
Ионизация как способ увеличения энтальпии сгорания различных видов топлива.

Кенчадзе Георгий Бадриевич

Магистрант МГУ им Н.П.Огарева,
Россия, Саранск.

E-mail: George230394@gmail.com

Кафедра Теплоэнергетических систем МГУ,
Россия, г. Саранск

В нашей современной жизни использование процессов горения с целью получения больше энергии, сжигание различных видов топлив, играет большую роль в энергетике, в металлургической и других отраслях промышленности. Так, 70% всей энергии, вырабатываемой в настоящее время в мире, получается в результате сжигания органических топлив.

Отсюда следует, что актуальны усилия, направленные на оптимизацию процесса горения, с целью повышения к.п.д. энергетических агрегатов, снижения количества вредных выбросов с продуктами горения.

Электрический заряд является одним из способов увеличения энтальпии продуктов сгорания различных топлив.

На основе изучения особенностей воздействия на горение электрических полей, возможно создание новых способов управления процессами горения в энергетических и технологических агрегатах, обеспечивающих снижение расхода топлива, уменьшение вредных выбросов в атмосферу, интенсификацию процесса горения- с одной стороны, и повышение эффективности средств пожарной обороны, снижение расхода огнегасящих веществ — с другой.

Суть теоретических исследований о влиянии каталитического воздействия озона на процесс сжигания газового топлива заключается в том,

что кулоновские силы рвут сгустки одноименно заряженных молекул кислорода и газа с интенсивным перемешиванием.

Сжигание топлива (доменный и природный газ) можно интенсифицировать при подаче на горение ионизированного воздуха. Ионизация воздуха может быть достигнута в тлеющем, искровом или дуговом разрядах. Любой разряд — это прохождение тока через газ. Технология интенсификации горения содержит в себе подготовку окислителя к сжиганию, которая состоит в том, что перед подачей окислителя на сжигание его пропускают через неоднородное стационарное электрическое поле. При этом происходит образование атомарного кислорода, который является наиболее сильным окислителем, чем молекулярный. Таким образом, при прохождении окислителя через неоднородное стационарное электрическое поле он активизируется, т.е. становится более реакционно-способным. Это приводит к более быстрой реакции горения любого топлива: твердого, жидкого, газообразного, к более полному сгоранию горючей составляющей топлива, к возможности сжигания топлива при меньшем, чем обычно, коэффициенте избытка воздуха.

При изучении влияния электрических полей на характеристики распространения пламени можно выделить два случая :

а) наложение электрического поля с целью максимально возможного повышения энтальпии пламени ;

б) распространение пламени в электрических полях характеризуемых высокой напряженностью, но малой силой тока.

Влияние электрических полей на процесс распространения пламени можно наглядно пояснить следующим образом (см. рис.1):

В варианте «а» поле создается между отрицательно заряженной горелкой и положительным электродом, установленным в «хвосте» пламени. Таким образом организуется движение положительных электродов к горелке вниз и электронов вверх.

В варианте «б» пламя распространяется от положительно заряженной горелки к отрицательному электроду. В этом случае к горелке устремляется

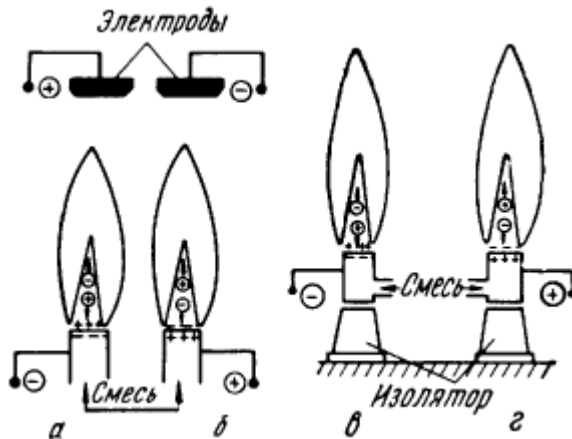


рис.1. Варианты наложения электрического поля.

поток электронов, а положительные ионы получают дополнительное количество движения по ходу потока.

Варианты «в» и «г» отличаются отсутствием второго электрода и наложением электрического заряда на горелку.

В варианте «в» горелка имеет отрицательный заряд, следовательно положительные ионы из объема пламени будут стремиться к горелке, наоборот, в варианте «г» к положительно заряженной горелке из пламени устремится поток электронов.

Таким образом, создаются предпосылки для определения влияния имеющихся в пламени заряженных частиц на кинетику химических реакций, так как повышение температуры пламени за счет преобразования электрической энергии в тепловую исключено, а влияние ионного ветра можно учесть, меняя знак электрического заряда на единственном электроде-горелке.

С точки зрения тепловой теории эффект ионного ветра объясняется тем, что положительные ионы, увлекая за собой массу раскаленных газов при наложении поля по рис.1а, приближают зону с более высокой температурой к горелке, в результате чего создаются условия для более интенсивного теплообмена между раскаленными продуктами сгорания и свежей горючей смесью. Это в свою очередь вызывает ускорение реакции и смещение фронта пламени ближе к горелке. При наложении поля по рис.1б зона с более высокой температурой будет смещаться вверх, так как ионы увлекут за собой к катоду нейтральную массу раскаленных газов. Теплообмен со свежей смесью в этом случае ухудшится, развитие горения замедлится и фронт пламени увеличит поверхность горения.

При наложении заряда на горелку возможные изменения поверхности горения S_k и высоты внутреннего конуса h_k , происходящие за счет электрического взаимодействия положительных ионов с зарядом на горелке, могут быть объяснены так же, как и влияние поля. Однако эффект

изменения S_k окажется значительно слабее.

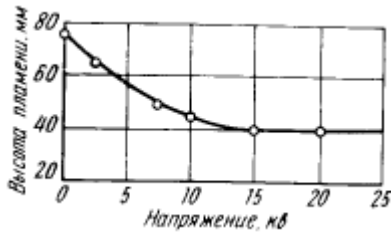


рис.2. Уменьшение высоты пламени городского газа; постоянное электрическое поле.

Многочисленные наблюдения показывают, что при наложении на газо-воздушное пламя продольного электрического поля высота пламени уменьшается, что видно из графика (рис.2).

Уменьшение высоты пламени под действием электрического поля происходит вне зависимости от его направления. Однако геометрия пламени зависит от метода наложения на пламя электрического поля.

Изменение формы пламени, а следовательно и площади его поверхности может изменить общую скорость процесса сгорания, а отсюда и скорость распространения пламени. Кроме того, любое изменение кривизны фронта пламени может изменить нормальную скорость пламени: она увеличится, если фронт пламени обращен вогнутостью к несгоревшим газам, и уменьшится, если он обращен к ним выпуклостью. Это объясняется различной теплопередачей и диффузией радикалов в криволинейных фронах пламени."

После ряда экспериментов было установлено, что максимум ионизации соответствует фронту пламени, где протекают химические процессы, причем концентрация заряженных частиц резко падает по выходе в зону продуктов сгорания, хотя в этой зоне и наблюдается максимальная температура горения.

При наложении электрического поля пламя под действием ионного ветра будет плотней прилегать к тепловоспринимающей поверхности, в результате чего скорость ее нагрева увеличивается. Электрическое поле улучшает условия теплообмена при любом расположении тепловос-принимающей поверхности.

Электрическое поле влияет на стабилизацию пламени, что препятствует такому негативному явлению, как отрыв пламени.

Это видно по графику (рис.3).

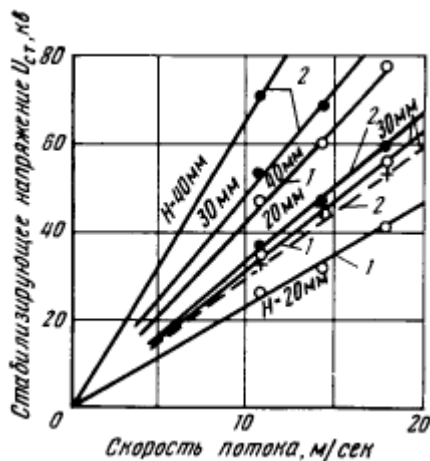


рис.3. Стабилизация пламени электрическим полем при переменной скорости потока.

1- отрицательный потенциал на горелке;

2- положительный потенциал на горелке.

Для безопасной работы котельные установки, работающие на газообразном топливе, оборудуют специальными автоматическими устройствами. Назначение этих устройств состоит в том, чтобы быстро отключить поступление газа в топку, если по какой-то причине пламя погасло и предотвратить возможный взрыв. Для такого рода задачи разработаны многие системы автоматического регулирования, различающиеся как по принципу работы, так и по конструктивному выполнению. Некоторое распространение получили системы, включающие чувствительные датчики контроля процесса горения по ионизации пламени. Пример схемы такой системы представлен на рис.4.

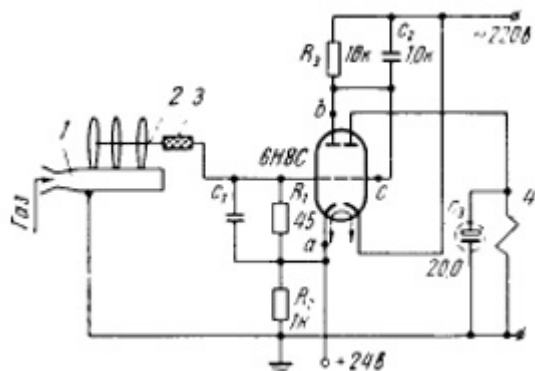


рис.4.Электрическая схема прибора контроля за горением, основанная на измерении проводимости пламени.

1-горелка, 2- электрод, 3- изолятор, 4- реле тепловой нагрузки РТП.

Двойной триод включен таким образом, что при работе одной его половины вторая оказывается запертой. Когда пламя замыкает цепь горелка- электрод, напряжение постоянного тока, снимаемое с сопротивления R_2 , отрицательным полюсом подается через пламя на сетку левой половины двойного триода и запирает ее. Правая половина лампы в это время работает, и реле отсечки газа, включенное в анодную цепь этой половины, находится под током. При гашении пламени цепь отрицательного смещения на сетке левого триода рвется и в его анодной цепи течет ток. Напряжение, снимаемое с R_3 положительным полюсом подается на катод, а отрицательным — на сетку правого триода. Правый триод запирается и обесточивает реле. В результате доступ газа в установку прекращается.

Таким образом, при сжигании газа в виде ионизированной смеси, что возможно при воздействии на нее электрическим полем или ионизированным заранее воздухом, происходит следующее — мгновенно в любой точке этого газа начинают действовать силы отталкивания.

За счет повышения температуры горения факела значительно усиливается его светимость. И нагрев поверхности уже происходит за счет излучения не только в инфракрасном, но и в видимом и ультрафиолетовом спектре. Световая энергия со скоростью света 300 км/с. распространяется, поглощается поверхностью, частично многократно отражается и за счет этого происходит мгновенный, более сильный нагрев поверхности. При этом стабилизируется процесс самого горения, что обеспечивает эффективную и достаточно безопасную работу горелочных устройств.