

УДК 621.1.016

А. А. Вассерман*, М. А. Шутенко**

Одесский национальный морской университет, ул. Мечникова, 34, г. Одесса, 65029, Украина

*e-mail: avas@paco.net

**e-mail: shutenko@blacksea.net.ua

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИСЛОРОДА И ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Описывается нетрадиционный способ повышения максимальной температуры цикла паротурбинной установки, позволяющий существенно увеличить её термический и эффективный КПД. Сущность способа состоит в смешении перегретого пара, выходящего из пароперегревателя котла, с продуктами сгорания углеводородного топлива в кислороде. Такое решение позволяет обойти проблему механической прочности и коррозионной стойкости трубок пароперегревателя при высоких температурах. Одним из следствий применения способа является получение значительного количества чистой двуокиси углерода, которую можно утилизировать либо захоронить с целью снижения её выбросов в атмосферу.

Ключевые слова: паротурбинная установка; перегретый пар; природный газ; метан; кислород; двуокись углерода.

А. А. Vasserman, М. А. Shutenko

USE OF OXYGEN AND NATURAL GAS FOR INCREASING OF STEAM-TURBINE PLANTS' EFFICIENCY

A new method of increasing the maximum temperature of steam-turbine plant cycle, which enables to increase considerably its thermal and effective efficiency, is described. The essence of the method lies in mixing of superheated steam exiting from super-heater of boiler with products of combustion of hydrocarbon fuel in oxygen. Such solution allows to bypass problem of mechanical strength and corrosion stability of super-heater tubes at high temperatures. One of the consequences of implementation of the method is output of considerable quantities of pure carbon dioxide, which can be utilized or buried in order to reduce its release into atmosphere.

Key words: steam-turbine plant; superheated steam; natural gas; methane; oxygen; carbon dioxide.

1. ВВЕДЕНИЕ

Паротурбинные установки являются наиболее мощными энергетическими установками и составляют основу современной теплоэнергетики. К сожалению, максимальная температура пара в этих установках не превышает 550 °С из-за низкой коррозионной стойкости и недостаточной жаропрочности трубок котельных агрегатов, работающих при высокой разности давлений внутри и снаружи трубки (до 25 МПа). Поэтому, несмотря на низкую температуру отвода теплоты, близкую к температуре окружающей среды, термический КПД цикла даже лучших паротурбинных установок с многоступенчатым регенеративным подогревом питательной воды и промежуточным перегревом пара не превышает 53 %.

В то же время в современных газотурбинных установках температура рабочего тела при входе в турбину высокого давления составляет 1400–1500 °С [1–3]. Это обусловлено тем, что лопатки турбин, изготовленные из жаропрочной стали, способны выдерживать температуру, существенно превышающую максимальный предел, установленный в настоящее время для паротурбинных установок. К тому же, лопатки турбин не подверже-

ны воздействию такой большой разности давлений, как трубки котельных агрегатов. Для увеличения эффективности паротурбинных установок нами предложен новый способ повышения температуры пара перед турбиной. В его основе — использование кислорода и природного газа.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБА

При реализации данного способа повышения температуры пара перед турбиной перегретый водяной пар, выходящий из пароперегревателя котла, смешивается с продуктами сгорания углеводородного топлива в чистом кислороде [4]. В качестве такого топлива можно использовать природный газ, состоящий в основном из метана. Схема модифицированной установки представлена на рис. 1. На ней красным цветом выделены узлы, которых нет в схеме эталонной установки. Для простоты изображены только два регенеративных подогревателя питательной воды 14 и 15 из девяти, и не показаны промежуточные охладители кислорода и метана, находящиеся между компрессорами низкого давления 17 и 19 и высокого давления 18 и 20, сжимающими эти газы перед их поступлением в камеры сгорания 3 и 5.