

ПЛАЗМЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Е.И. Карпенко, В.Е. Мессерле, А.В. Мессерле, Ю.Е. Карпенко

Отраслевой Центр плазменно-энергетических технологий РАО «ЕЭС России».

671160, Россия, Республика Бурятия, г. Гусиноозерск, ул. Пушкина, 33.

E-mail: plazma@burnet.ru.

Традиционные рекомендации по снижению выбросов парниковых газов (CO₂, SO₂, NO и др.), главным из которых по объему эмиссии является диоксид углерода (CO₂), сводятся, во-первых, к увеличению доли АЭС и ГЭС в энергетическом балансе и, во-вторых, к необходимости замещения сжигаемых твердых топлив, основным горючим компонентом которых является образующий CO₂ углерод, углеводородными топливами, преимущественно природным газом.

Что касается ГЭС и АЭС, то проблемы увеличения выработки электрической и тепловой энергии с их помощью общеизвестны [1]: практически полное отсутствие для строительства новых ГЭС неиспользованных гидроресурсов, обеспечение безопасной работы АЭС и необходимость надежного захоронения все возрастающего количества отработанных ядерных топлив [2].

Третья рекомендация по снижению выбросов CO₂ заключается в обеспечении его улавливания из дымовых газов с последующей консервацией (сохранением). Предлагаемые методы консервации CO₂ заключаются, как правило, в фиксации диоксида углерода в виде «сухого льда», закачиванию CO₂ в подземные полости (естественные и искусственные, например, подземные карстовые пещеры, шахты, горные выработки и т.д.), а также – в океанские глубины с последующим растворением в морской воде и др.

Учитывая, что извлекаемые мировые запасы угля в 5 раз превышают запасы нефти и в 4 раза – природного газа (данные 2000 года), а также особую важность для мировой цивилизации переработки нефти и газа в моторные топлива и различные химические продукты, которые в обозримой перспективе невозможно производить в необходимых количествах из твердых топлив, увеличению доли угля в мировом энергетическом балансе нет альтернативы [1-3]. Заметим, что в 2000 году доля угля в мировом топливном балансе уже составляла около 40 %.

Запишем основные брутто-реакции, характеризующие конечные продукты сжигания органической массы твердых, жидких и газообразных топлив:



Из набора реакций (1-4) видно, что снижение содержания углерода, серы и азота в исходных топливах приводит при их сжигании к соответствующему уменьшению выбросов парниковых газов. Это означает, что для снижения выбросов CO₂, NO и SO₂ необходимо повышать эффективность сжигания угля и одновременно увеличивать долю природного газа в топливном балансе. Однако, последнее противоречит существующей в мире тенденции снижения энергетического использования газа и нефти.

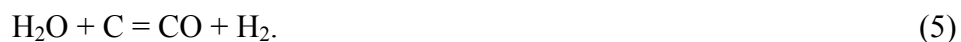
Основным назначением плазменно-энергетических технологий является повышение эколого-экономической эффективности использования угля для замещения газа и мазута в топливном балансе ТЭС и котельных [4-7].

Плазменно-энергетические технологии (ПЭТ) включают безмазутные (безгазовые) методы растопки котлов и подсветки пылеугольного факела, стабилизации выхода

жидкого шлака в топках с жидким шлакоудалением, плазменную газификацию и комплексную переработку углей [5-11].

К известным преимуществам ПЭТ как раз и относятся: снижение выбросов SO_x и NO_x за счет подавления образования топливных оксидов серы и азота и повышение эффективности сжигания твердых топлив путем уменьшения мехнедожога топлива [12-16]. Тем самым для выработки 1 кВт·ч электроэнергии или 1 Гкал тепловой энергии с использованием ПЭТ сжигается меньшее количество топлива и выделяется меньшее количество CO_2 (реакция (1)) и соответственно меньше выбросы NO_x и SO_x (реакции (3, 4)). Иными словами, удельные выбросы парниковых газов при выработке единицы электрической или тепловой мощности заметно снижаются. В частности, использование плазменно-энергетических технологий только на пылеугольных ТЭС приведет к сокращению выбросов CO_2 на 10-15 грамм на 1 кВт·ч вырабатываемой электроэнергии за счет снижения мехнедожога топлива на 40-50 %.

При плазменной газификации и комплексной переработке углей [14, 15] для увеличения водородной составляющей в качестве газифицирующего агента используют водяной пар по реакции:



Теплота сгорания получаемого по реакции (5) синтез-газа ($\text{CO} + \text{H}_2$) на 10-15 % выше теплоты сгорания исходного угля. При этом синтез-газ не содержит оксидов азота и серы (реакции (3, 4)).

Таким образом, широкое использование ПЭТ в энергетике приведет к снижению выбросов парниковых газов даже при сжигании угля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клеткинс К. *Мировая энергетическая политика. // Применение технологии трехступенчатого сжигания для подавления NO_x на твердотопливных котлах в Европе и СНГ. / Вступительный доклад Европейской комиссии по энергетике и транспорту. – М.: РАО «ЕЭС России». – ВТИ. – 2000. – С. 4-17.*
2. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е., Чурашев В.Н. *Эколого-экономическая эффективность технологий переработки твердых топлив. Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма РАН. – 2000. – 159 с.*
3. Leshok Christopher. *Prospects of Coal-Fired Thermal Power Plants in USA. // Power Engineering. International. 2000. – V. 8. – № 4. – P. 18-22.*
4. Blackburn P.R. *Ignition of Pulverised Coal with Arc Heated Air. Energy. – 1980. – Vol. 8, № 3. – P. 98-99.*
5. Мессерле В.Е., Сакипов З.Б., Ибраев Ш.Ш. *Электротермохимическая подготовка угля к сжиганию. Алматы: Наука. 1993. – 259 с.*
6. Messerle V.E., Peregudov V.S. *Ignition and Stabilisation of Combustion of Pulverised Coal Fuels by Using Thermal Plasma. // Investigation and Design of Thermal Plasma Technology. Cambridge Interscience Publishing, London. – 1995. – Vol. 2. – P. 323-343.*
7. Карпенко Е.И., Жуков М.Ф., Мессерле В.Е. и др. *Научно-технические основы и опыт эксплуатации плазменных систем воспламенения углей на ТЭС (безмазутная растопка котлов и стабилизация горения пылеугольного факела). – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 137 с.*
8. Жуков М.Ф., Карпенко Е.И., Перегудов В.С. и др. *Плазменная безмазутная растопка котла и стабилизация горения пылеугольного факела. // Под ред. проф. В.Е. Мессерле. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1996. – 604 с.*
9. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. *Введение в плазменно-энергетические технологии использования твердых топлив. – Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма РАН, 1997 – 119 с.*

10. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. Плазменно-энергетические технологии топливоиспользования. Т. 1. Концепция и расчетно-теоретические исследования плазменно-энергетических технологий. – Новосибирск Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 385 с.
11. Borodyanski G., Chudnovski B. Antechamber – Activated Combustion and Inhibition of Prompt NO_x. // Proc. 9th Annual Symposium, Israel Section of the Combustion Institute, Brn-Curion University of Negev, Ber-Sheva. – 1994. – P. 53-54.
12. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. Плазменно-энергетические технологии использования твердых топлив. // Энциклопедия низкотемпературной плазмы. / Под ред. академика РАН В.Е. Фортова. – Т. 4. – М.: Наука. – 2000. – С. 359-370.
13. E. Karpenko, V. Messerle. The Current Status and Prospects of Using Plasma-Energy Technologies in Heat Power Industry. // Proceeding of the Sixth International Conference on Technologies and Combustion for a Clean Environment «Clean Air». / Vol. II. – Porto. – Portugal, 2001. – P. 791-794.
14. V. Messerle, E. Karpenko, F. Lockwood, A. Ustimenko. Plasma-Energy Technologies of Solid Fuel Use on Thermal Power Plants. // Ibidem. / Vol. III. – Porto. – Portugal, 2001. – P. 1465-1468.
15. A. Ustimenko, F. Lockwood, E. Karpenko, V. Messerle. Plasma Complex Processing of Power Coals. // Ibidem. / Vol. III. – Porto. – Portugal, 2001. – P. 1473-1480.
16. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. Плазменно-энергетические технологии как новый метод повышения эколого-экономической эффективности использования угля для замещения мазута и природного газа в топливном балансе ТЭС. // Материалы Международного энергетического форума «СНГ-2001». / Уголь СНГ. – Ялта: Министерство топлива и энергетики Украины, 2001. – С. 1-16.
17. Karpenko E.I., Messerle V.E. The Present-Day State and Outlooks of Using Plasma-Energy Technologies in Heat-and Power Industry. // Translations on Electrical and Electronic Materials, Vol. 2, № 2, June 2001, Seoul, Korea. – P. 1-4.