

**Анализ эффективности применения контактных ПГУ**

Качан С.А., Барановский И.Н., Кравцов В.И.

Белорусский национальный технический университет

В последние десятилетия осваивается парогазовый цикл STIG с полным энергетическим впрыском всего получаемого в котле-утилизаторе пара в газовый тракт (камеру сгорания) [1].

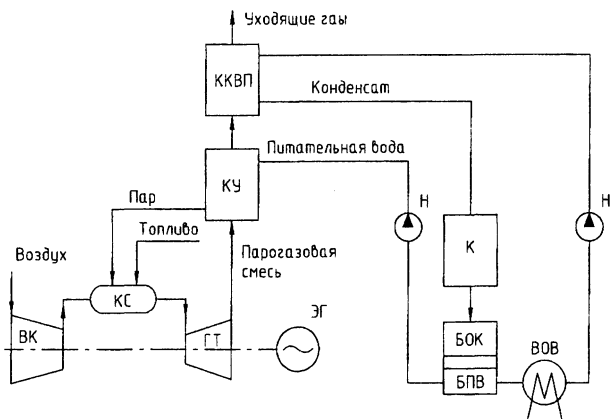
Достоинством таких контактных ПГУ (КПГУ) является существенное снижение их удельной стоимости из-за отсутствия паротурбинного оборудования при высоких значениях удельной работы парогазовой смеси. КПГУ характеризуются меньшим падением мощности при увеличении температуры наружного воздуха, чем установки простого цикла, и имеют практически не зависимый от мощности электрический КПД.

Применение контактных ПГУ обеспечивают улучшение экологических характеристик и минимальные значения выбросов  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$  без дополнительных затрат, а также уменьшение себестоимости производства электроэнергии и сокращение сроков окупаемости инвестиций.

Техническая возможность применения КПГУ предопределяется наличием их заводского производства НПП "Машпроект" (г. Николаев, Украина). Для снижения затрат на водоподготовку здесь разработан усовершенствованный вариант цикла, названный "Водолей" (рис.1), с конденсацией пара из уходящих газов в контактном конденсаторе [2].

При достаточно высоких значениях начальной температуры газов  $t_3$  и степени повышения давления в компрессоре  $\pi_k$  в схемах STIG можно получить высокие значения КПД "встроенного" паросилового цикла и КПГУ в целом. Так, по данным [1, 2] электрический КПД контактных ПГУ при  $\pi_k \approx 20$  и  $t_3 \approx 1100^\circ\text{C}$  составляет не менее 43%. Дальнейшее повышение параметров цикла позволяет увеличить КПД до 46% (при  $\pi_k \approx 25$  и  $t_3 \approx 1200^\circ\text{C}$ ) и более. При  $\pi_k \approx 25 \dots 30$  и  $t_3 \approx 1250 \dots 1350^\circ\text{C}$  эффективный КПД реальных установок может достичь 50 ... 52%. Для ГТУ оптимальное значение степени повышения давления  $\pi_{k,\text{opt}}$  зависит от уровня начальной температуры  $t_3$  и определяет соот-

ношение полезной мощности и потерь теплоты с уходящими газами [3].



ВК - Воздушный компрессор, КС - Камера сгорания,  
 ГТ - Газовая турбина, ЭГ - Электродгенератор,  
 КУ - Котел-утилизатор, К - Конденсаторсборник,  
 ККВП - Контактный конденсатор водяного пара,  
 БОК - Блок очистки конденсата,  
 БЛВ - Расходный бак питательной воды,  
 ВОВ - Внешний охладитель воды, Н - насос.

Рисунок 1. Принципиальная схема установки "Водолей"

При применении энергетического впрыска пара и отсутствии устройств утилизации сбросной теплоты, с одной стороны, можно ожидать увеличения  $\pi_{к,орт}$  вследствие повышения при этом удельной работы водяных паров и внутреннего КПД "встроенного" паросилового цикла. По оценкам, соотношение мощности КПГУ, получаемой на водяном паре и "сухих" газах, с учетом коэффициента  $\varphi$  полезной работы ГТУ составляет

$$m_n^{\varphi} = \frac{H_{оп}}{H_{ог} \cdot \varphi} = \frac{1}{\varphi} \cdot \left( \frac{k_n}{k_n - 1} R_n \right) / \left( \frac{k_r}{k_r - 1} R_r \right) \approx 3,5 \dots 4,$$

где  $H_{оп}$ ,  $H_{ог}$ ,  $k_n$ ,  $k_r$  - располагаемый теплоперепад и показатели адиабаты для водяных паров и "сухих" газов соответственно;  $R_n$ ,  $R_r$  - соответствующие значения газовых постоянных.

Однако, получение в котле-утилизаторе пара, подаваемого на впрыск, обеспечивает достаточно глубокую утилизацию теплоты газов после газовой турбины. Температура газов на выходе из котла-утилизатора КПУ находится на уровне ее значений для утилизационных ПГУ, а это способствует снижению величины  $\pi_{к,опт}$ .

В результате значения  $\pi_{к,опт}$  обеспечивающие максимальный электрический КПД контактных ПГУ, оказываются сравнимыми и даже несколько меньшими, чем для одноцелевых ГТУ при тех же значениях  $t_3$ , и, естественно, возрастают при увеличении последней.

### Литература

1. Парогазовая установка с впрыском пара: возможности и оптимизация параметров цикла / Стырикович М.А., Фаворский О.Н., Батенин В.М. и др // Теплоэнергетика. – 1995. – № 10. – С. 52 – 57.
2. Газоперекачивающая установка ГПУ16К – опыт + новые решения. – Николаев НПО "Машпроект", 1997.
3. Стационарные газотурбинные установки / Л.В. Арсеньев, В.Г. Тырышкин, М.А. Богов [и др.] / Под ред. Л.В. Арсеньева, В.Г. Тырышкина. Л.: Машиностроение. – 1989. – 543 с.

УДК 621.34

### К выбору температурного графика теплосети при количественно-качественном способе регулирования тепловой нагрузки

Седнин А.В., Марченко П.Ю.

Белорусский национальный технический университет

В системе теплоснабжения РБ применяется центральное качественное регулирование отпуска теплоты потребителю, которое более эффективно при покрытии однородной нагрузки [1]. Однако в настоящее время тепловая нагрузка станций имеет неоднородный характер. Большое влияние на экономичность работы оборудования оказывает соотношение отопительной нагрузки и нагрузки ГВС, а также уровень автоматизации абонентских вводов потребителей. Для двух крупнейших ТЭЦ республики, Минской ТЭЦ-4 и Гомельской ТЭЦ-2, колебания рас-