

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТКИ В ПОТОКЕ, ПОЛЕЗНЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГОРЕЛОК

Лучшие технологии одновременного подавления выбросов оксидов азота (NO_x) и оксида углерода (CO) при сжигании топлив на паровых и водогрейных котлах основаны, прежде всего, на организации схем сжигания в 3, 4 и 5 стадий непосредственно в самих индивидуальных факелах горелок. Для формирования таких схем стадийного сжигания топлива горелки котлов почти всех известных нам лучших фирм имеют отдельные каналы подачи воздуха с управлением в них расхода и крутки каждого потока индивидуально в каждом канале. Однако нами были установлены некоторые особенности формирования закрученного потока в простейшей одноканальной горелке с общим, ничем не разделенным выходным воздушным каналом, в котором установлен неоднородный характер изменения крутки отдельных областей потока, не совпадающий с изменением интегральной крутки всего потока. В ходе изучения модели подобной вихревой горелки с оригинальной системой струйного управления структурой и круткой формируемого потока нами выявлены особенности механизма формирования потока, полезные для организации стадийного сжигания в факеле горелки.

Интенсивность крутки (крутка) потока на выходе из модели изменялась на порядок, что практически недоступно для большинства известных горелок и вообще невозможно на стандартных многоканальных по воздуху конструкциях. Ранее на той же модели Потаповым В.Н. была получена необычно сильная перестройка всей структуры формируемого потока, не известная нам по иным конструкциям в диапазоне приемлемых коэффициентов аэродинамического сопротивления. Во всех изученных режимах сохранялись условия для надежной стабилизации горения. Прежде всего, сохранялся устойчивый приосевой обратный ток. Его интенсивность и размеры сильно изменялись при изменении крутки потока. Интегральная крутка условно выделенной области этого обратного тока также изменялась, причем пропорционально изменению интегральной крутки всего потока на выходе из горелки. При этом установлен необычный и принципиально важный факт - обратный ток сохранялся даже в случае, если интегральная крутка потока была ниже уровня, который принято считать минимальным для его поддержания в горелках. Нами был использован критерий оценки интенсивности крутки интегрального потока, введенный Дубовым, Бэром, Хигером, правда в данном, обсуждаемом ниже случае, – пока без учета распределений статических давлений в выходном сечении горелки.

Дополнительно нами был выполнен расчет крутки ряда областей потока с послойным добавлением кольцевых фрагментов закрученного потока, начиная от оси вращения, при сильной деформации структуры всего потока. При этом были установлены необычные факты, описанные ниже. Прежде всего, в

потоке есть область, где всегда сохраняется интенсивность крутки, даже при очень существенном (в нашем случае в разы) изменении интегральной крутки всего потока в амбразуре горелки. Граница этой внутренней зоны потока с постоянной круткой в указанном диапазоне изменения крутки всего потока совпадает с границей квазипотенциального (или с иных позиций – турбулентного) ядра потока, которая однозначно установлена как зона нулевых производных по радиусу плотности осевого потока момента количества движения. Эта зона также примерно совпадает с зоной максимумов нулевых значений радиальных скоростей (условная граница расширяющейся и сужающейся областей потока). Размеры зоны постоянной крутки существенно изменялись, но соотношения радиусов всех иных характерных зон потока мало изменялись, сохраняя и порядок следования от оси вращения к периферии.

Одновременно был установлен не известный нам по литературе факт: в потоке всегда существует некая кольцевая зона, крутка которой может даже немного возрастать при снижении интегральной крутки всего потока и области приосевого обратного тока. Границы этой кольцевой зоны возрастания крутки пока можно примерно определить радиусами зоны нулевых полных давлений (или максимумов вращательных скоростей) и радиусом границы турбулентного ядра потока. Причем следует отметить, что все это справедливо, пока закрутка всего (интегрального) потока простирается до стенки амбразуры (выходного канала). Если закрученная часть потока прекращает взаимодействие со стенкой канала, то при снижении интегральной крутки всего потока снижается и крутка всех отмеченных выше его отдельных выделенных нами областей.

Исходя даже из перечисленных фактов, весьма необычных для принятых сегодня представлений, можно объяснить, почему для многих завихрителей и следующих за ними амбразур известных горелок интегральная крутка всего потока не является достаточно объективным критерием при оценке условий устойчивости воспламенения топлива. Поэтому, если в реальной горелке есть отрыв закрученной части потока от стенки канала или если поток изолирован от стенки незакрученным потоком, то условия для формирования устойчивого осевого обратного тока должны изучаться особо. Устойчивое воспламенение по нашим данным иногда можно получить даже при значительном снижении крутки всего потока, если при этом не будет разрушена внутренняя зона потока с постоянной круткой. Это понизит аэродинамическое сопротивление горелки, что полезно для улучшения экономики любого топливосжигающего агрегата.

Вторым необычным и полезным для практики фактом является то, что условная поверхность нулевых радиальных скоростей, примерно совпадающая с границей квазипотенциальной зоны, по нашим оценкам всегда является зоной предельного снижения интенсивности турбулентного обмена в объеме потока. Организация схем различной газовой атмосферы в факеле горелки (стадийное сжигание в факеле горелки) по разные стороны этой границы даст на практике разделение разных стадий горения, а внедрение аэродинамических средств управления границей этих зон позволит регулировать их поперечные

размеры и протяженность даже при отказе от использования многоканальных по воздуху горелок. Управление протяженностью этих зон и активностью взаимодействия можно дополнить реализацией особенностей распределения крутки отдельных зон потока, установленных нами и кратко отмеченных выше.