

ветствующая поправка на порядок меньше по ϵ , чем поправка от первого приближения.

Автор благодарит Г. И. Петрова и С. Я. Герценштейна за научное руководство и помощь в выполнении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Г. И. Об устойчивости вихревых слоев.— Тр. ЦАГИ, 1937, вып. 304. 24 с.
2. Michalke A., Schade H. Zur Stabilität von freien Grenzschichten.— Ingenieur – Archiv. 1963. В. 33, № 1, S. 1–23.
3. Lees L., Gold H. Stability of laminar boundary layers and wakes at hypersonic speeds.— Proc. Internat. Sympos. on Fundamental Phenomena in Hypersonic Flow. Ithaca, N. Y. Cornell Univ. Press, 1966, p. 310–339.
4. Герценштейн С. Я., Кашко А. В. Устойчивость осесимметричного сжимаемого невязкого следа.— Науч. тр. ин-та мех. МГУ, 1972, № 19, с. 143–150.
5. Герценштейн С. Я., Штемлер Ю. М. Нелинейное развитие возмущений в пограничных слоях и их устойчивость.— Докл. АН СССР, 1977, т. 234, № 6, с. 1277–1280.
6. Кашко А. В. Колебания потока в следах за дисками и шаром.— Изв. АН СССР. МЖГ, 1970, № 3, с. 176–178.
7. Биркгоф Г., Сарантонелло Э. Струи, следы и каверны. М.: Мир, 1964. 466 с.

Москва

Поступила в редакцию
31.V.1983

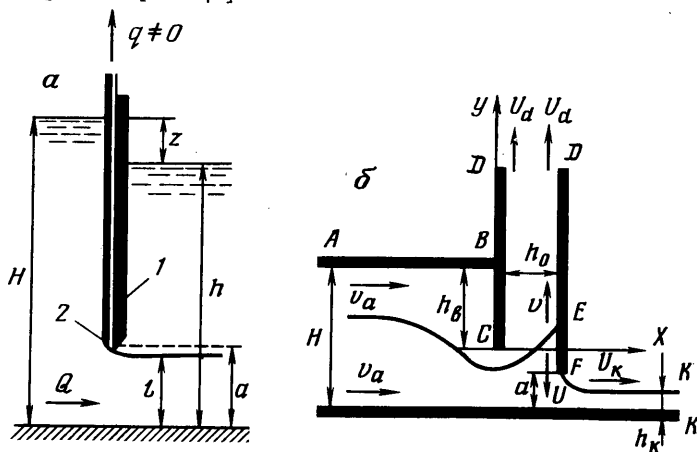
УДК 532.522

ВЛИЯНИЕ ОТСОСА НА ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ОТВЕРСТИЯ

ПАРХИСЕНКО В. М., ПРОХОДЬКО В. П., ШАБРИН А. Н.

Как известно [1], пропускная способность отверстия существенно зависит от величины коэффициента сжатия ϵ струи за отверстием. Установлено [2], что в зависимости от места расположения отверстия по отношению к дну и боковым стенкам сосуда или перегородивающего сооружения ϵ может изменяться от 0,64 до 0,85.

С целью увеличения расхода при истечении жидкости из отверстия в ряде случаев [2] используют плавное закругление на входе. При этом коэффициент ϵ может достигать значений, близких к 1. Применение насадков, выполняемых по форме струи, вытекающей из отверстия, также приводит к увеличению пропускной способности. При истечении жидкости из-под затвора увеличения пропускной способности отверстия достигают с помощью изменения наклона щита затвора, а для донных отверстий — с помощью щитов с криволинейным очертанием обтекаемых кромок [3]. В работе экспериментально и теоретически исследован принципиально другой способ увеличения пропускной способности отверстий, связанный с отсосом жидкости, осуществляемым непосредственно на обтекаемой кромке затвора или пропускного отверстия с напорной стороны [4].



Фиг. 1

1. Экспериментально изучалось течение, схема которого представлена на фиг. 1, а. Регулируемый отсос жидкости производился через трубку 2, которая крепилась к напорной грани перегородивающего затвора 1. Методика исследований основана на соблюдении постоянства расхода воды Q , протекающей через отверстие. Влияние отсоса на пропускную способность отверстия оценивалось по величине перепада уровней z . Исходные параметры Q, H, h, a измерялись при отсутствии и наличии отсоса. В последнем случае измерялся также расход отсасываемой жидкости q , величина которого в каждом эксперименте изменялась в пределах $0-0,17 Q$.

Как показали эксперименты, через одно и то же отверстие при неизменных z и H можно пропустить больший расход или тот же расход можно пропустить при меньшем напоре, если $q \neq 0$. Кроме того, в случае отсоса, когда H и h постоянные, один и тот же расход может быть пропущен через отверстие меньших размеров.

Для оценки оптимального режима отсасывания на фиг. 2 представлена опытная зависимость коэффициента сжатия $\epsilon = l/a$ от скорости отсасывания U_1 , нормированной на величину Q/Ω (Ω — площадь живого сечения пропускного отверстия). Из фиг. 2 следует, что оптимальный режим отсасывания жидкости характеризуется скоростью отсоса, находящейся в диапазоне значений $U_1 = 1-1,2$. При этом пропускная способность отверстия увеличивается примерно на 20%. Дальнейшее увеличение связано со значительным увеличением скорости отсоса. Например, для увеличения ϵ от 0,91 до 0,93 необходимо увеличить U_1 в 2,5-3 раза по сравнению с его значением в оптимальном режиме.

2. Рассмотрим задачу об истечении жидкости из отверстия в прямоугольном сосуде (фиг. 1, б) и из отводного канала заданной ширины h_0 , одна из стенок которого совпадает с боковой стенкой сосуда. Для решения этой задачи используем метод Н. Е. Жуковского [5], в котором решение ищется путем конформных отображений областей изменения комплексного потенциала течения W и функции $\omega = \ln(Uadz/dW)$ на верхнюю полуплоскость параметрического переменного t . Область изменения комплексного потенциала $W = \phi + i\psi$ показана на фиг. 3, а. Особенностью

решения рассмотренной задачи является использование двухлистной римановой поверхности для построения (фиг. 3, в) односвязной области изменения функции ω , поскольку при построении на плоскости (фиг. 3, б) эта область оказывается неодносвязной. Конформное отображение на верхнюю полуплоскость t (фиг. 3, г) областей изменения W и ω получено при помощи преобразования Шварца — Кристоффеля и имеет вид

$$\frac{dW}{dt} = \frac{Q}{\pi} \left(\frac{1-\alpha_0}{t_k-t} - \frac{1}{t_a-t} - \frac{\alpha_0}{t_d-t} \right), \quad \omega = \ln \frac{U_a}{U_k} \frac{1}{N(t)} \quad (1)$$

$$\frac{U_a}{U_k} = N(t_a), \quad N(t) = S(t) \Phi^{1/2}(t_b, t) \Phi(-t_c, t)$$

$$S(t) = \frac{\alpha F_\beta(t) + \beta F_\alpha(t)}{\alpha F_\beta(t) - \beta F_\alpha(t)}, \quad t_b = t_c \frac{\beta F_\alpha^3(-t_c) + \alpha^3 F_\beta(-t_c)}{\beta F_\alpha^3(-t_c) - \alpha^3 F_\beta(-t_c)}$$

$$t_d = \frac{[\alpha_0 t_a + (\alpha_0 - 1) t_c] t_k + t_a t_c}{(\alpha_0 - 1) t_a + (\alpha_0 + 1) t_c + \alpha^2}, \quad \Phi(V, t) = \frac{F_\alpha(V) F_\beta(t) - F_\beta(V) F_\alpha(t)}{F_\alpha(V) F_\beta(t) + F_\beta(V) F_\alpha(t)}$$

$$\alpha_0 = \frac{q}{Q}, \quad F_\alpha(t) = (t_k - t)^{1/2}, \quad F_\beta(t) = (t_j - t)^{1/2}, \quad t_k = t_c + \alpha^2$$

$$t_b = t_c + \beta^2, \quad \beta > \alpha, \quad \alpha > 0$$

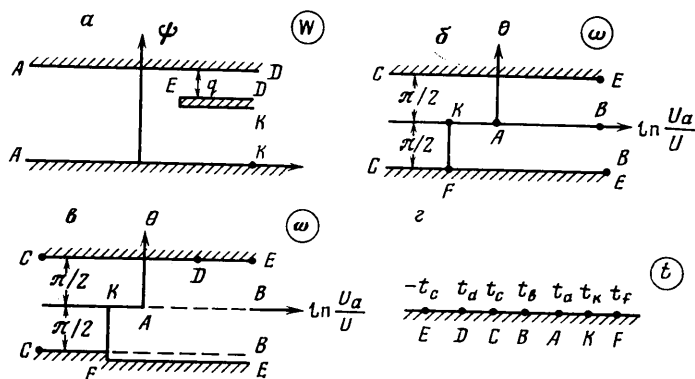
$\frac{a}{H}$	$\frac{h_b}{H}$	$\frac{h_0}{H}$	$\frac{U_d}{U_a}$	$\frac{U_k}{U_a}$	$\frac{h_k}{H}$	ϵ_a	ϵ'_a	$\frac{\Delta p'}{\Delta p}$	$\frac{q}{Q}$
0,0435	0,956	0,0117	2,14	23,3	0,0419	0,962	0,611	2,48	0,025
0,0423	0,956	0,012	4,14	23,3	0,0408	0,965	0,611	2,5	0,05
0,0398	0,956	0,0126	7,95	23,3	0,0387	0,97	0,611	2,52	0,1

Численные значения α и β фиксированы, параметр t_c определяется из решения следующего уравнения:

$$16(-\delta^6 + 8\delta^4 - 8\delta^2 + 1)t_c^4 + 8(3\delta^6 + 16\delta^4 - 21\delta^2 + 2)\alpha^2 t_c^3 + 4(14\delta^6 + 3\delta^4 - 18\delta^2 + 1)\alpha^4 t_c^2 + 10\delta^2(3\delta^4 - 2\delta^2 - 1)\alpha^2 t_c + 5\delta^4(\delta^2 - 1)\alpha^8 = 0, \quad \delta = \beta/\alpha$$

Формулы (1) после определения входящих в них параметров t_b, t_d, t_c, t_k, t_f дают возможность рассчитать любые характеристики потока.

Ниже приведены округленные до трех значащих цифр результаты расчетов перепадов давления и коэффициентов сжатия, выполненных на ЭВМ для случая истечения жидкости из отверстий, имеющих в дне сосуда, при наличии и отсутствии отводного канала. Видно, что влияние отводного канала на пропускную способность отверстия может быть значительным даже при весьма малом расходе жидкости через канал (по сравнению с расходом жидкости, вытекающей через отверстие). Входя-



Фиг. 3

ное сечение отводного канала расположено при этом практически на уровне верхней кромки отверстия. Представленные результаты показывают, что при наличии отводного канала с указанным расположением входного сечения коэффициент сжатия струи изменяется в пределах 0,96–0,97, что удовлетворительно согласуется с экспериментально измеренными значениями (см. фиг. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дульнев В. Б. Определение расходов воды при истечении через шитовые отверстия. — В кн.: Изв. Всесоюз. НИИ гидротехники, 1958, т. 61, с. 159–166.
2. Агроскин И. И., Дмитриев Г. Т., Пикалов Ф. И. Гидравлика. М.—Л.: Энергия, 1964. 352 с.
3. Киселев П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам. М.—Л.: Госэнергоиздат, 1957. 352 с.
4. Шабрин А. Н. Способ увеличения пропускной способности при истечении жидкости из отверстия и из-под затвора. А. С. № 853002.— Оpubл. в БИ, 1981, № 29.
5. Жуковский Н. Е. Полное собр. соч. Т. 3. М.—Л., 1936. 419 с.

Киев

Поступила в редакцию
7.VI.1982

УДК 532.545:532.59

О ВЛИЯНИИ ПОРИСТОСТИ ДНА НА ПЛОСКУЮ СТОЯЧУЮ ВОЛНУ ТЯЖЕЛОЙ ЖИДКОСТИ

СЛЕЗКИН Н. А.

Рассмотрена простейшая задача о контакте двух плоскопараллельных потенциальных течений несжимаемой жидкости, одно из которых имеет место в слое конечной толщины, а второе — в полубесконечном пространстве пористой среды. На поверхности раздела, принимаемой за плоскость, используются те же условия, которые ранее использовались в задачах о контакте двух волновых течений жидкостей с разными плотностями и о контакте волнового движения в слое сжимаемой жидкости с волновыми движениями в упругом полубесконечном пространстве. Эти условия