназначенных для работы в различных отраслях (металлургической, химической, газовой и т.д.).

В энергетических установках комбинированного цикла – парогазовых установках (ПГУ) и газотурбинных электростанциях (ГТЭС) – мощность и *кнд* определены на клеммах генератора с учетом всех потерь установки.

В ГТЭС когенерационного цикла, помимо *кнд* на клеммах генератора, дается еще эффективность использования топлива с учетом утилизации тепла уходящих газов. В графе «Теплопроизводительность котла» даны:

– для парового котла (см. графу «Котел п/в») производительность котла в тоннах в час. В примечании указано давление пара в МПа;

– для водяного котла теплопроизводительность в Гкал/ч. В примечании указана температура входной/выходной воды в °С.

Частота тока генератора, отличная от 50 Гц, указана в примечании.

В разделе «Газоперекачивающие агрегаты» (ГПА) дан коэффициент полезного действия привода.

В разделах «ГПА» и «Турбокомпрессоры» в графе «Производительность» дана коммерческая произво-

может быть осуществлена за счет отбора пара от противодавленческих паровых турбин, в газовом подогревателе сетевой воды, в регенеративных подогревателях и пр. Эффективность использования топлива в теплофикационных ПГУ достигает 85% и выше.

Широкое использование в отечественной энергетике тепловых электростанций с имеющейся инфраструктурой обуславливает большое количество схем модернизации действующих энергоблоков. Одна из простых схем газотурбинных надстроек показана на рис. 9, подробнее см. «Газотурбинные технологии», 2000 г., № 6.

Другая схема модернизации, при которой комбинированный цикл интегрируется с существующим котлом в ГТУ с внешним горением, дана на рис. 10.

В настоящее время рассматриваются схемы реконструкции существующих ПСУ, которые позволяют повысить мощность и экономичность действующих ТЭС, сохраняя при этом полностью инфраструктуру главного корпуса (состав основного и вспомогательного оборудования, тепловую

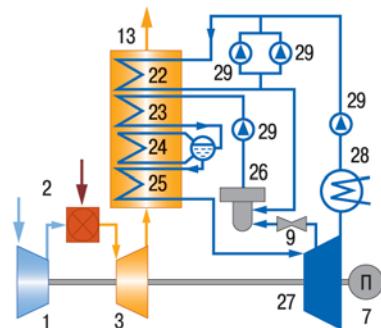


Рис. 8. Моноблок ПГУ:  
22 – газовый подогреватель конденсата;  
23 – экономайзер высокого давления;  
24 – испаритель высокого давления;  
25 – пароперегреватель высокого давления;  
26 – деаэрактор;  
27 – паровая турбина, цилиндр высокого давления;  
28 – конденсатор; 29 – насосы

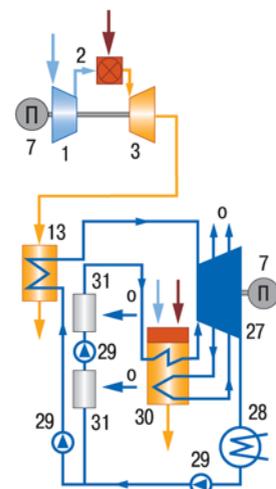


Рис. 9. ГТ-надстройка ПГУ с выработкой пара в котле-утилизаторе;  
30 – существующий котел;  
31 – регенеративные подогреватели

схему, компоновку и т.д.). Особенно это предпочтительно для действующих ТЭС, т.к. обеспечивает расчетный отпуск тепла потребителям независимо от вида сжигаемого топлива.

Перспективным решением на ТЭС является применение ПГУ с параллельной схемой работы (ПГУ с ПСР) (рис. 11) или ее аналог – ПГУ с двухпоточной

схемой.

ПГУ с ПСР представляет собой сочетание газотурбинной установки с котлом-утилизатором (КУ) и пылеугольного энергоблока с обычной тепловой схемой. Блок с параллельной схемой предусматривает выработку пара для паровой турбины в двух различных источниках: в паровом котле, работающем на угле, и в котле-утилизаторе,

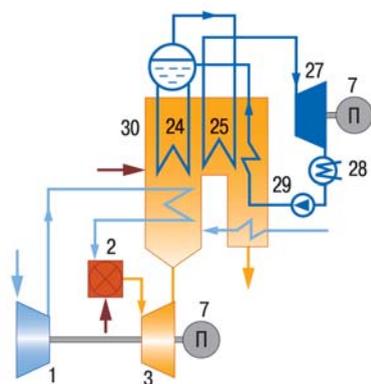


Рис. 10. Интегрирование установки комбинированного цикла в установку с внешним горением

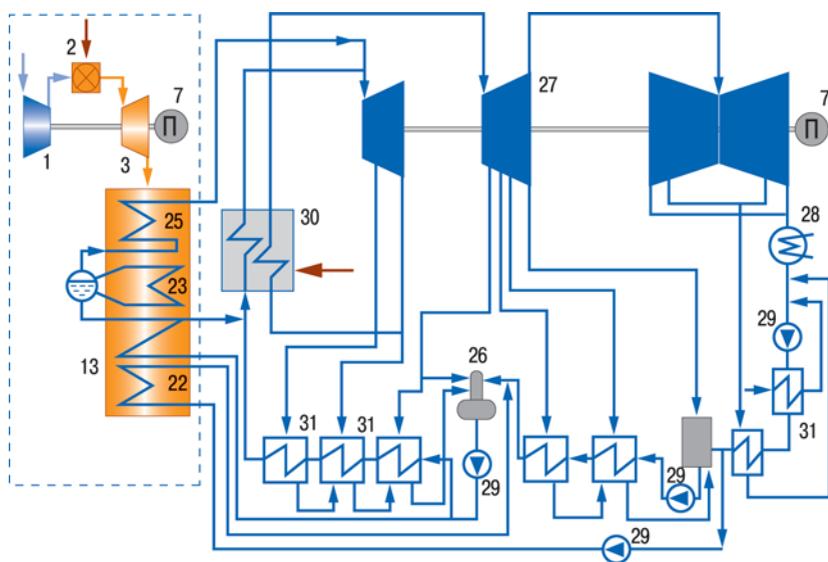


Рис. 11. Принципиальная тепловая схема ПГУ с параллельной схемой работы