

линий. Результатом работы программы становится сводная таблица показателей надежности воздушных и кабельных линий электропередачи, которая является рабочим документом при формировании карты исходных данных.

Карта исходных данных состоит из двух частей: расчетной схемы электроснабжения и таблицы показателей надежности. Расчетная схема представляет собой такое универсальное изображение схемы электроснабжения, в котором путем исключения лишних элементов можно добиться построения реального пути питания потребителя электроэнергией.

Вторая часть карты исходных данных — таблица показателей надежности, в которой каждому уровню расчетной схемы электроснабжения соответствует группа показателей надежности. Для заполнения таблицы карты используются рабочие таблицы показателей надежности ЛЭП и подстанций. В таблице заполняются только те строки, которые соответствуют существующим уровням в реальной схеме. В конце таблицы записывается значение поправочного коэффициента  $K_n$ .

Для проведения расчетов по оценке надежности электроснабжения в соответствии с заданной схемой числовые данные из таблицы карты переносятся на перфокарты и вводятся в ЭВМ.

Программа производит расчет показателей надежности отдельных уровней и всей схемы электроснабжения с выдачей на печать соответствующих табуляграмм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Розанов М.И. Надежность электроэнергетических систем. — М.: Энергия, 1974. — 176 с. 2. Гук Ю.Б., Лосев Э.А., Мясников А.В. Оценка надежности электроустановок. — М.: Энергия, 1974. — 200 с. 3. Севрюк З.Б., Шатковский В.И. Вопросы повышения достоверности и полноты информации о надежности энергообъектов в энергосистемах. — В кн.: Совершенствование хозяйственного механизма в энергосистеме. Гродно: Гродн. гос. ун-т, 1980, с. 44—47.

УДК 621.181.7:662.946.004.69

Г.Ю.ВАРАНКИН, Л.В.ГАЧКОВА,  
Е.Н.ТОЛЧИНСКИЙ, канд.техн.наук (БелЭНИИ)

### ИССЛЕДОВАНИЕ НА МОДЕЛИ АЭРОДИНАМИКИ ТОПОЧНОЙ КАМЕРЫ КОТЛА БКЗ-75-39Ф ПРИ ФРОНТАЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ВИХРЕВЫХ ГОРЕЛОК

Ухудшение качества твердого топлива, поступающего в последние годы на тепловые электрические станции, по сравнению с качеством топлива, заложенного в проектах этих ТЭС, вызывает серьезные осложнения в работе топливосжигающих установок. Среди

прочих мероприятий, направленных на повышение надежности, экономичности и тепловой мощности котельных агрегатов, работающих на топливах ухудшенного качества, является применение вихревых горелочных устройств.

Известно [1], что вихревые горелочные устройства обеспечивают интенсивное перемешивание топлива с воздухом, развитый фронт горения, хорошее заполнение топки благодаря малой дальнобойности и большому углу раскрытия факела, способствующих надежной стабилизации факела в широком диапазоне изменения нагрузки котла. Предпринятое исследование на изотермической модели (масштаб 1:10) топки котла БКЗ-75-39ФБ было направлено на выявление аэродинамической структуры потоков в объеме топки, обусловленной работой и взаимодействием двух круглых вихревых горелок, установленных в один ярус на фронтальной стене топочной камеры.

Схема экспериментального стенда для исследования аэродинамики топки представлена на рис. 1. Так как назначение стенда универсальное, то в нем имеются устройства (нагреватели и др.), пред-

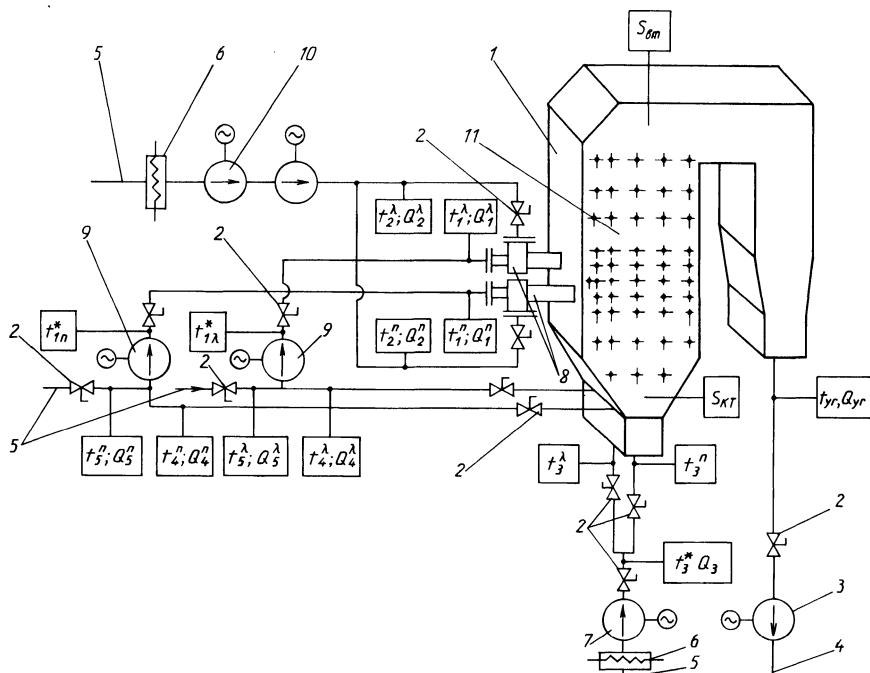


Рис. 1. Схема экспериментального стенда для исследований аэродинамики топочных устройств на изотермических моделях:

1 — модель топки; 2 — регулирующий шибер; 3 — дымосос; 4 — выброс в атмосферу; 5 — забор воздуха из окружающего пространства; 6 — нагреватель электрический; 7 — вентилятор воздуха под дожигательные решетки; 8 — горелки; 9 — вентиляторы центральных каналов горелок; 10 — вентиляторы вторичного воздуха; 11 — стенка из оргстекла с лючками для замеров шаровым зондом.

назначенные для решения и других задач, связанных, например, с изучением смешения потоков и исследованием влияния отборов газов на рециркуляцию.

Для сохранения подобия аэродинамической картины течения на модели было выдержано (при условии геометрического подобия модели и образца) равенство отношений количеств движения потоков в сходственных сечениях каналов горелочных устройств и топки [ 2]. Экспериментальная проверка моделей топки и горелок показала на автомодельность (относительно  $Re$ ) течения среды в сходственных сечениях, о чем свидетельствовала независимость критерия  $Eu$  от изменения в широком диапазоне критерия  $Re$ . Это обеспечивало возможность изменения режимов работы модели топки, соответствующих работе котла от  $D_{ном}$  до  $0,5D_{ном}$ .

Двухпоточные горелочные устройства, установленные на фронтальной панели модели топки, выполнены в виде двух осесимметричных цилиндрических каналов, оснащенных аксиальными лопаточными аппаратами, установленными на выходе из каналов, причем таким образом, что продолжения периферийных каналов образуют смешительную камеру длиной  $l_{к}/D_{г} = 0,333$ , где  $D_{г}$  — калибр горелки. Центральный (первичный) канал служит для подачи аэросмеси, закручивание потока в котором осуществляется пятью лопатками, установленными под углом  $50^{\circ}$  к оси горелки. С таким же углом наклона установлены 16 лопаток на периферийном (вторичном) канале. Конструктивные параметры крутки аксиальных аппаратов для вторичного и первичного каналов соответственно составляют  $n_{к}^I = 2,35$ ;  $n_{к}^{II} = 2,48$ . Отношение скоростей вторичного и первичного потоков для режима работы модели топки, соответствующего 100 %-ной нагрузке котла, равно  $W_{II}/W_I = 1,43$ . Доля организованного воздуха, подаваемого под дожигательную решетку во всех режимах работы модели топки, составляла  $0,1V^0$ . Поля относительных аксиальных  $V_a/W_0$ , тангенциальных  $V_t/W_0$ , полных

$V/W_0$  скоростей и статических давлений  $\frac{(P_{ст} - P_a)}{\rho W_0^2}$  снимались при

помощи пятиканального шарового зонда в 64 точках (через каждые 10 мм) в горизонтальных сечениях топки на расстоянии от  $X/2R = 0,167$  до  $X/2R = 4,0$ , а по высоте топки от  $Z/2R = -3,0$  до  $Z/2R = 4,0$ , при среднерасходной скорости в устье горелки  $W_0 = 41,5$  м/с, соответствующей 100 %-ной нагрузке котла с воздушной сушкой топлива ( $R = 60$  мм — радиус устья модели горелки). Шаровой зонд вводился в топочный объем через правую боковую стенку модели, снабженную соответственно расположенными лючками. Обработка результатов измерений производилась по программе с использованием ЭВМ ЕС-1022.

Поля скоростей в горизонтальной плоскости, проходящей через оси горелок (рис. 2), характеризуются симметричностью относи-

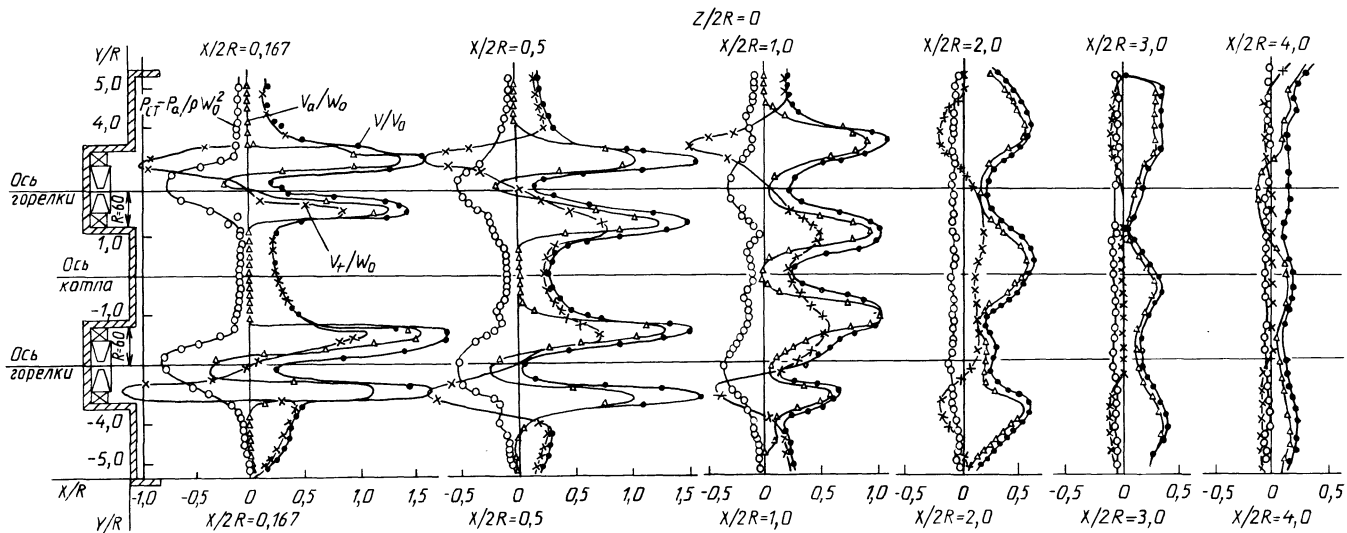


Рис. 2. Эпюры распределения относительных полных ( $V/W_0$ ), аксиальных ( $V_a/W_0$ ), тангенциальных ( $V_t/W_0$ ) скоростей и статических давлений ( $\frac{P_{ст} - P_a}{\rho W_0^2}$ ), измеренных в горизонтальной плоскости, проходящей через оси горелок ( $Z/2R = 0$ ). (Воздушная сушка; 100%-ная нагрузка;  $W_0 = 41,5$  м/с).

тельно осей горелок и топки. В целом полученная картина, свойственна взаимодействию двух вихревых разнонаправленных потоков, которая характеризуется наличием зон обратных токов в приосевых областях горелок и провалов скоростей в межгорелочном пространстве, что определяет эффективность процесса смещения потоков. Максимальные значения тангенциальных скоростей наблюдаются у внешних границ горелочных устройств  $Y/R = 1$ , причем изменение направления тангенциальной скорости происходит на геометрических осях горелок. Такая картина наблюдается вплоть до сечения  $X/2R \approx 2$ , а при  $X/2R = 3,0$  крутка практически затухает. Ярко выраженные обратные токи (отрицательные аксиальные скорости) наблюдаются в приосевых зонах горелочных устройств. Обратные токи вырождаются по мере удаления от фронтальной стены и исчезают при  $X/2R \approx 1,0$ , однако провалы аксиальных скоростей наблюдаются и на расстоянии более  $X/2R = 3,0$  от фронтальной стены топки.

В пристенных областях, за счет взаимодействия закрученного потока с боковыми стенками топки, средний уровень скорости падает, причем изменение тангенциальной составляющей противоположно по сравнению с картиной взаимодействия двух закрученных потоков в открытом пространстве.

Дальнобойность факела, вычисленная из условия  $n = 0,2W_0$ , составляет примерно 3—3,5 калибра горелки. Ширина провала аксиальных скоростей в межгорелочной зоне (в окрестностях оси топки в плане) имеет максимальное значение, равное  $2,5D_r$  в сечении  $X/2R = 0,167$  и по мере удаления от фронта котла уменьшается до значения  $1,0D_r$  в сечении  $X/2R = 1,0$ , а к сечению  $X/2R = 2,0$  полностью вырождается, однако провалы аксиальных скоростей в приосевых зонах горелочных устройств сохраняют ярко выраженный характер и затухают лишь в сечении  $X/2R = 4,0$ .

Наиболее полное представление о вихревых процессах в топочном пространстве получено путем построения проекций векторов полных скоростей  $V/W_0$  на боковые стенки топки (рис. 3). Из анализа рис. 3, а—г видно, что взаимодействие двух разнонаправленных закрученных потоков, вытекающих из вихревых горелок и сносящих струй из-под дожигательной решетки при наличии разрежения в верхней части топки, создаваемого дымососом, вызывает образование двух встречно направленных вихрей в нижней и в верхней частях топки (выше и ниже горизонтальной плоскости, проходящей через оси горелок). За счет образования зон пониженного давления вблизи устья горелок (рис. 2) образуется перенос вихрями к корню факела энергии закрученных струй, что в реальных топках должно способствовать лучшему воспламенению и стабилизации факела.

Проекции векторов полной скорости на вертикальные плоскости, проходящие по границам горелок (рис. 3, в, г), имеют высокие абсолютные значения и противоположное направление в при-

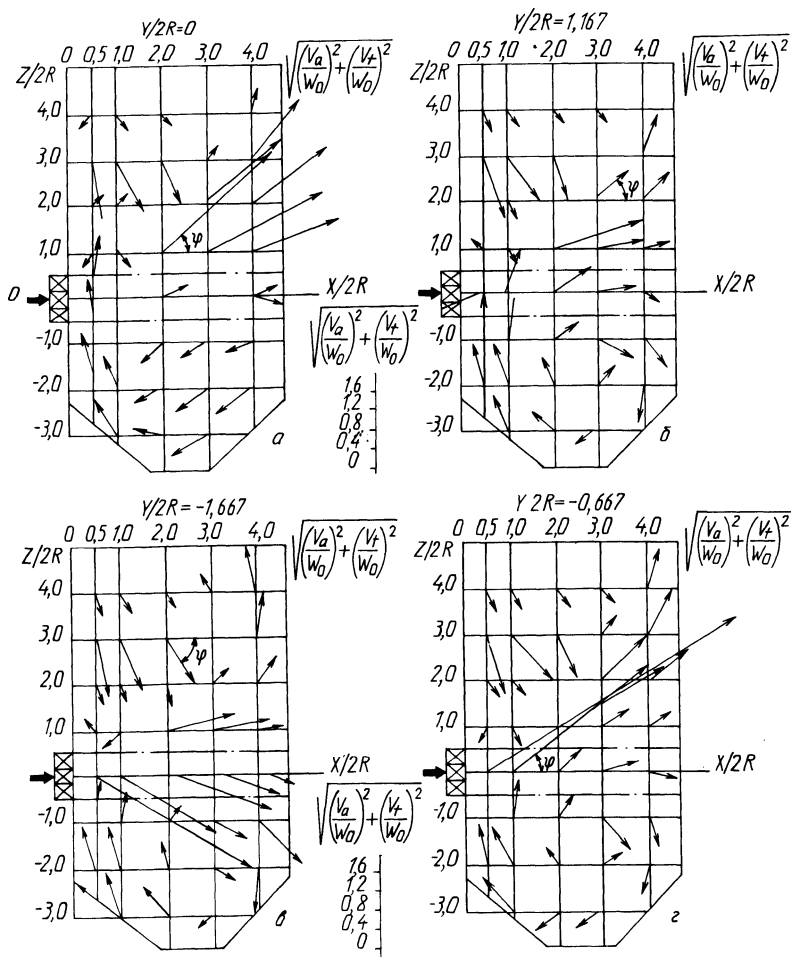


Рис. 3. Проекция главных векторов скорости на боковую стенку топки в вертикальных сечениях:  
 а — по оси топки; б — по оси правой горелки; в, г — по ближней и дальней (от правой стенки) касательным к устью правой горелки. (Моделирование воздушной сушки при 100 %-ной нагрузке)

осевых зонах, что обусловлено высокими абсолютными значениями тангенциальных разнонаправленных скоростей, характеризующих локальную интенсивность крутки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А х м е д о в Т.Б. Использование эффекта взаимодействия вихрей в топках котельных агрегатов. — Электрические станции, 1973, № 6, с. 29—32.
2. С у й Х.Н., И в а н о в Ю.В. Аэродинамика топочной камеры при односторонней и двусторонней схемах размещения горелок. — Теплоэнергетика, 1970, № 7, с. 27—31.