

3. Рудницкий В.А. О коэффициенте сохранения скорости в расчетах циклонно-вихревых камер. - В сб.: Эффективность теплоэнергетических процессов. Владивосток, 1978, вып. I, с. 125-133.
4. Лукьянович Т.К. Исследование аэродинамики периферийной зоны циклонно-вихревых камер. - Канд. диссертация. Л., 1975.
5. Штым А.Н., Рудницкий В.А. К расчету пристенной зоны циклонно-вихревых камер. - Тезисы докладов X Всесоюзной конференции по циклонным энерготехнологическим процессам. М., 1978, с. 47.

УДК 533.697.3

Ю.А.Кныш

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЯВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПЕРЕНОСА В ВИХРЕВОЙ ТРУБЕ

Физическая природа явления разогрева периферийных слоев газа в ВТ до сих пор не получила своего исчерпывающего объяснения. Это связано с исключительной сложностью и многообразием процессов, сопровождающих течение сильно закрученных потоков: большие радиальные градиенты давления; высокий уровень сдвиговых напряжений, порождающий вторичное турбулентное вихреобразование; регулярные пульсации давления и скорости в потоке.

Рассматривая процесс передачи кинетической энергии от исходного периферийного потока к вихревому ядру, многие исследователи отмечают на значительном участке трубы аномально высокий уровень турбулентности вблизи границы разделения потоков. На периферийном участке трубы и в центре уровень турбулентности значительно ниже. Указанная особенность наводит на мысль о том, что в сильно закрученном потоке существуют механизмы, разрушающие турбулентные вихри при их движении от области зарождения к периферии или центру. Наиболее вероятной причиной подавления турбулентных вихрей может быть действие радиального градиента давления.

Будем рассматривать турбулентный вихрь как некоторую автоном-

ную динамическую систему, обладающую свойствами элементарного потенциального вихря, подчиняющегося законам сохранения энергии, циркуляции и неразрывности. Для определенности элементарный вихрь представим себе в виде замкнутого тороидального кольца. В момент образования такой вихрь аккумулирует в себе некоторый запас кинетической энергии, почерпнутой из энергии среднего движения периферийного потока. Под влиянием сил гидродинамического взаимодействия друг с другом и с основным закрученным потоком образовавшиеся вблизи границы разделения потоков вторичные вихри перемещаются к центру трубы и к периферии. Те из них, которые попадают в центральную область пониженного давления, в результате действия центробежных сил и потери устойчивости движения (по Рэлею) постепенно утрачивают свою индивидуальность, увеличиваются в размерах, снижают окружную скорость вращения и разрушаются, передавая при этом кинетическую энергию своего движения присевым слоям газа. Эта часть вихрей ответственна за передачу момента количества движения от исходного периферийного закрученного потока к вихревому ядру.

Вихри, перемещающиеся к периферии, под влиянием всестороннего сжатия уменьшаются в размерах, увеличивают в соответствии с законом сохранения циркуляции угловую скорость вращения и под влиянием сил вязкости диссипируют, т.е. преобразуют кинетическую энергию движения в тепло. В итоге переместившаяся с вихрем на больший радиус масса газа разогревается вследствие адиабатического сжатия и интенсивной диссипации кинетической энергии в тепловую.

Таким образом, последовательность этапов преобразования энергии в закрученном потоке выглядит следующим образом.

1. Механическая энергия среднего движения исходного потока при его взаимодействии с потоком вихревого ядра частично преобразуется в энергию движения системы дискретных вихревых (турбулентных) структур второго порядка.

2. Дискретные вихри под влиянием сил взаимодействия друг с другом и с основным потоком диффундируют из области образования к центру и периферии трубы.

3. Вихри, диффундирующие к центральной области низкого давления, увеличиваются в размерах, уменьшают угловую скорость вращения вокруг собственной оси, разрушаются и передают энергию своего движения массе газа в ядре потока. Так осуществляется передача механической энергии среднего движения от периферии к центру, благодаря которой ядро потока приобретает квазижесткое вращение.

4. Остальная часть вихрей перемещается к периферии, где в результате всестороннего сжатия каждый вихрь, уменьшаясь в размерах и увеличивая угловую скорость собственного вращения, диссипирует вследствие работы сил вязкости, т.е. исчезает как форма упорядоченного движения частиц, превращаясь в неупорядоченную (тепловую) форму движения.

В соответствии с предложенной гипотезой количество преобразованной в тепло механической энергии будет пропорционально величине радиального градиента давления, интенсивности вторичного вихреобразования при взаимодействии исходного потока с центральным ядром (либо другого механизма турбулизации течения, например, крестовин, сеток и проч.), плотности и вязкости газа. Наличие автоколебаний в трубе облегчает радиальную диффузию вихрей и способствует интенсификации процесса теплопереноса.

УДК 533.697

Ю.В.Чижиков, В.Г.Воронин, М.И.Опарина

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА АДИАБАТНОЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

На основе анализа литературных источников и многочисленных экспериментов выработаны предварительные положения, на которых базируется предлагаемая методика расчета:

1) коническая ВТ более эффективна по сравнению с цилиндрической при углах конусности $\alpha < 4^\circ$;

2) температурная эффективность практически не зависит от степени расширения в диапазоне $\varepsilon = 4-16$;

3) температурная эффективность линейно уменьшается с ростом расхода охлаждаемого потока в диапазоне $\mu = 0,2-0,8$;

4) ошибка расчета в интервале параметров, ограниченном п. 1-3, не должна превышать 10%.

Расчетное уравнение, связывающее основные газодинамические параметры ВТ $\mu = \frac{0,75 - \mu}{1 - (1/\varepsilon)^{\mu}}$, получено на основе обработки экспериментальных данных.

Поскольку $\mu = G_x / G_0$, а $G_0 = \frac{\alpha F_c P_0}{24,8 \sqrt{T_0}}$ могут быть найдены