

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ*****Кальницкий Петр Владимирович***

магистрант

***Галдин Владимир Дмитриевич***

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет»

г. Омск, Омская область

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
УСТАНОВОК ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ТЕПЛОТЫ  
И ТВЕРДОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА**

*Аннотация:* при производстве электрической и тепловой энергии остро ощущаются проблемы энергосбережения и охраны окружающей среды. В данной статье авторами рассмотрена установка для комплексного производства электрической и тепловой энергии, а также твердого диоксида углерода, внедрение которой в энергетику может привести к уменьшению вредных выбросов в атмосферу и снижению топливно-энергетических затрат.

*Ключевые слова:* комплексное производство теплоты, комплексное производство холода, твердый диоксид углерода, парогазовые установки, кристаллизация диоксида углерода.

В условиях политических и экономических реформ основной целью энергетической программы Российской Федерации является нахождение путей надежного и эффективного снабжения населения и хозяйства страны топливом, тепловой и электрической энергией без отрицательного влияния объектов энергетики на окружающую среду.

Поэтому повышение энергетических возможностей, необходимых для развития страны в будущем, нуждается в улучшении экологических параметров источников энергии при комплексном увеличении их экономичности и уменьшении капитальных, материальных и трудовых затрат.

В современном мире особенно остро ощущаются проблемы энергосбережения и охраны окружающей среды при производстве электрической и тепловой энергии за счет сжигания топлива органической природы. Отходы, при применении на тепловых электрических станциях (ТЭС) природного газа и антрацита, превышают массу использованного топлива в пять и четыре раза соответственно [3].

Вместе с продуктами сгорания топлива в окружающую среду попадает зола, состоящая из многих элементов таблицы Менделеева, продукты неполного сгорания топлива, диоксид углерода, соединения ванадия и других металлов, окислы азота и серы. При работе энергетических установок настоящего времени в окружающей среде рассеивается более 60 % исходной топливной энергии в виде горячей воды и высокотемпературных газов.

Если сжигать на ТЭС 1060 т/ч антрацитового штыба, то через дымовую трубу в атмосферу будет выброшено 10 млн. м<sup>3</sup>/ч дымовых газов, которые содержат 2350 т/ч диоксида углерода, 251 т/ч паров воды, 34 т/ч двуокиси серы, 9,34 т/ч окислов азота, 2 т/ч летучей золы, неуловленной в золоуловителях, остатки кислорода [3].

При сжигании топлива в газотурбинных установках с большими коэффициентами избытка воздуха степень загрязнения окружающей среды значительно меньше практически по всему вредному составу продуктов сгорания в сравнении с ТЭС [5].

В мировом масштабе 75–80 % выбросов диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) вызвано сжиганием органических топлив. Многомолекулярные газы (водяной пар, диоксид углерода, оксиды азота и другие), которые накапливаются в атмосфере и поглощают инфракрасное излучение с поверхности земли, вызывают «парниковый

эффект». «Парниковый эффект» способствует увеличению температуры атмосферы, таянию ледников и нарушению образования погоды. Основным элементом, который вносит наибольший вклад в «парниковый эффект» (около 80 %), является диоксид углерода [1].

Многие специалисты считают, что предотвратить мировую экологическую катастрофу, вызванную «парниковым эффектом», возможно лишь при снижении выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу в 1,5 раза к 2050 году. При этом общее повышение мирового потребления топлива будет расти, что требует интенсификации исследований по уменьшению выбросов диоксида углерода [6].

Установки для совместной выработки электрической и тепловой энергии, а также холода (твердого диоксида углерода) при распространении их в энергетике могут обеспечить понижение металлоемкости основного оборудования и значительную экономию топлива по сравнению с отдельным производством энергии. Данные установки имеют повышенную экологическую эффективность, так как снижаются потери тепла, значительно уменьшаются выбросы углекислого газа в атмосферу, также имеется возможность снизить выбросы токсичных веществ в окружающий воздух, например, при впрыске воды в камеру сгорания для сдерживания образования окислов азота без понижения экономической составляющей цикла [2].

Установки такого типа имеют газовую турбину, которая разделена на части высокого и низкого давления (турбодетандер). Между газовой турбиной и турбодетандером размещены пароперегревательные и экономайзерные поверхности нагрева, работающие при повышенном давлении по газовой стороне. Это обеспечивает:

- относительное уменьшение поверхностей нагрева по сравнению с установками обычного типа за счет интенсификации теплообмена в этих поверхностях;
- повышение температуры точки росы до уровня, позволяющего воспользоваться теплотой конденсации водяного пара, входящего в продукты сгорания

топлива, для подогрева сетевой воды (то есть имеется возможность использовать высшую теплотворную способность топлива) [4].

Дымовые газы, после отдачи теплоты в напорном экономайзере и расширения в детандере, могут иметь низкую температуру, в сравнении с окружающей средой. Это говорит о том, что газы продуктов сгорания топлива могут быть не только греющим агентом, но и холодильным агентом. При этом нет потерь теплоты в окружающий воздух с уходящими газами, температура которых будет определяться только условиями рассеивания газовых выбросов в окружающую среду.

Понижение температуры продуктов сгорания до температуры кристаллизации диоксида углерода достигается за счет включения перед турбодетандером блока холодильных регенераторов, что приводит к кристаллизации (вымораживанию) диоксида углерода из уходящих газов. В процессе вымораживания  $\text{CO}_2$  происходит выпадение мелких кристаллов, которые отделяются в сепараторе и удаляются из него специальными устройствами [2].

С внедрением установок для совместного производства электрической энергии, теплоты и твердого диоксида углерода можно добиться высокого экологического эффекта. Он заключается в снижении загрязнения атмосферы за счет уменьшения потерь тепла, понижении выбросов углекислого газа в окружающую среду и возможности уменьшения выброса токсичных веществ.

Диоксид углерода, который вырабатывается из установки для комплексного производства теплоты и холода, может применяться:

- в сельском хозяйстве для транспортировки, хранения продукции животноводства и растениеводства;
- в сварочных и литейных цехах машиностроительных заводов;
- для производства полимеров в химической промышленности;
- для искусственного воздействия на туманы и переохлажденные облака (чтобы получить осадки и др.);
- для тушения пожаров.

Так как установки для комплексного производства электрической энергии теплоты и холода обладают значительной экологической и тепловой эффективностью, то они могут быть применены для производства теплоты, как для централизованного, так и для децентрализованного теплоснабжения сел и городов, промышленных предприятий, заменив малоэффективные котельные агрегаты [3].

Первая в мировой практике опытно – промышленная установка для комплексного производства электрической и тепловой энергии, а также твердого диоксида углерода с газовой транспортной турбиной была создана на Омском заводе кислородного машиностроения.

Недостаточный опыт исследований, эксплуатации и проектирования оборудования, из которого состоит установка для комплексного производства электрической энергии, теплоты и твердого диоксида углерода, является причиной многих вопросов, связанных с основами теории и методами расчета таких установок. В современных учебниках они освещаются недостаточно. Решение этих вопросов ведет к развитию данных установок и к возможности их применения в хозяйстве и промышленности нашей страны.

### ***Список литературы***

1. Аникеев В.А. Технологические аспекты охраны окружающей среды / В.А. Аникеев, И.З. Кооп, Ф.З. Скалкин. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 255 с.
2. Галдин В.Д. Основы теории и опыт создания теплохладоэнергетических агрегатов: монография / В.Д. Галдин, В.И. Гриценко; ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – 176 с.
3. Галдин В.Д. Тепловые электрические станции: учеб. пособие / В.Д. Галдин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – 116 с.
4. Гриценко В.И. Основы теории и расчет теплохладоэнергетических агрегатов: учеб. пособие / В.И. Гриценко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 1994. – 100 с.

5. Скалкин А.В. Энергетика и окружающая среда / А.В. Скалкин, А.А. Каныев, И.З. Кооп. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 281 с.

6. Экологические и энергетические аспекты внедрения в энергетику ПГУ с ВПГ третьего поколения / Е.Н. Прутковский, В.С. Варварский, В.И. Гриценко и др. // Теплоэнергетика. – 1992. – №11. – С. 18–22.