

УДК 62-662:62-611

А.Г. Дмитриенко, магистрант, Торайгыров университет, г.Павлодар
Научный руководитель Е.В. Приходько, к.т.н., профессор, Торайгыров
университет, г.Павлодар

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВ

Основной источник энергии в промышленности – топливо. Топливом является вещество, которое в процессе горения выделяет достаточно большое количество тепла. Горением считается процесс окисления топлива кислородом. Скорость горения имеет прямую взаимосвязь с количеством выделяемого в ходе данного процесса тепла, а также объемами продуктов сгорания, которые выделяются в атмосферу и окружающую среду. Особенно актуально измерение скорости горения для твердых видов топлива, поскольку их скорость горения зависит от количества подаваемого к топливу воздуха. Кислород проходит по поверхности воздуха и вступает в реакцию путем распределения большого количества воздуха по поверхности топлива и увеличения скорости процесса горения [1].

Для контроля за состоянием горения топлива с высокой скоростью окисления применяют регулирование тяги. Данный способ позволяет рационально контролировать скорость горения топлива и не дает ему слишком быстро сгореть. Актуальность исследования данного вопроса определяется степенью изученности темы. Изучение данной темы началось ещё в XX веке, когда учеными затрагивались основные аспекты исследования закономерностей горения, что позволило выяснить некоторые механизмы явлений, протекающих в процессе сгорания твердого топлива. В 30-х годах академик Зельдович Я. Б. разработал математическую модель протекающих физико-химических процессов, которые осуществляются на этапе горения твердого топлива в период газовой фазы. Путем доказательства гипотезы о том, что протекание химических реакций происходит в узком температурном интервале им были сформулированы основные теории горения твердого топлива [2]. Последователем в изучении и разработке данного вопроса был Новожилов Б. В., который создал модель протекающих физико-химических процессов, происходящих при нестационарном горении твердого топлива [3]. Паушкиным Я. М. исследовалась основная составляющая продуктов сгорания, а также устанавливалась зависимость между начальной температурой и скоростью горения твердого топлива [4].

В последующем широкую огласку получило топливо, представляющее собой твердую смесь, в том числе и то, которое содержит в своем составе металл. В работах некоторых исследователей освещались вопросы соответствия скорости горения твердого топлива и теоретических результатов исследования данных аспектов [5]. В целом, современная теория твердых видов топлива может быть именована полуэмпирической и качественной. Важно отметить, что в известных работах, связанных с теорией горения, не было сделано акцента на конкретные химические реакции или физические превращения. Отмечается, что выполнение тепловых расчетов напрямую связано с экспериментальным расчетом теплового потока и скорости горения топлива.

Для исследования скорости горения были изготовлены топливные брикеты из растительных отходов (лузга подсолнечника, лузга гречихи, листья и жмых подсолнечника) в комбинации друг с другом в соотношениях 30:70 %, 50:50 %, 70:30 %. Брикеты имели цилиндрическую форму массой брикета – 0,5 грамма.

Проводились измерения характеристик горения данных брикетов: время горения, время воспламенения и массы брикета. На основе этих данных проводились расчёты скорости горения топливных брикетов из растительных отходов.

Измерения времени горения проводились путем сжигания брикетов, размещенных на перфорированном листе, находящемся на открытом воздухе и под действием пламени газовой горелки.

Время воспламенения определяется как интервал времени с момента начала испытания до установления стабильного пламенного горения, которое регистрируется визуально. Для этого брикету топлива подносится пламя горелки, и при помощи секундомера фиксируется время начала горения.

Наилучшие характеристики времени горения и воспламенения имеют топливные брикеты в комбинации лузги подсолнечника мелкой фракции (0-2 мм) с листьями. В соотношение смеси 30% лузги подсолнечника и 70 % листья (время горения - 39 мин 4 сек, время воспламенения - 4 сек), 70% лузги подсолнечника и 30 % листья (время горения - 28 мин 35 сек, время воспламенения - 3 сек), 50% лузги подсолнечника и 50 % листья (время горения - 27 мин 20 сек, время воспламенения- 4 сек).

В ходе проведения исследования было рассмотрено использование топливных брикетов в промышленной деятельности. Выявлено, что применение подобного рода брикетов имеет особенность, которую связывают с их влиянием на систему теплоснабжения. Использование

твердого топлива сегодня является наиболее распространенным источником теплоснабжения, что связывают с его принципиальным удобством применения в промышленности. Одной из перспективных на сегодняшний день альтернатив считается использование органических отходов, скорость горения которых выше практически в 3-5 раз чем у угля. Это говорит о том, что при использовании брикетов выделяющееся количество теплоты за единицу времени значительно больше, чем при сжигании угля. В связи с чем, при использовании теплогенераторов с поверхностями нагрева, рассчитанными на сжигание угля, эффективность их работы будет значительно ниже расчётной. В связи с этим, произойдет существенное увеличение потерь теплоты с уходящими газами, поскольку имеющиеся поверхности нагрева не будут успевать передавать теплоту теплоносителю [6].

Проведенное исследование позволило выявить, что использование брикетов из промышленных и органических отходов в котлах со средней и малой мощностью дает возможность применять следующие решения проектно-конструкторского характера:

- провести увеличение площадей поверхностей нагрева котлоагрегатов (как лучевоспринимающие, так и конвективные). Вместе с этим возникнет необходимость изменять скорости движения теплоносителя в котельном агрегате. Данные изменения требуют проведения дополнительных расчетов путем использования конструктивных данных исходного котла. Также при этом необходимо учитывать свойства, характерные сжигаемым топливным брикетам;

- избыточное количество теплоты, которое генерируется котельным агрегатом периодического действия (чаще всего такими котлами являются котлы малой мощности), равномерно подается в саму систему снабжения теплом на основе использования теплового аккумулятора.

Сам по себе аккумулятор теплоты играет определенную роль в общей схеме системы теплоснабжения. Он накапливает теплоту в процессе работы котла в штатном режиме, после чего на протяжении определенного времени по истечении срока горения данный аккумулятор может отдавать тепловую энергию радиаторам. С точки зрения конструкции аккумулятор тепла представляет собой емкость, имеющую утепленное строение, что необходимо для вмещения определенного объема воды.

Преимущества применения этой системы включают:

- обеспечение непрерывной работы котла с максимальной экономичностью;
- увеличение интервала между дозагрузками котла;

- возможность использования котла летом только для горячего водоснабжения;
- способность использовать любой котел в системе отопления, даже если его мощность значительно превышает теплотери здания;
- гарантированная защита от закипания и повреждения водяной рубашки котла;
- отсутствие подвижных механических деталей и химических процессов;
- стабильная работа системы, что обеспечивает высокую надежность и долговечность;
- исключение подачи холодной воды из обратного трубопровода в разогретый чугунный теплообменник при внезапном включении циркуляционного насоса.

Рассмотрим пример простой системы с тепловым аккумулятором (рисунок 1). Здесь котел 1 соединен трубопроводами с тепловым аккумулятором 2 и теплопотребителем 3. На рисунке показаны два типа трубопроводов: сплошные линии обозначают подачу горячей воды от котла, а пунктирные линии - обратный трубопровод, который направляет воду обратно в котел. Эта схема предоставляет возможность поставлять теплоноситель потребителю как с использованием теплового аккумулятора, так и без него.

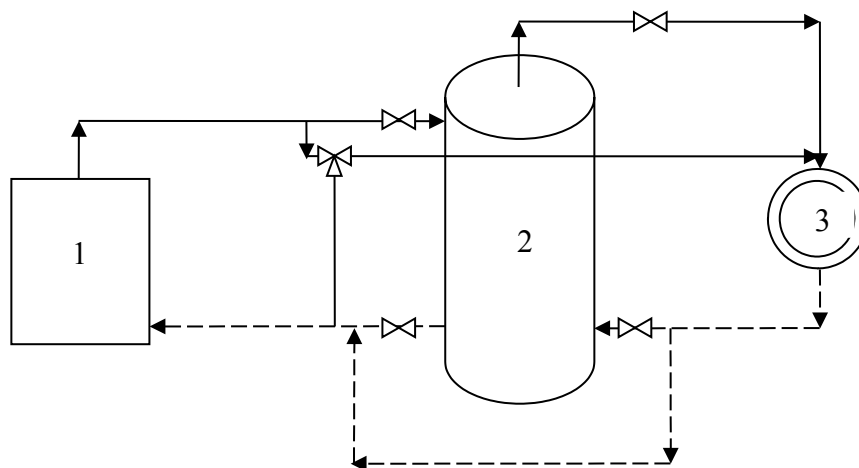


Рис. 1. Схема обвязки теплового аккумулятора

Иногда имеет смысл оборудовать тепловые аккумуляторы дополнительным электрическим ТЭНом, устанавливаемым в верхней части бака. Такое техническое решение предотвращает полное остывание теплоносителя после выключения котла, так как верхняя область емкости остается подогреваемой.

Таким образом, было выявлено, что скорость горения топлива может зависеть от различного рода факторов, которые могут оказывать влияние не только на возможности снабжения тепловой энергией, но ещё и на состояние окружающей среды. Актуальность данного вопроса в промышленности безусловна, что определяет принципиальную необходимость дальнейшего изучения данного аспекта.

Список литературы:

- 1 Хина, А.Г., Сизов, В.А. Влияние комбинированного катализатора на скорость горения топлив различной калорийности / А.Г. Хина, В.А. Сизов // Успехи в химии и химической технологии. - 2019. - № 33 (9 (219)). - С. 102-104.
- 2 Зельдович, Я.Б. К теории горения порохов и взрывчатых веществ. Теория горения порохов и взрывчатых веществ / Я.Б. Зельдович. - М.: Наука, 1982. - С.49-86.
- 3 Новожилов, Б.В. Нестационарное горение твердых ракетных топлив / Б.В. Новожилов. - М.: Наука, 1973. - 176 с.
- 4 Паушкин, Я.М. Жидкие и твердые химические ракетные топлива / Я.М. Паушкин. - М.: Наука, 1978. - 192 с.
- 5 Соркин, Р.Е. Газотермодинамика ракетных двигателей на твердом топливе / Р.Е. Соркин. - М.: Наука, 1967. – 366 с.
- 6 Щур, Ю. А. Оптимизация процесса горения твердого топлива / Ю.А. Щур, С.В. Перегудов, В.Ф. Безъязычный // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2012. - № 7 (101)). - С. 77-80.

Информация об авторах:

Дмитриенко Александр Геннадьевич, магистрант гр. МТЭ-202, ТоУ, 140000, г. Павлодар, ул. Ломова 64, prikhodko.e@teachers.tou.edu.kz

Приходько Евгений Валентинович, к.т.н., профессор, ТоУ, 140000, г. Павлодар, ул. Ломова, 64, prikhodko.e@teachers.tou.edu.kz