

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
106-1
17-23 ноября 2023 года**

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].

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
106-2
17-23 ноября 2023 года**

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 (луга подсолнечника, луга 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 луги подсолнечника мелкой фракции (0-2 мм) с листьями. В соотношение смеси 30% луги подсолнечника и 70 % листья (время горения - 39 мин 4 сек, время воспламенения - 4 сек), 70% луги подсолнечника и 30 % листья (время горения - 28 мин 35 сек, время воспламенения - 3 сек), 50% луги 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

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
106-3
17-23 ноября 2023 года**

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;

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
106-4
17-23 ноября 2023 года**

- возможность использования котла летом только для горячего водоснабжения;
- способность использовать любой котел в системе отопления, даже если его мощность значительно превышает теплопотери 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.

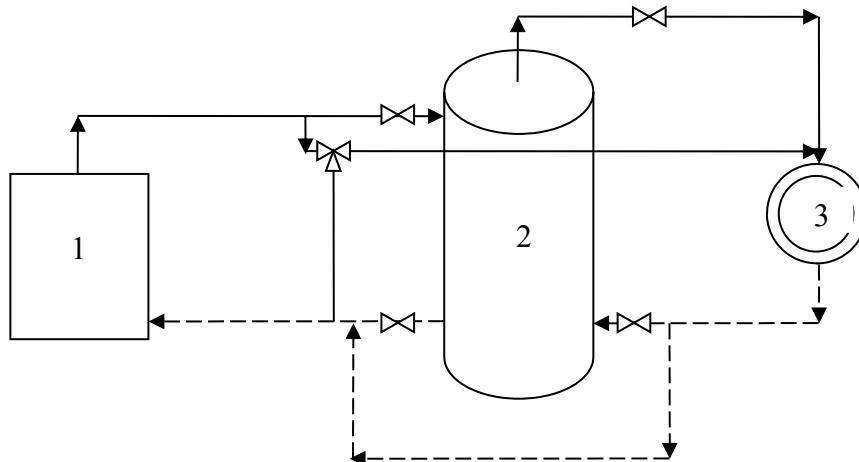


Рис. 1. Схема обвязки теплового аккумулятора

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.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

106-5

17-23 ноября 2023 года

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 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