

# ВЫБОР СХЕМЫ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ДОМЕННОГО ГАЗА

*Бондаренко Г.А., профессор; Николенко О.А., студент*

Данная работа выполнена применительно к условиям ОАО «Алчевский металлургический комбинат» и направлена на максимальную утилизацию вторичных энергоресурсов металлургического производства и улучшения экологической обстановки, сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду путем создания теплоэнергетической установки, которая позволит снизить потребление электроэнергии из энергосистемы Украины за счет собственной выработки.

Технологическое решение заключается в использовании всех избытков горючих газов, вырабатываемых в процессе доменного, конвертерного и коксохимического производства, для выработки электрической энергии, а именно:

- доменный газ - 500000  $\text{нм}^3/\text{ч}$
- конвертерный газ - 60000  $\text{нм}^3/\text{ч}$
- коксовый газ - 36000  $\text{нм}^3/\text{ч}$

В итоге образуется смесь топливных газов в количестве 596400  $\text{нм}^3/\text{ч}$  и теплотворной способностью 4396  $\text{кДж}/\text{нм}^3$  (1050  $\text{ккал}/\text{нм}^3$ ).

Были проведены термодинамический и технико-экономический анализы нескольких схем использования топлива для выработки электроэнергии: с паротурбинной, газотурбинной и комбинированной парогазотурбинной установками (ПТУ, ГТУ, ПГУ соответственно).

*Простая схема конденсационной ПТУ* (без регенеративного подогрева питательной воды и промежуточного перегрева пара, а также ухудшенный вакуум в конденсаторе). Все топливо сжигается в топке парового котла. Перегретый пар с заданными параметрами поступает в паровую турбину, которая является приводом электрогенератора, из нее же берется отбор пара на деаэрактор. Выработка электроэнергии составит 220МВт, КПД установки 26,6%.

Недостаток данной схемы ПТУ - очень низкий КПД установки, из-за ее простоты, что нецелесообразно для высоких параметров пара. Усложнение схемы приведет к резкому удорожанию оборудования. Для условий металлургического комбината это экономически не выгодно.

*Простая схема ГТУ* (без регенерации и утилизации тепла выхлопных газов): осевой компрессор всасывает воздух из окружающей среды и подает в камеру сгорания ГТУ, в которой сжигается все топливо. Продукты сгорания попадают в газовую турбину, вращающую электрогенератор, и потом выбрасываются в окружающую среду без утилизации.

Чем больше температура перед турбиной и степень расширения, тем больше КПД установки. При температуре продуктов сгорания перед турбиной 750<sup>0</sup>С оптимальная степень расширения в ней равна  $E=7$ .

Чтобы обеспечить высокую степень сжатия и большой расхода воздуха, необходим мощный и дорогой компрессор с промежуточным охлаждением. Все это значительно усложнит схему и сделает ее намного дороже.

Выработка электроэнергии составит 140МВт, КПД установки 26,6%.

Исходя из имеющегося опыта эксплуатации ГТУ необходимо 4 блока ГТУ по 35 МВт каждый, что обеспечит резервирование и мобильность энергетической установки в целом (аварийные режимы, выведение агрегатов в ремонт, снижение подачи топлива и т.д.).

*Комбинированная схема ПГУ* (с утилизацией, но без регенерации тепла выхлопных газов):

Для утилизации всего топлива необходимо 2 парогазовых установки.

Осевой компрессор всасывает воздух из окружающей среды и подает в камеру сгорания ГТУ, в которой сжигается все топливо. Продукты сгорания с температурой 1050<sup>0</sup>С попадают в газовую турбину со степенью расширения 2,7, электрической мощностью 90МВт и КПД 24,7%. После нее газы направляются в котел-утилизатор, который дает острый пар с параметрами: давление 74бар и температура 530<sup>0</sup>С. Этот пар вращает паровую турбину электрической мощностью 60МВт и КПД 26,6%, которая находится на одном валу с газовой турбиной, осевым компрессором и электрогенератором. Таким образом, на одной ПГУ получается совместная выработка 150МВт электрической энергии и КПД всей ПГУ 31,3% .

Применение данной схемы ПГУ дает возможность увеличить КПД всего цикла из-за увеличения мощности установки без дополнительного сжигания топлива только за счет утилизации горячих продуктов сгорания после газовой турбины в котле-утилизаторе. При этом КПД ПТУ больше чем КПД ГТУ и ПТУ по отдельности.