

Л и т е р а т у р а

1. И в а н о в Ю.В., К а ц н е л ь с о н Б.Д., П а в - л о в В.А. Аэродинамика вихревой камеры. - В сб.: Воп- росы аэродинамики и теплопередачи в котельно-топочных процессах. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1958.
2. Faler J.H., Zeligovich. *The Physics of Fluids*, v. 20, No 9, 1977.
3. С м у л ь с к и й И.И. Об особенностях измерения ско- рости и давления в вихревой камере. - В сб.: Теплофизика и физическая гидродинамика. - Новосибирск: ИТФ, 1978.
4. В а с и л е н к о Ю.Г. и др. Лазерные доплеровские измерители скорости. - Новосибирск: Наука, 1975.
5. Р и н к е в и ч у с Б.С. Лазерная анемометрия. - М.: Энергия, 1978.

УДК 533.9.07:533.527

И.И.Смульский

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ВЫХЛОПА НА АЭРОДИНАМИКУ ВИХРЕВОЙ КАМЕРЫ

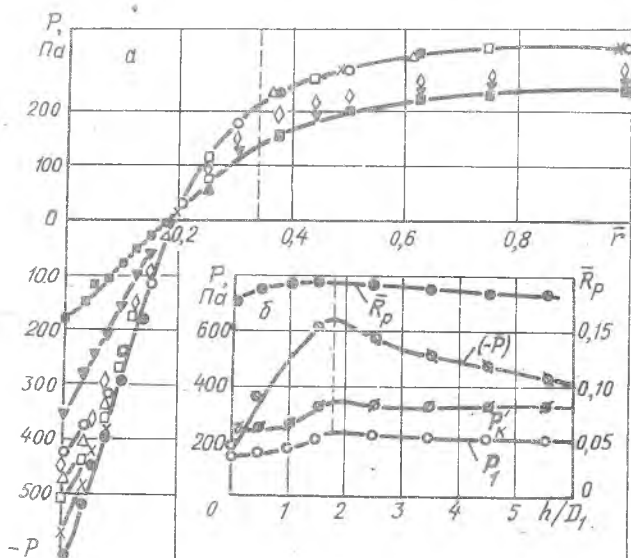
П р и н я т ы е о б о з н а ч е н и я

U - тангенциальная составляющая скорость; p - статическое давление, избыточное над атмосферным; h - длина выхлопа; R_1, R_k - радиусы выхлопа и камеры; параметры с чертой - величины, отнесенные к радиусу камеры.

В ряде работ [1, 2] исследовано влияние радиуса выходного отверстия на аэродинамику вихревых камер. Однако влияние длины цилиндрической части выхлопа изучено недостаточно. Эти исследования необходимы для определения положения границы зоны разрежения и влияния длины выхлопа на гидравлическое сопротивление камеры.

Эксперименты проводились в вихревой камере радиусом $R_k = 80$ мм, длиной $L = 200$ мм и радиусом выходного отверстия $R_1 = 27,5$ мм. Вдув воздуха в камеру осуществлялся через 12 щелей, выполненных на цилиндрической стенке камеры на всю ее длину, угол накло-

на которых к радиусу $\psi_{\text{вх}} = 45^\circ$, а суммарное проходное сечение $f_{\text{вх}} = 16,38 \text{ см}^2$. Исследования были проведены при постоянном расходе воздуха $G = 14,4 \text{ г/с}$ и длинах выхлопа $h = 1; 23; 55; 81; 138; 191; 246; 304 \text{ мм}$.



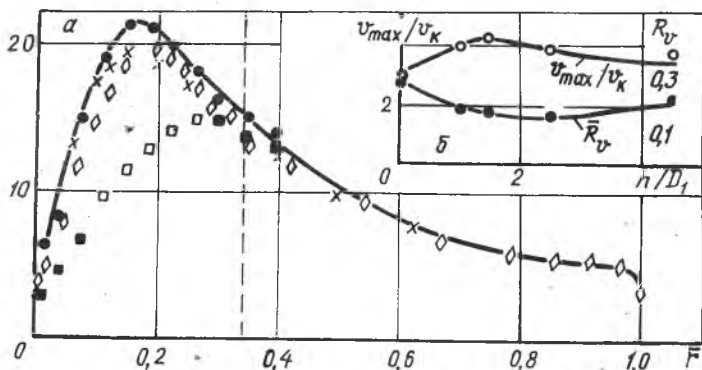
Р и с. 1. Профили статических давлений при разных высотах выхлопа: $\blacksquare - \nabla - \diamond - \circ - \times - \square - \triangle - \circ$ соответственно $h/D_1 = 0,018; 0,42; 1; 1,47; 2,47; 3,47; 4,47; 5,53$

На рис. 1,а показано влияние высоты выхлопа на профили статического давления. С увеличением h профили p в центре становятся круче и как бы поворачиваются вокруг нулевой точки R_p . Разрежение в центре p_0 с увеличением h/D_1 растет (рис. 1,б), достигает максимума при $h/D_1 = 1,8$ и в дальнейшем падает. Давления на боковой стенке p_k и на границе отверстия p_1 также имеют максимум при $h/D_1 \approx 1,8$. Однако они изменяются не так сильно, как p_0 , и после максимума величины этих давлений не изменяются с дальнейшим увеличением h/D_1 . Давление на боковой стенке p_k представляет собой основную составляющую гидравлического сопротивления камеры, поэтому такой характер его измене-

ния свидетельствует о независимости гидравлического сопротивления камеры от длины выхлопа при $h/D_1 \geq 1,8$.

Радиус границы зоны разрежения имеет максимум, равный $\bar{R}_p = 0,194$ при $h/D_1 = 1,8$ (рис. 1,б). В общем, величина зоны разрежения изменяется незначительно и наименьшее значение $\bar{R}_p = 0,174$ находится при наименьшей высоте выхлопа $h/D_1 = 0,018$. При оптимальной высоте выхлопа $h/D_1 = 1,8$ максимума достигает также относительное разрежение в центре (p_0/p_K).

Из анализа результатов, представленных на рис. 1,а, следует, что в периферийной области ($R_1 < r < R_K$) профили давления за вычетом давления на границе отверстия, т.е. $p-p_1$, при разных высотах выхлопа накладываются друг на друга. Поэтому влияние высоты выхлопа на профили p в периферийной области заключается в эквидистантном смещении статического давления на величину изменения давления на границе отверстия.



Р и с. 2. Профили тангенциальных скоростей при разных высотах выхлопа. См. обозначения на рис. 1

Как видно из рис. 2,а, изменение высоты выхлопа оказывает влияние на профили тангенциальной скорости в центральной области ($r \leq R_1$). С увеличением относительной высоты h/D_1 (рис. 2,б) относительный максимум тангенциальной скорости v_{max}/v_K растет, достигает наибольшего значения в области оптимального значения высоты выхлопа $h/D_1 = 1,8$, затем снижается. При этом максимум тангенциальной скорости смещается и радиус его положения имеет минимум при $h/D_1 = 1,8$.

Следует отметить, что в работе [3] были проведены исследования аэродинамики в вихревой камере без пережима ($R_1 = R_2$) со свободным выходом и с выходом в удлинитель камеры с диаметром, равным диаметру камеры, и длиной $h/D_k = 1,5$. В последнем случае максимум тангенциальной скорости был выше на 33% и сместился к центру. В наших экспериментах увеличение высоты выхлопа h/D_1 от 0,018 до 1,47 также приводит к смещению U_{max} к центру и увеличению тангенциальной скорости на 44%. Такое совпадение свидетельствует об общности полученных результатов по влиянию высоты выхлопа и применимости их для разных камер.

Измерения осевой скорости в среднем по высоте сечения камеры показали, что с уменьшением высоты выхлопа максимум осевой скорости в центральной зоне смещается на периферию и уменьшается по величине. При очень малой высоте h осевая скорость в центре становится отрицательной, т.е. противоток атмосферного воздуха усиливается и внешний воздух проникает в камеру больше чем на половину ее высоты.

Таким образом, в центральной области камеры, ограниченной радиусом выхлопа, высота выхлопа оказывает влияние на аэродинамику камеры. При этом максимальная тангенциальная скорость и разрежение в центре имеют максимум при относительной высоте выхлопа $h/D_1 \approx 1,8$. Величина зоны разрежения с высотой выхлопа изменяется незначительно, а гидравлическое сопротивление камеры при $h/D_1 \geq 1,8$ не зависит от высоты выхлопа.

Л и т е р а т у р а

1. И в а н о в Ю.В., К а ц н е л ь с о н Б.Д., П а в л о в В.А. Аэродинамика вихревой камеры. - В сб.: Вопросы аэродинамики и теплопередачи в котельно-топочных процессах. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1958.
2. В о л ч к о в Э.П., К и с л ь х В.И., С м у л ь с к и й И.И. Экспериментальное исследование аэродинамики вихревой камеры с торцовым вдувом. - В сб.: Структура пристенного пограничного слоя (вынужденное течение, тепловая конвекция). - Новосибирск: Ин-т теплофизики, 1978, с.101-126.

3. Г о л ь д ш т и к М.А., Л е о н т ь е в А.К., П а л е -
е в Н.Н. Аэродинамика вихревой камеры. - Теплоэнергетика, 1961, № 2, с. 40-45.

УДК 621.181

М.А.Бухман, Г.Ж.Аралбаев, Ю.В.Берстнев,
С.Д.Каймирасова, П.А.Рапапорт, Р.П.Рыбалова

АЭРОДИНАМИКА ПОТОКА, ОБРАЗОВАННОГО
ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ЗАКРУЧЕННЫМИ СТРУЯМИ

В статье приводятся результаты экспериментального исследования аэродинамической структуры факела, образованного одиночной или несколькими закрученными горелочными струями. Опыты проводились на специально созданном экспериментальном стенде, оборудованном четырьмя вихревыми двухканальными горелками с аксиально-лопаточным завихрителем по первичному и вторичному воздуху. Модель горелки имела следующие размеры: диаметр трубы канала вторичного воздуха $d_2 = 50$ мм; диаметр центральной трубы $d_0 = 17,5$ мм; диаметр трубы канала первичного воздуха $d_1 = 31,5 \times 1,5$ мм. В канале первичного воздуха были стационарно установлены профилированные лопатки под углом $\beta_{л1} = 45^\circ$, а в канале вторичного воздуха плоские поворотные лопатки, угол установки которых изменяется от нуля до 60° .

По тракту первичного и вторичного воздуха были установлены поворотные шибера (для регулирования расхода воздуха) и расходомерные сопла Витошинского с четырехкратным поджатием.

Измерение распределения давления в различных поперечных сечениях горелочных струй осуществлялось пятиканальным игольчатым зондом с диаметром труб $1,5 \times 0,25$ мм и межосевыми расстояниями 3 мм. Измерения проводились по смешанному методу. Компоненты вектора скорости и статическое давление определялись по общепринятым формулам для пятиканальных зондов.

Экспериментальные данные по осредненным характеристикам течения обрабатывались в обобщенных координатах. За характерные величины принимались: диаметр горелки (d_2), среднерасходная