

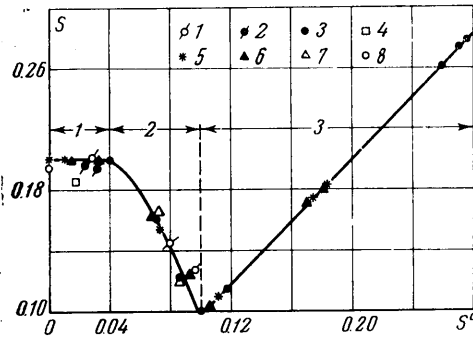
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЦИЛИНДРА В ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ НА МЕХАНИЗМ СРЫВА ВИХРЕЙ

Л. Х. БЛЮМИНА, К. К. ФЕДЯВСКИЙ

(Москва)

Известно, что при вынужденных колебаниях круглого цилиндра, если частота его колебаний n^0 далека от частоты срыва вихрей n с неподвижного цилиндра, т. е. если кинематическое число Струхала $S^0 = n^0 d / V$ много меньше аэродинамического числа Струхала $S = nd / V \approx 0.2$, то с колеблющегося цилиндра продолжают срываться с боковой поверхности вихри (см., например, [1, 2]) с частотой n , при которой $S \approx 0.2$.

В работе [2] исследована область захвата частоты срыва вихрей частотой колеблющегося цилиндра при очень малых числах Рейнольдса ($R = 4 \cdot 10^3 - 10^4$); для этого использовалась визуализация потока в гидротлке.

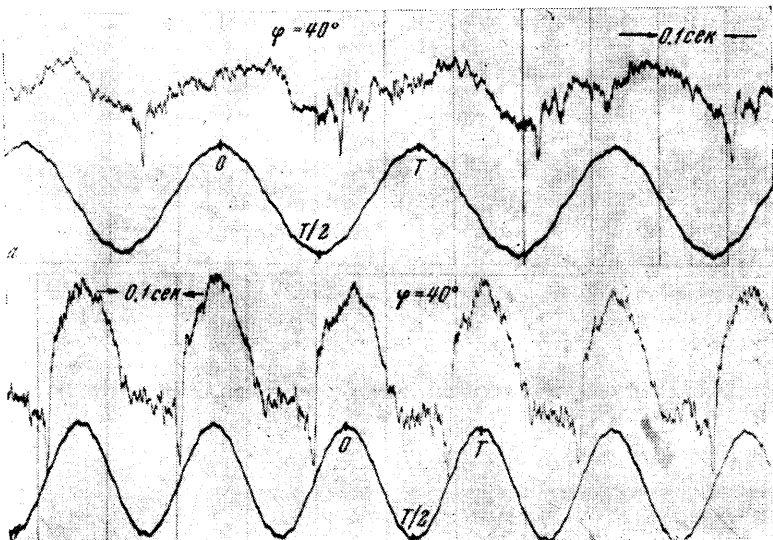


Фиг. 1

Ниже приводятся некоторые результаты экспериментальных исследований влияния частоты вынужденных колебаний цилиндра на частоту пульсаций давлений на его поверхности, вызванную срывом вихрей, при числах R , изменяющихся в диапазоне $0.11 \cdot 10^6 \leq R \leq 1.55 \cdot 10^6$.

Объектами исследования были два круглых деревянных цилиндра диаметром $d = 0.16$ и 0.5 м и длиной $l = 1.2$ м. На торцах цилиндров были укреплены шайбы диаметром 0.9 м для увеличения эффективного удлинения цилиндров. Пульсации давления в центральном сечении на поверхности цилиндров определялись при помощи безынерционных индуктивных датчиков [4]. Цилиндры совершали вынужденные

возвратно-поступательные колебания в направлении, перпендикулярном оси аэродинамической трубы. Колебания создавались действием кулисного механизма, стойки которого жестко соединялись с торцами цилиндра.



Фиг. 2

Частота колебаний могла непрерывно меняться при помощи реостата в определенном диапазоне. Амплитуда колебаний была равна $a_0 = 0.04$ м. Числа Рейнольдса R и Струхала S^0 , характеризующие режимы обтекания колеблющихся цилиндров, изменялись для цилиндра с $d = 0.16$ м в диапазоне $0.11 \cdot 10^6 \leq R \leq 0.496 \cdot 10^6$, $0.01 \leq S^0 \leq 0.1$; для цилиндра с $d = 0.5$ м в диапазоне $0.346 \cdot 10^6 \leq R \leq 1.55 \cdot 10^6$, $0 \leq S^0 \leq 0.28$. Были обнаружены три характерных режима обтекания колеблющихся цилиндров.

Первый режим соответствует изменению кинематических чисел Струхала $0 \leq S^0 \leq 0.04$. На этом режиме частота измеренных пульсаций давления на поверхности цилиндра, вызванная периодическим срывом вихрей, соответствует аэродинамическому числу Струхала $S \approx 0.2$, так как и у неподвижного цилиндра [3], см. фиг. 1, где точки 1, ..., 8 соответствуют следующим значениям числа Рейнольдса:

точки	1	2	3	4	5	6	7	8
$R \cdot 10^{-6}$	0.110,	0.276,	0.346,	0.496,	0.518,	0.795,	0.862,	1.552

Для правильного понимания механизма автоколебаний цилиндра очень важно знать тот диапазон кинематических чисел Струхала S^0 , при котором может происходить «захват» частоты срыва вихрей частотой колеблющегося цилиндра.

Изучение пульсаций давления в различных точках на поверхности цилиндра показало, что в диапазоне кинематических чисел $0.04 \leq S^0 \leq 0.1$ начинает сказываться влияние колебания цилиндра на частоту схода вихрей.

На фиг. 1 этот режим соответствует второму участку зависимости $S = f(S^0)$, при котором аэродинамическое число Струхала S уменьшается от 0.2 до 0.1.

Третий режим обтекания колеблющегося цилиндра соответствует изменению кинематических чисел Струхала $0.1 \leq S^0 \leq 0.28$. На этом режиме происходит захват частотами колебаний цилиндра частот срыва вихрей. Следует отметить, что на этом режиме отсутствуют точки, соответствующие докритическому обтеканию цилиндра. На фиг. 2 можно видеть срыв вихрей с частотой, равной частоте колеблющегося цилиндра. Этот режим соответствует на фиг. 1 третьему участку кривой $S = f(S^0)$, на котором аэродинамическое число Струхала равно кинематическому $S = S^0$.

Авторы выражают признательность Г. И. Петрову за полезное обсуждение и ценные советы.

Поступило 12 VII 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. Блюмина Л. Х., Захаров Ю. Г. Колебания цилиндрических тел в воздушном потоке. В сб.: «Исследования по динамике сооружений», М., Госстройиздат, 1957.
2. Павлихина М. А., Смирнов Л. П. Вихревой след при обтекании колеблющихся цилиндров. Изв. АН СССР, ОТН, 1958, № 8.
3. Петров Г. И., Штейнберг Р. И. Исследование потока за плохообтекаемыми телами. Тр. ЦАГИ, 1940, № 482.
4. Федяевский К. К., Блюмина Л. Х. О периодических пульсациях давления на поверхности цилиндра на закритическом режиме обтекания. Научно-техн. о-во судостроительной пром. Л., 1967, вып. 89.

О НЕУСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ТОНКОМ ШАРОВОМ СЛОЕ

В. И. ЯКУШИН (Пермь)

Исследуется устойчивость течения в тонком шаровом слое по отношению к малым возмущениям. Показано, что для каждой данной толщины слоя существует последовательность критических чисел Рейнольдса, выше которых движение неустойчиво. Критическое возмущение напоминает по своему виду вторичное течение, возникающее при потере устойчивости основного движения жидкости между вращающимися цилиндрами (задача Тейлора).

1. Исследование гидродинамической устойчивости движения жидкости в замкнутых объемах связано с большими трудностями. Последние обусловлены тем, что до сих пор неизвестно ни одного точного аналитического решения уравнений движения, описывающего основное стационарное течение в замкнутой полости.