

Бутаков Е.Б.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1*Механоактивационное измельчение углей*

При создании системы механоактивационного измельчения топлив решающим фактором является выбор наиболее эффективного и технически достаточно простого реализуемого способа измельчения, позволяющего максимально увеличить их химическую активность. Для решения этой проблемы было проведено исследование влияния способов измельчения углей различных стадий метаморфизма в энергонапряженных мельницах различного типа – виброцентробежных, планетарных, дезинтеграторах.

Следует, однако, отметить, что в настоящее время нам неизвестны методики определения реакционных свойств углей непосредственно в процессе их измельчения, которые позволили бы достоверно описать химическую активность. Поэтому на первом этапе нами использовались методы дифференциально-термического анализа, позволяющие исследовать в процессе термического разложения реакционных свойств углей, подвергнутых механохимической обработке.[1]

Этот метод позволяет анализировать процессы термоокислительной деструкции (ТОД) угольного вещества, нагреваемого со скоростью 10-300С в минуту, что, конечно, отличается от реального нагрева, воспламенения и горения частиц в пылеугольном факеле в топочной камере.

Термический анализ проводится на термоанализаторе Netzch STA 449 С. Данные экспериментов свидетельствуют о том, что основная потеря массы образцов активированного угля марки Т, связанная с процессами горения как периферийной, так и ядерной частей, сдвигается в более низкотемпературную область. При этом также как и для длиннопламенного угля снижается конечная температура выгорания с 7700С до 7200С, сужается температурный интервал максимального разложения. Таким образом, механическое активирование угольного вещества приводит к снижению температурных показателей процесса ТОД длиннопламенного угля (конечная температура выгорания; температура, соответствующая максимальной скорости потери массы), сужению температурного интервала горения, что также свидетельствует об увеличении их реакционной способности.

Работа по исследованию ТОД углей проводилась под руководством д.т.н. профессора Т.С.Юсупова (Институт Геологии и минералогии СО РАН). В экспериментах по ТОД показано, что механическая активация длиннопламенного и тощего угля снижает температурные показатели процесса горения, что хорошо видно по термогравиметрическим кривым или по кривым ДТА, для активированных углей они сдвигаются в более низкотемпературную область. На рис. 1 приведены кривые изменения энергии активации процесса ТОД. Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод, что интенсивная механи-

ческая обработка высокометаморфизованного тощего угля повышает его реакционную способность, проявляющуюся в снижении величины энергии активации по всему температурному интервалу термоокислительной деструкции. Однако степень снижения величины этого показателя по сравнению с низко метаморфизованным длиннопламенным углем существенно ниже. Анализ процесса горения позволил установить наличие двух образцов близких по кинетике окисления – легкая фракция длиннопламенного угля и тот же уголь, обработанный в дезинтеграторе.

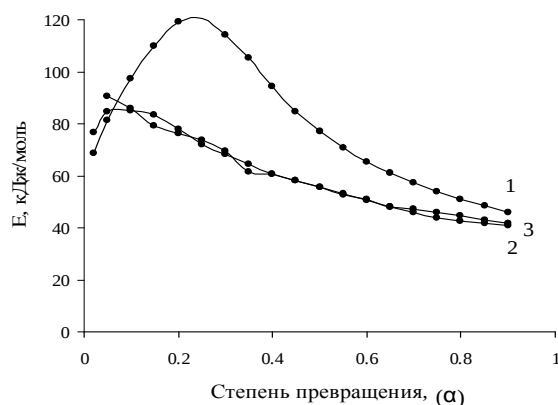


Рис. 1 - Изменение энергии активации длиннопламенного угля в процессе термоокислительной деструкции. 1- исходный образец; 2 – обработанный в дезинтеграторе; 3 - легкая фракция ($d < 1.4 \text{ г/см}^3$)

Анализируя данные дифференциально-термического анализа углей различных стадий метаморфизма, следует отметить, что в начальной стадии термического разложения значения энергии активации в ряде случаев (рисунок 2) у исходного и механоактивированного углей могут быть близки и существенное изменение энергии активации E_a наблюдается после ~20%степени термического разложения. В связи с этим оценка влияния эффекта механоактивации углей должна производиться по результатам реагирования не только в начальной стадии процесса, но и в значительной части (до 50%) процесса выгорания пылевзвеси.

Горение механоактивационного угля в камерах сгорания газотурбинной установки

Одно из перспективных направлений использования механоактивированных углей микропомола в энергетических технологиях создание газотурбинных установок на угле без стадии газификации.

Форма камеры сгорания и ее расположение в схеме ГТУ имеют решающее значение во многих установках, что связано, прежде всего, с оптимизацией потерь напора. Поэтому в зависимости от типа ГТУ камеры сгорания могут быть горизонтальными или вертикальными при возможном сжигании всего топ-

лива в одной камере, выполнять камеру прямоточной или с обратным движением воздуха. До настоящего времени в камерах сгорания ГТУ сжигается газообразное или жидкое топливо. Сжигание твердого топлива пока представляется проблематичным. На первом этапе целесообразно отработать режим работы горелочного устройства на высокорекреационных углях с достижением максимального выгорания топлива в горелочном устройстве минимальных размеров при стехеометрическом соотношении топливо-воздух. Первые экспериментальные исследования в этом направлении были выполнены на стенде тепловой мощностью до 5 Мвт с вихревым предтопком и камерой дожигания (Рис. 2).

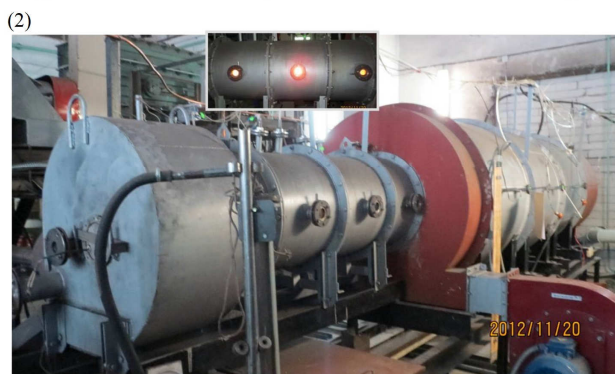
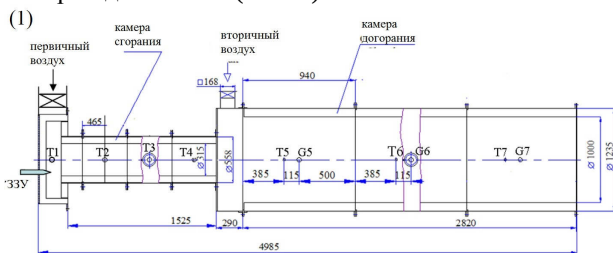


Рис. 2. Экспериментальный стенд мощностью 5 МВт (1) Схема размещения датчиков контроля температуры и заборных зондов для контроля газового состава (2) Вид на работающий стенд при сжигании высокорекреационного механоэтивированного угля микропола с вихревым предтопком и камерой дожигания

Для экспериментов использовался уголь, сжигаемый на Беловской ГРЭС газовый уголь, с высоким выходом летучих. В камеру сгорания подавался уголь при постоянном расходе 89 кг/час. Система розжига осуществлялась традиционно с помощью стандартной газовой горелки ЗЗУ. При этом избыток воздуха менялся ступенчато с изменением расхода первичного воздуха следующим образом: 1 – 325 м³/час; 2 -513.8 м³/час; 3 – 768 м³/час; 4 - 1020 м³/час, что соответствовало коэффициентам избытка первичного воздуха: $\alpha_1=0.515$; $\alpha_2=0.813$; $\alpha_3=1.215$; $\alpha_4=1.619$. Таким образом, в результате экспериментов

был пройден широкий диапазон изменения первичного воздуха, что позволяет оценить работоспособность горелочного устройства при работе на Кузнецком газовом угле.

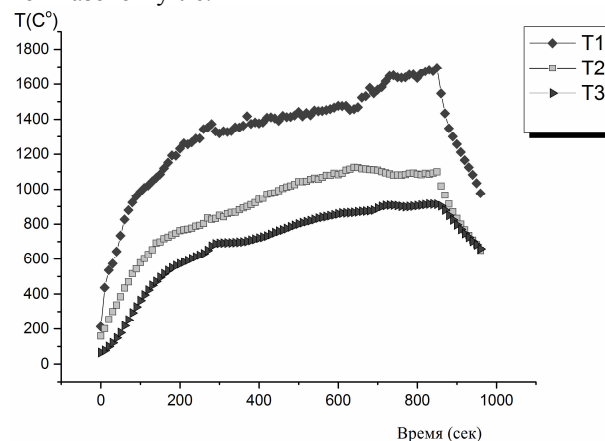


Рис. 3. Зависимость температуры от времени при различных расходах воздуха. Уголь Кузнецкого месторождения.

В течение всего эксперимента происходил постепенный прогрев установки, что выражается в постепенном росте температуры на всех термомпарах. Анализируя график изменения температур процесса воспламенения и горения пылевзвеси механоактивированного угля микропола, следует отметить резкий рост температур в камере сгорания, а также падение температуры на термомпарах при выключении газовой горелки с выходом процесса на автотермический режим. Падение температуры связано с увеличением подачи первичного воздуха и соответствующим движением фронта горения воспламенения пылеугольного факела вдоль горелки. По мере роста температуры в установке мы наблюдаем рост содержания окислов углерода, всплеск содержания NO_x в периоды работы запального устройства. Содержание CO₂ выше содержания кислорода в воздухе.

Процесс выгорания пылевзвеси в диапазоне $\alpha=0.5\div1.6$ реализуется полностью в пределах горелочного устройства и предтопка, что подтверждается результатами газового анализа и уровнем температур в предтопке. Полученные данные позволяют подойти к конструированию горелочного устройства для ГТУ на угле.

Список литературы:

1. A.P. Burdukov, V.I. Popov, V.A. Faleev, Study of mechanically activated coal combustion, Therm. Sci. 13 (1) (2009a) 127e138.