

УДК 621.43.018; 621.438

¹Г.К. Лавренченко, доктор техн. наук; ²А.В. Копытин, канд. техн. наук

ООО «Институт низкотемпературных энерготехнологий», а/я 188, г. Одесса, Украина, 65026

e-mail: uasigma@mail.ru

ORCID: ¹<http://orcid.org/0000-0002-8239-7587>, ²<http://orcid.org/0000-0003-3514-0989>

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КИСЛОРОДНЫХ ВРУ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК И СНИЖЕНИЯ ЭМИССИИ CO₂

В настоящее время при производстве электроэнергии на крупных теплоэлектростанциях широко используют технологию CCS (Carbon Capture and Storage), которая позволяет снизить выбросы диоксида углерода в атмосферу на 90 % при сжигании различных видов топлив. Рассмотрены три основные CCS-технологии: «Post-combustion capture»; «Pre-combustion capture» и «Oxyfuel combustion capture». Снижение выбросов CO₂ происходит за счёт удаления диоксида углерода из дымовых газов при помощи процессов химической абсорбции/десорбции. Проанализированы новые эффективные технологии извлечения CO₂ из дымовых газов, такие как «Advanced Amines Process» и «Chilled Ammonia Process». Сделано заключение о том, что наиболее перспективной является технология «Oxyfuel combustion capture», основанная на сжигании топлива в среде чистого кислорода с одновременным использованием «Chilled Ammonia Process». Возможен и другой подход, который обеспечит при использовании термодинамической регенерации теплоты существенный рост эффективности ПТУ и полное улавливание CO₂. Это позволит создавать высокоэкономичные паротурбинные установки (ПТУ) с полным улавливанием CO₂, реализующие технологию «Oxyfuel combustion». Эффективный КПД таких ПТУ, равный 57,6 %, достигает практически уровня парогазовых установок. При этом необходимая производительность воздухоразделительных установок по кислороду составит от 3840 до 5600 т/сут.

Ключевые слова: Технология «Oxyfuel combustion capture». Кислород. Воздухоразделительная установка. Абсорбент. Химическая абсорбция. Термохимическая регенерация теплоты. Паротурбинная установка. Природный газ. Конвертированный газ. Жидкий диоксид углерода. Эмиссия диоксида углерода. Эффективный КПД.

1. ВВЕДЕНИЕ

Межправительственная группа экспертов по изменению климата IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) утверждает, что эмиссия CO₂ от электростанций, работающих на угле, может быть снижена на 10...55 % к 2100 г. за счёт применения технологии CCS (Carbon Capture and Storage). В основе технологии лежит организация комплексной газификации угля IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle). Для этого необходимо построить криогенные воздухоразделительные установки (ВРУ), реакторы, горелочные устройства, газовые турбины, которые будут использовать в качестве топлива газ, обогащенный H₂, и установки по извлечению и компримированию CO₂ для его последующего депонирования.

Основным энергопотребляющим оборудованием в таких системах являются воздухоразделительные установки, оказывающие влияние на объёмы производимой электроэнергии на электростанциях. Даль-

нейшее совершенствование схем и циклов, реализуемых в ВРУ, не приведёт к существенному снижению энергопотребления, так как они близки к максимуму энергетического и технического совершенства.

Это указывает на то, что необходимо разрабатывать новые перспективные технологии интеграции ВРУ в состав ТЭС, которые, с одной стороны, позволят существенно снизить удельные энергозатраты на производство кислорода, с другой, — увеличить эффективность энергопроизводящих систем и станций.

Наряду с развитием и совершенствованием горелочных устройств и котельных агрегатов, следует особое внимание уделить также и процессам извлечения CO₂ из дымовых газов. Это позволит упростить аппаратное оформление установки, увеличить степень извлечения CO₂ и снизить стоимость его утилизации.

По данным Международного энергетического агентства (IEA) и Центра климатических и энергетических решений (C2ES) около 90 % производств электроэнергии во всём мире используют ископаемые