

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Донченко С.Б. (ЗАО «Одессагаз»)

Приведены результаты исследования поля скорости при взаимодействии параллельных закрученных газовых струй, показавшие возможность повышения эффективности работы теплогенерирующих установок малой мощности при изменении отопительной нагрузки.

Современное состояние топливно-энергетического комплекса страны требует безотлагательных мер по изысканию, разработке и внедрению источников топлива. При этом основная часть таких источников должна находиться на территории страны. В настоящее время энергетический кризис затрагивает не только тяжелую индустрию но и коммунально-бытовое хозяйство, тем более что по величине потребления энергии эти области народного хозяйства уже сравнимы.

Рассматривая применяемые в настоящее время теплогенерирующие установки /1/ необходимо отметить, что основные производители предлагают котлы, работающие преимущественно на газообразном топливе, а для экономии и рационального использования последнего предлагается ряд мероприятий, по сути, стандартных для любой из фирм – модульные котлы, многорегимная работа горелок, конденсатные котлы /1/. Устройство котлов малой мощности предполагает наличие нескольких газоходов, камеры сжигания газа /2/ и (в случае конденсатных котлов) – значительную поверхность теплообменника. Необходимо отметить, что такие высокоэффективны и долговечны. Однако, в отличие от централизованных систем теплоснабжения, данные агрегаты работают практически весь период не в номинальном режиме, то есть ниже указанного КПД, а сами котлы не предназначены для реализации в топках высокофорсированных огневых процессов. Также следует учесть то обстоятельство, что определение КПД зарубежных котлов выполнено в соответствии с нормами стран-производителей (как правило, при температурном перепаде 75-60 С). Учет же снижения тепловой нагрузки и уменьшение КПД котла в связи с уменьшением эффективности использования тепловоспринимающей поверхности не указаны. Таким образом, главенствующую роль в определении эффек-



тивности работы котла имеет организация сжигания газов и, соответственно аэродинамика топки.

Решающую роль в аэродинамике топки играет способ сжигания топлива, то есть тип, расположение и режим работы горелок.

Целью данной работы является разработка и исследование способа организации сжигания органического топлива в котлах малой мощности.

Основные виды горелок подробно рассмотрены в многочисленных работах, а их характеристики приведены в каталогах фирм-производителей. Согласно которым конструкции горелки должны обеспечивать требуемый для полного сгорания избыток воздуха, устойчивость горения, полное сгорание при изменении нагрузки и другие параметры безопасной работы [3]. Наиболее перспективными являются горелки с предварительным смешением и сжиганием топлива в закрученном потоке [3]. В зависимости от требуемой нагрузки выбирается наиболее рациональная схема расположения и алгоритм управления горелками (импульсный, аналоговый, режим качающейся струи, пульсирующий и т.д.). Однако, при любом из этих режимов не изменяется положение максимума температур в топке, то есть происходит уменьшение КПД за счет ухудшения аэродинамики, поскольку размеры топочного пространства остаются неизменными, а объем дымовых газов уменьшается (то есть изменяется положение максимума температур, уменьшается локальная температура дымовых газов в топке и другие негативные факторы).

Для исключения данного негативного явления было предложено управлять положением максимума температур в топочном пространстве путем установки спиральных завихрителей на выходе газа из каждого отверстия горелки. При этом расстояние от среза завихрителя до сопла горелки варьируется в зависимости от расхода газо-воздушной смеси, а конструктивный параметр завихрителя остается неизменным (угол наклона, шаг и количество витков спирали на завихрителе). При струйном, диффузионном сжигании газа, происходит закручивание отдельных, выходящих из каждого отверстия газовых струй, при этом происходит более интенсивное их перемешивание с воздухом и, соответственно, сгорание на более близком расстоянии, а в следствии увеличения угла раскрытия каждой струи взаимодействие струй также происходит на более раннем этапе развития потока. Кроме того, сам завихритель, попадая в зону горения, раскаляется и становится источником вторичного излучения, что увеличивает интенсивность теплоотдачи и уменьшает локальный перегрев теплообменной поверхности. Увеличение или уменьшение скорости набегающего на завихритель



потока будет пропорционально изменять и степень крутки последнего, что в свою очередь определяет угол раскрытия струи и ее дальность, то есть место расположения максимума температур в топочном пространстве.

Экспериментальные исследования предложенного способа сжигания газа проведены в топке водогрейного котла АОГВ-18. Результаты исследований представлены в графическом виде на рис. 1, 2.

Анализ полученных зависимостей показал, что неравномерность радиальной составляющей скорости между пламенями незначительна и захватывает только начальный участок струи, также выявлена незначительная амплитуду колебаний скорости в сечениях, захватывающих зону обратных токов (рис. 1), при этом во внутренней части струй эти колебания практически отсутствуют. С увеличением расстояния по длине струи амплитуда (по отношению к скорости) начинает возрастать. Перераспределение скорости после исчезновения зоны обратных токов переводит область наибольших колебаний скорости во внутреннюю зону закрученной струи, что благоприятно влияет на устойчивость горения факела.

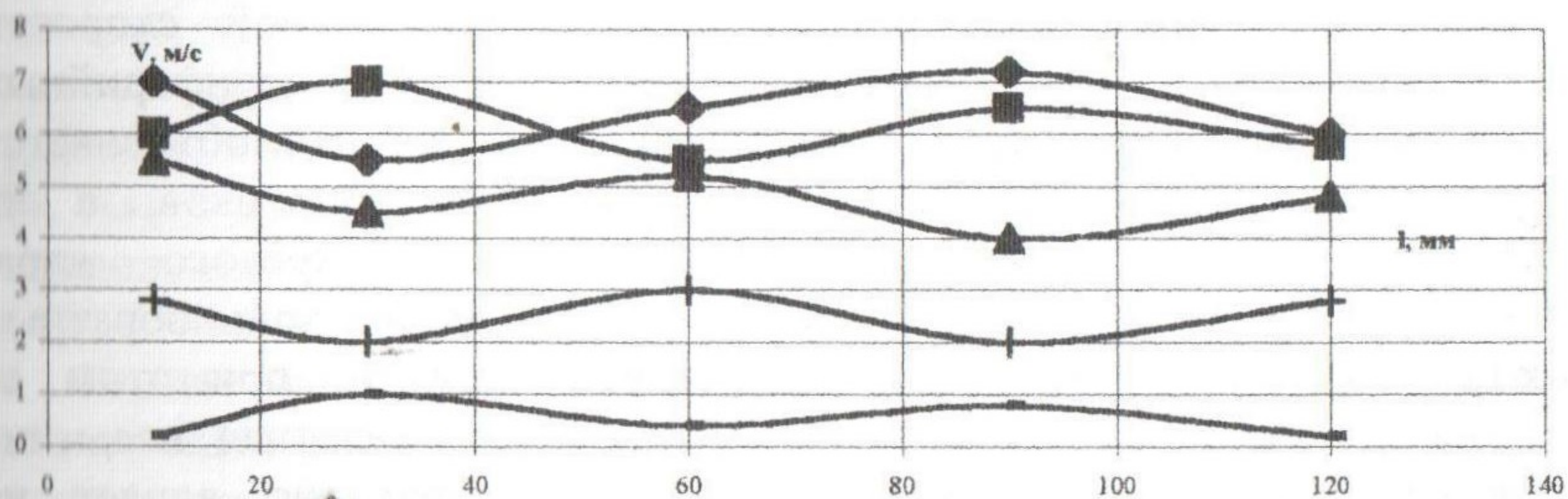


Рис. 1. Распределение радиальной скорости по длине горелки:

◆ — на расстоянии  $x=0,02$  м от сопла струи; ■ — на расстоянии  $x=0,015$  м от сопла струи; ▲ — на расстоянии  $x=0,01$  м от сопла струи; ✕ — на расстоянии  $x=0,005$  м от сопла струи; ж — на выходе струи.

Обобщенное представление распределение аксиальной скорости по сечениям во времени (рис. 2), где точки 1—5 показывают изменение скорости в следующих промежутках - до 10 мм., до 30 мм., до 60 мм., до 90 мм., до 120 мм. на расстоянии 1 калибра; 6—10 — на расстоянии 2 калибров; 11—15 — на расстоянии 3 калибров; 16—20 — на расстоянии 4 калибров; 21—25 — 5 калибров, подтвердило, что на расстоянии 2 калибров происходит закрытие зоны обратных токов (отсутствуют отрицательные аксиальные скорости), при этом происходит резкое увеличение амплитуды колебаний аксиальной составляющей.



Также подтверждается факт несовпадения зон отрицательных скоростей для аксиальной, радиальной и тангенциальной составляющих скорости, полученный в различных работах другими авторами [1, 4].

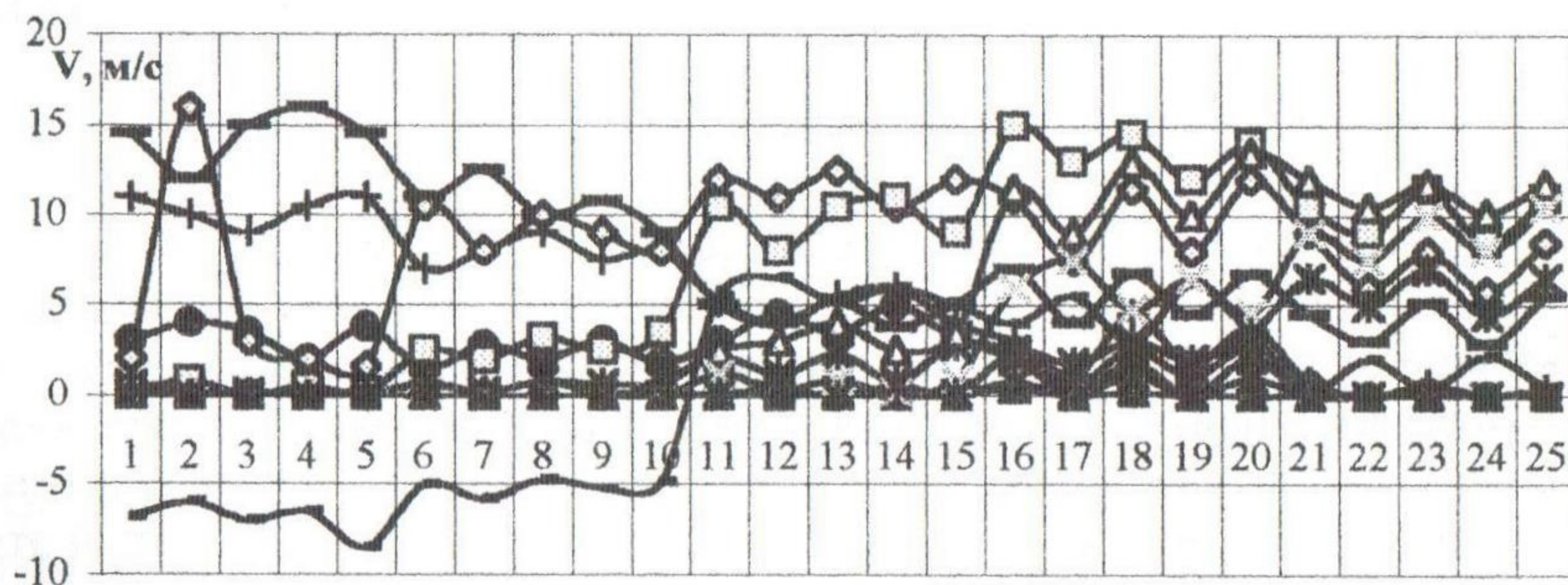


Рис. 2. Распределение аксиальной скорости.

**Выводы.** Таким образом, в результате экспериментальных исследований поля скорости потока газа, образованного взаимодействием закрученных струй, выявлено, что на участке с зоной обратных токов (до 3 калибров) колебания радиальной и тангенциальной скорости наблюдаются на участках максимальных значений в периферийных слоях струи и минимуме в центральной области, что объясняется периодическим «схлопыванием» области обратных токов, а на периферии — нутацией прецессирующего вихревого ядра. Перестройка поля скорости, вызванное исчезновением зоны обратных токов увеличивает амплитуду колебаний скорости, при этом ее увеличение носит относительный характер, а абсолютная величина остается практически постоянной, что положительно влияет на устойчивость сжигания газового факела и позволяет рекомендовать предложенный способ изменения нагрузки отопительных котлов к внедрению.

#### Литература

1. Закрученные потоки: Пер. с англ. / А. Гупта, Д. Лилли, Н. Сайред, - М.: Мир, 1987, — 588 с.
2. Патент ФРГ МКИ 5F 24H 1/22, F23 J 11/00 № 3904635. Нагревательный котел, опубл. 15.03.1990, № 11
3. В. Котлер. Газовые горелки для отопительных котлов: современные решения. // Аква-терм- К.: 02.2005, с. 10-13
4. Зайцев О. Н. Управление аэродинамической обстановкой в рабочем объеме теплогенерирующих установок. // Вісник ОДАБА № 7, 2002, с. 60—64.