

Библиографический список

1. Исследование гидравлических режимов работы циркуляционной системы ТЭЦ на компьютерной модели / С.В. Колесников, В.В. Дикоп, С.В. Томкин, В.А. Кудинов // Изв. вузов СНГ. Энергетика. 2002. № 6. С. 90-95.
2. Разработка компьютерной модели и исследование работы циркуляционной системы Новокуйбышевской ТЭЦ-2 / В.А. Кудинов, А.Г. Коваленко, С.В. Колесников, Ю.С. Панамарев // Изв. АН. Энергетика. 2001. № 6. С. 118-124.
3. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. М.: Наука, 1985.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА С ЗАХВАТОМ И ХРАНЕНИЕМ УГЛЕРОДА

Змеева А.В., Абаимов Н.А., Павловская Н.А., Богатова Т.Ф.
УрФУ, tes.urfu@mail.ru

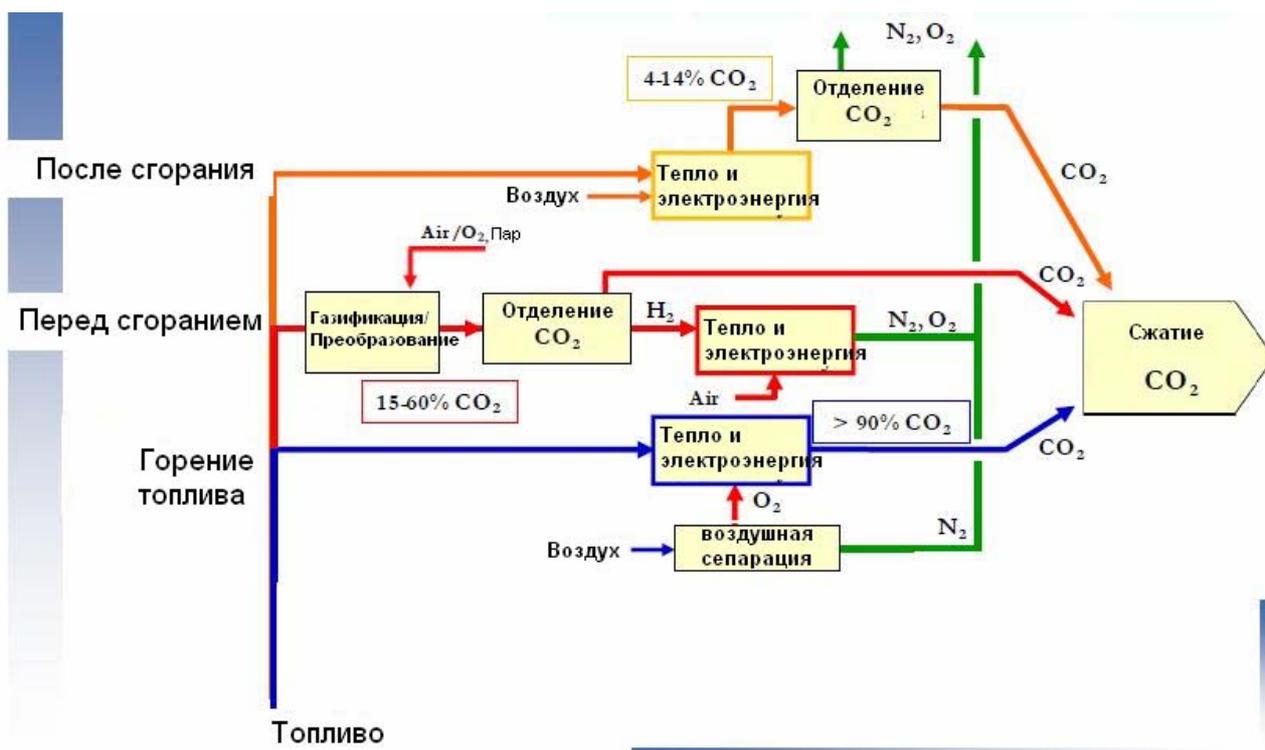
Экологические проблемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в том числе диоксида углерода, при выработке электроэнергии являются сегодня наиболее острыми. Сегодня выбросы углекислого газа при выработке электроэнергии составляют около 41 % от всего количества выбросов CO₂ в мире, из них 68,1 % приходится на выбросы при сжигании угля [1].

Одной из технологий производства электроэнергии, имеющих самый высокий потенциал улавливания (захвата) CO₂, с низкими затратами и потерями в эффективности, является Интегрированный Комбинированный Цикл Газификации (IGCC). В технологии IGCC с захватом углерода перед сгоранием (*pre-combustion*) максимизируется уровень водорода в синтетическом газе, а углерод концентрируется в форме CO₂, что делает возможным процесс захвата углерода с использованием физических или химических методов. После улавливания CO₂ и H₂S в двухуровневой системе Кислотного Газового Удаления (*Acid Gas Removal – AGR*) богатый водородом синтетический газ используется для производства электроэнергии. Другой вариант улавливания углекислого газа по технологии IGCC основан на захвате CO₂ после сгорания топлива (*post-combustion*) путем поглощения в химических растворителях (например, *alkanolamines*). Технологии захвата и хранения диоксида углерода (*Carbon Capture and Storage – CCS*) представлены на рисунке.

Для анализа технологии производства электроэнергии, основанной на процессе CO-газификации угля с биомассой (например, опилками, сельскохозяйственными отходами) или твердыми отходами (например, муниципальный мусор, отстой сточных вод и т.д.) рассматривались варианты с производством электроэнергии в твердотопливной ПГУ суммарной мощностью на уровне 400–500 МВт, при степени улавливания диоксида углерода не менее 90 % [2].

При анализе типов газогенераторов с целью применения их в схемах производства электроэнергии с использованием технологий IGCC и CCS, было определено, что наиболее перспективными являются поточные газогенераторы. Поэтому оценка эффективности технологий рассмотрена для данного типа газогенераторов, и конкретно фирмы Siemens.

Были исследованы различные виды топлива, в составе которого в пропорции 80:20 (по массе) смешивались уголь и разные типы биомассы или твердых отходов.



Технологии захвата и хранения диоксида углерода

Схемы производства электроэнергии на основе IGCC с улавливанием углекислого газа были смоделированы и воспроизведены на базе программного обеспечения ChemCAD, с использованием технологии Selexol® (физическое газо-жидкостное поглощение) в случае захвата углерода перед горением топлива или MDEA (*methyl-diethanol-amine*) – в случае захвата углерода перед или после сжигания топлива. Сравнение полученных данных приведено в таблице [1].

Основные характеристики технологий газификации с улавливанием CO₂

Показатели	Единицы измерения	MDEA Захват после сжигания	MDEA Захват перед сжиганием	Selexol® Захват перед сжиганием
Мощность газовой турбины (M701G2)	МВт	334,00	334,00	334,00
Мощность паровой турбины	МВт	126,67	190,72	197,50
Электрическая мощность станции (нетто)	МВт	366,34	415,30	420,41
КПДэл (нетто)	%	35,10	35,58	36,02
Степень улавливания CO ₂	%	90,38	91,25	92,35
Удельные выбросы CO ₂	кг/МВт	92,31	86,62	76,12

Из приведенных данных видно, что КПД_{эл} нетто (с учетом собственных нужд) составил 35–36 % при степени улавливания углекислого газа 90–92 %. Уровень выбросов CO₂ оказался в диапазоне 76–92 кг/МВт (в технологии IGCC без захвата диоксида углерода эмиссия CO₂ находится в диапазоне 700–800 кг/МВт). Было также определено, что улавливание диоксида углерода увеличивается с увеличением температуры процесса, особенно свыше 910 °С, и времени пребывания частиц угля в газогенераторе, но не зависит от размеров частиц угля.

Сравнение способов улавливания диоксида углерода показало, что наиболее эффективным является захват диоксида углерода перед сжиганием топлива, другой же способ – после сжигания топлива – менее эффективен с точки зрения КПД_{эл} нетто приблизительно на 0,5 %.

Эти данные были получены при использовании в качестве топлива чистого угля.

Было установлено также, что на полную эффективность использования энергии добавление альтернативных видов топлива к углю не оказывает значительного влияния. В большинстве случаев эффективность уменьшается на 0,14–1,4 %, и в некоторых случаях эффективность увеличивается на 1,2 % (МВМ). Этот факт подчеркивает хороший потенциал технологии IGCC в использовании различных низкопотенциальных видов топлива при высокой эффективности использования энергии. Технология IGCC обладает также другими преимуществами с экологической точки зрения: очень низкие выбросы SO_x и NO_x, возможность использовать угли более низкого качества или другие типы твердого топлива, которые трудно использовать в традиционных энергетических технологиях.

Библиографический список

1. C-C. Cormos, A. Padurean, A-M.Cormos, P. S. Agachi. Power Generation Based on Coal and Low-grade Fuels Co-gasification with Carbon Capture and Storage //The Fifth International Conference on Clean Coal Technology (CCT2011) held in Zaragoza, Spain May 8-12, 2011.
2. Ana Cuadrat, A. Abad, J. Adónez, L. F. de Diego, F. Garcia-Labiano, P. Gaybón. Optimization of Direct Chemical Looping Combustion for Solid Fuels with Ilmenite as Oxygen Carrier//The Fifth International Conference on Clean Coal Technology (CCT2011) held in Zaragoza, Spain May 8-12, 2011.