

УДК 621.59

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

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

e-mail: lavrenchenko@paco.net

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИОГЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ПОЛНЫМ УЛАВЛИВАНИЕМ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

В настоящее время развивается технология «Carbon Capture and Storage», для осуществления которой необходимо включать криогенные воздухоразделительные установки, производящие кислород, в состав крупных теплоэлектростанций. В новых проектах предусматривают использование технологии «Oxyfuel combustion» для производства чистой энергии с последующей подготовкой диоксида углерода к депонированию. В результате производство энергии обязательно сопровождается получением продуктов разделения воздуха. Кислород используется как для поддержания процесса горения топлива, так и для аккумуляции энергии в виде криогенной жидкости. Это позволяет решать комплекс задач, связанных с обеспечением пикового потребления энергии в дневное время с одновременным снижением удельных энергозатрат на производство кислорода. Криогенные технологии также используются в установках для эффективного извлечения CO₂ из дымовых газов. В работе рассматриваются основные схемные и технологические решения, применяемые при разработке и реализации таких проектов.

Ключевые слова: Кислород. Жидкий кислород. Воздухоразделительная установка. Производство энергии. Продукты разделения воздуха. Извлечение CO₂. Аккумуляция энергии. Регазификация. Эффективность.

1. ВВЕДЕНИЕ

По мнению межправительственной группы экспертов по изменению климата IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 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 создавать 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.

Основным энергопотребляющим оборудованием в таких системах являются ВРУ, которые снижают производство электроэнергии, в целом, на электростанции. Дальнейшее совершенствование схем и циклов, реализуемых в ВРУ, не приведёт к существенному снижению энергопотребления, так как они достигли своего технического совершенства. По оценкам специалистов снижение удельных энергозатрат в ВРУ прогнозируется всего лишь на уровне 0,3 %.

Это свидетельствует о том, что необходимо разрабатывать новые более перспективные технологии по производству кислорода, например, на основе ионообменных транспортных мембран, либо находить такие решения, при которых интеграция ВРУ в состав

ТЭС позволила бы существенно снизить удельные энергозатраты на производство кислорода.

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

2. ТЕХНОЛОГИЯ «OXYFUEL COMBUSTION»

В технологии «Oxyfuel Combustion» сжигание топлива организуется в среде кислорода, для производства которого используют воздухоразделительные установки. Это позволяет, во-первых, получать дымовые газы стехиометрического состава, состоящие в основном из CO₂ и H₂O, во-вторых, из-за высокой концентрации CO₂ в дымовых газах осуществлять простой цикл очистки и компримирования диоксида углерода для последующего его захоронения. Для снижения высокой температуры сгорания топлива в чистом кислороде в технологии предусмотрена циркуляция части дымовых газов. Таким образом топливо сжигается в среде O₂ и CO₂, что позволяет поддерживать горение и обеспечивать высокую теплопроизводительность котельного агрегата (рис. 1).

Технология «Oxyfuel Combustion» предназначена для использования в крупных паротурбинных установках (ПТУ) для повышения эффективности их