

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.5. - С.96-98

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЛАЗМЕННОЙ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА К СЖИГАНИЮ

Баймуратова А.О., Түтебаева Г.М.

Уголь является одним из основных энергоносителей 21-го века. Сегодня во всем мире на угольных электростанциях производится более 50% электрической и тепловой энергии. При этом доля угля в топливном балансе тепловых электростанций (ТЭС) увеличивается. В тоже время качество энергетических углей повсеместно снижается. Это ведет к трудностям его воспламенения и сжигания при одновременном увеличении вредного воздействия на окружающую среду. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать новые технологии сжигания и газификации низкосортных углей. Для повышения эффективности сжигания угля и снижения вредных выбросов созданы новые плазменно-топливные системы (ПТС). Технология ПТС основана на плазменной электротермохимической подготовке угля к сжиганию [1-2].

Методы термохимической подготовки низкосортных топлив основаны на их частичной газификации и использовании горючего газа, коксового остатка и непрореагировавших угольных частиц в качестве более высокорекреакционного, чем исходный уголь, топлива. При полной газификации углей в воздухе получают горючий газ ($CO + H_2 + CH_4 + CO_2 + N_2$) и инертный зольный остаток с незначительным содержанием углерода. После отделения твердого остатка горючий газ можно сжигать в топках или использовать для подсветки пылеугольного факела. Термохимическая подготовка углей к сжиганию является средством повышения их реакционной способности, т.е. Способности к воспламенению и окислению, в значительной мере определяемой содержанием летучих веществ в топливе, с высокой теплотой сгорания - 25000-29000 кДж/кг. Согласно нормативному методу, все энергетические угли условно делятся на три группы: высокорекреакционные с выходом летучих на горючую массу ($V_{г}=37\%$), среднерекреакционные ($V_{г}=17-37\%$) и низкорекреакционные ($V_{г}>17\%$). Из практики сжигания твердых топлив известно, что угли с выходом летучих 30% и более хорошо воспламеняются и устойчиво горят без подсветки мазутом. Методы термохимической подготовки углей к сжиганию можно разделить на две группы. К первой относится прогрев всей аэросмеси до смешения с вторичным воздухом, а ко второй - термообработка меньшей части пылеугольного потока с последующим ее смешением с остальной пылью и вторичным воздухом.

Эффективность ЭТХПТ (электротермохимическая подготовка твердого топлива к сжиганию) обеспечивается нагревом электродуговой плазмой меньшей части аэросмеси до температуры практически полного выделения летучих угля и частичной газификации коксового остатка с тем, чтобы обеспечить суммарный выход горючих газов на уровне содержания летучих в высокорекреационных углях, способных воспламеняться и устойчиво гореть без подсветки мазутом. Тем самым из меньших частиц аэросмеси (уголь + воздух), прошедших зону электродугового разряда, получают (независимо от качества исходного угля) высокорекреационное двухкомпонентное топливо (горючий газ + коксовый остаток), способное воспламеняться при смешении с основным потоком аэросмеси и стабилизировать процесс горения.

Доля аэросмеси, необходимая для ЭТХПТ, определяется из уравнения теплового баланса таким образом, чтобы тепла, выделяющегося при сгорании получаемого двухкомпонентного топлива, в сумме с энергией плазмы было достаточно для нагрева основного потока аэросмеси до температуры воспламенения.

При этом весьма важно для сохранения эффективности метода, чтобы ЭТХПТ и смешение ее продуктов, т.е. двухкомпонентного топлива, с основным потоком аэросмеси осуществлялось до выхода в топочное пространство и начала смешения с вторичным воздухом. Тем самым обеспечивается повышение реакционной способности всего пылеугольного потока за счет плазменной активации его меньшей части в объеме горелочного устройства при обеспечении необходимого времени пребывания топлива в нем.

При этом, в отличие от методов плазменной активации горения углей в корне факела или топочном пространстве, повышается вероятность сохранения короткоживущих химически активных центров и ускорения ими термохимических превращений угля и окислителя.

Такой подход представляется наиболее рациональным с теплофизической и экономической точек зрения при использовании высокоэнтальпийных плазменных источников для электрохимической подготовки топлив к сжиганию и рассматривается в качестве ближайшей перспективы повышения эффективности топливоиспользования и снижения вредных выбросов на ТЭС [3].

Разработана технология плазменной паро-воздушной газификации углей для получения энергетического газа и комбинированный плазменный газификатор для ее осуществления (рис. 1). Эта технология предназначена для решения проблемы безмазутной растопки котла, подсветки пылеугольного факела, стабилизации выхода жидкого шлака в топках с жидким шлакоудалением, снижения выбросов оксидов азота и оксидов серы (при добавке в исходный уголь доломита) и расширения гаммы сортов сжигаемых в одном и том же котле углей без снижения его технико-экономических и экологических показателей. На рисунке - 1 представлен комбинированный плазменный газификатор, используемый в качестве предтопка для повышения реакционной способности энергетических углей и

экологических показателей пылеугольных котлов.

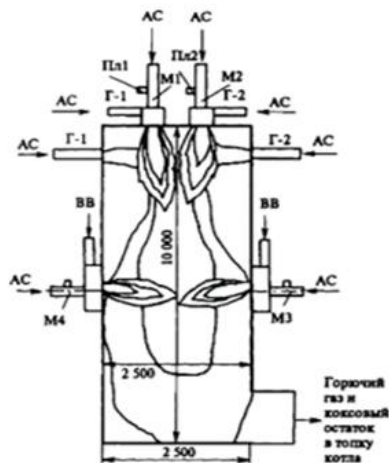


Рисунок – 1. Схема комбинированного промышленного газификатора:
АС-аэросмесь, ВВ-вторичный воздух, Пл-плазмотрон,
М-муфельная горелка

В настоящее время для сушки и обжига кирпичей в качестве теплоносителей используются газ или уголь. На проектируемом в г. Улан-Удэ заводе по производству кирпичей предполагается использовать угольное топливо, подаваемое через верхние лючки печи. При таком методе обжига весьма трудно обеспечить равномерное и однородное распределение температуры по сечению и объему сушильной и обжиговой секции.

Большая неравномерность температуры может приводить к увеличению выхода бракованных и некондиционных кирпичей. Для получения более

равномерного распределения температуры и потока горячего воздуха в объеме печи предлагается технология, основанная на применении плазменно-энергетических технологий топливоиспользования. Традиционно кирпич обжигают в специальных печах (кольцевых и туннельных) продуктами сгорания природного газа. Горячий газа можно получать сжиганием угля в плазменно-циклонной камере. В циклонную камеру тангенциально через ПТС подается двухкомпонентное высокорекреакционное топливо, получаемое в процессе ТХПТ. В процессе его горения в циклонной камере под действием центробежных сил жидкий шлак, образовавшийся от горения угля, отбрасывается к стенкам циклона и стекает вниз в шлакоприемник. Горячий газ с температурой 1000, 1200 К по центральной трубе при помощи дымососа направляется в общий коллектор. Из коллектора горячий газ распределяется по секциям печи для обжига кирпича. Расчетная удельная объемная теплонапряженность плазменно-циклонной камеры составляет 3, 4 МВт/м³. По этой технологии розжиг пылеугольного потока производится при помощи особых свойств низкотемпературной плазмы ($T=2500, 3500$ К), генерируемой плазмотроном постоянного тока линейной схемы. Пылеугольный поток подается от пылепитателя на муфельную горелку, на которой установлен плазмотрон. При взаимодействии пылеугольного потока с факелом плазмотрона (низкотемпературной плазмой) частицы угля подвергаются электротермохимической подготовке и воспламеняются. Из горелки вытекает поток нагретого до $T=1100-1200$ К газа [4-5].

Таким образом, можно прийти к выводу, что перспективы термохимической подготовки и газификации углей совершенствуется с привнесением в них новых технологии.

Список литературы

1. V.E.Messerle, A.B.Ustimenko, E.I.Karpenko. Plasma-energy Technologies for Improvement and Economy Indexes of Pulverized Coal Incineration and gasification.– The Proceedings of the 28-th International Technical Conference on Coal Utilization and Fuel systems. // Clearwater, Florida, USA. –Published by U.S. Department of Energy & Coal Technology Association of USA. – 2003.-P. 255-266.

2. 2. E.I.Karpenko, V.E.Messerle, A.B.Ustimenko. Plasma-Fuel Systems for Enhancement Coal Gasification and Combustion // Presentations Abstracts of 30th International Symposium on Combustion //University of Illinois at Chicago, July 25-30, 2004. – 115- 19; – P. 110.

3. Карпенко Е.И., Карпенко Ю.Е., Мессерле В.Е., Устименко А.Б. Использование плазменно- топливных систем на пылеугольных ТЭС Евразии. // Теплоэнергетика. 2009. № 6. С. 10–14.

4. Мессерле В.Е., Устименко А.Б. Плазменное воспламенение и горение твердого топлива.Саарбрюкен, Германия: PalmariumAcademicPublishing. – 2012. – 367 с.

5. Messerle V. E., Mosse, A. L., Ustimenko, A. B. Plasma gasification of carbonaceous wastes. Journal of Thomson Reuters, 2016, 23 (4), 613-620.