

повсеместному масштабному внедрению ВИЭ в ЕЭС России и определены перспективы развития данного типа генерации. Здесь стоит отметить экономический фактор – ВИЭ не могут конкурировать с традиционными энергетическими ресурсами в стоимости вырабатываемой электроэнергии, а также географический фактор, подразумевающий под собой ограниченность применения ВИЭ в виду причин природного характера и др. На основании проведенного анализа можно заключить, что несмотря на наличие государственной поддержки исследовательской работы по ВИЭ, основное обеспечение растущего энергопотребления осуществляется за счет традиционной генерации, а именно тепловых станций в виду уже отработанной системы ввода и последующей эксплуатации электростанций данного типа, а также возможности генерации тепловой энергии. Однако среди перспективных направлений внедрения ВИЭ следует отметить энергоснабжение удаленных территорий, не имеющих возможности подключения к централизованной энергосистеме.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10006).*

#### **Список литературы**

1. Системный оператор ЕЭС: Отчеты о функционировании ЕЭС России за 2010-2017 гг.

## **Повышение энергоэффективности и экологической безопасности ТЭС на основе применения ГПУ**

Д.В. Мельников, Н.Н. Галашов, С.А. Цибульский, А.С. Киселев,  
А.И. Баннова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

[dmelnikov911@gmail.com](mailto:dmelnikov911@gmail.com)

Критическая ситуация в энергетике России, вызванная высокой изношенностью основных фондов, заставляет искать новые, нетрадиционные технологические решения, позволяющие существенно повысить энергоэффективность, надежность и экологическую безопасность энергоустановок.

Одним из главных направлений эффективного развития и технического перевооружения российской теплоэнергетики является широкое применение высокоэкономичных парогазовых и газотурбинных установок. В настоящее время широкое распространение получили парогазовые установки (ПГУ) бинарного

цикла, однако альтернативой бинарной ПГУ являются газопаровые установки (ГПУ) с впрыском пара (контактные газотурбинные установки или ПГУ смешения).

Главной проблемой при работе ГПУ является максимальное использование теплоты продуктов сгорания с большим содержанием водяного пара. Анализ существующих научных работ по этому вопросу говорит о его слабой проработке.

Нами предложены и исследованы схемы использования теплоты и конденсата продуктов сгорания для дополнительной выработки электроэнергии в пароводяном и органическом цикле Ренкина, позволяющие повысить электрический КПД установки до 60% и выше, а применение когенерации и тригенерации позволяет получить коэффициент использования теплоты топлива при расчете по высшей теплоте сгорания 95% за счет использования теплоты конденсации водяного пара из продуктов сгорания.

Работа ГПУ с большим впрыском перегретого пара в камеру сгорания позволяет существенно снизить коэффициент избытка воздуха (до 1.05) и за счет этого значительно сократить затраты мощности на привод компрессора, при этом снижается адиабатическая температура сгорания, что ведет к существенному уменьшению равновесной концентрации  $\text{NO}_x$ .

Авторами разработана оригинальная математическая модель ГПУ с эффективным использованием теплоты продуктов сгорания в котле-утилизаторе для получения дополнительной выработки электроэнергии и отпуска тепла для тепло и хладоснабжения. Численные исследования на модели показали, что за счет впрыска пара в камеру сгорания газовой турбины электрический КПД установки может быть повышен до 50–60%, а выбросы оксидов азота снижены до 10–15 ppm.

## **Energy efficiency and environmental safety of the use of thermal power plant based on the gas-steam unit**

D. Mel'nikov, N. Galashov, S. Tsibulskiy, A. Kiselev, A. Bannova

*National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Tomsk,  
Lenin Ave, 50*

dmelnikov911@gmail.com, gal@tpu.ru

The critical situation in the energy sector of Russia, caused by the high level of depreciation of fixed assets, makes it necessary to search for new,