

SUMMARY

The passing oscillations of rotary centrifugal machine which is conditioned by seismic influence is discussed in article. The rotary as a pivot with changeable section, distributive mass and any quantity concentrated masses and elastic supports, which is situated in places as bearings, as clearance seals, is considered. The inertia of wheels, muffs, disks is considered too. The centers of masses on axis of pivot in calculation scheme is situated.

The method and programs, which is worked by Pryadko and Chvorost, makes possible calculate the rotarys centrifugal machines for seismic influence with the Personal Micro Computers as IBM PC and present results in graphics form.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кушуль М.Я. Автоколебания роторов. - М.; изд-во АН СССР, 1963. - 167 с.
2. Шульженко Н.Г., Воробьев Ю.С. Численный анализ колебаний системы турбоагрегат - фундамент. - Киев, "Наукова думка". 1991, - 223 с.
3. Бабаков И.М. Теория колебаний. - М.: Наука, 1965, - 559 с.
4. Прядко С.В., Хворост В.А. Вынужденные колебания водопроводов газоперекачивающих агрегатов // Тез. докл. II Всесоюзной научно-технической конференции "Вибрация и вибродиагностика. Проблемы стандартизации" / - Горький, 1988, - Том 2, - с.349-350.
5. РТМ 108-020, 37-81. Оборудование атомных энергетических установок. "Расчет на прочность при сейсмическом воздействии", Л., НПО ЦКТИ, 1986, - 36 с.

Поступила в редколлегию 11 апреля 1994 г.

УДК 533.6: 621.548

РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНОГО ОТРЫВНОГО ОБТЕКАНИЯ ЛОПАСТИ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ, ИМЕЮЩЕЙ КРЫЛОВОЙ НЕЗАМКНУТЫЙ ПРОФИЛЬ

Волков Н.И., Бабенко Н.П.

В лаборатории ветроэнергетики Сумского государственного университета ведутся работы по исследованию и созданию ортогональных ветроустановок малой и средней мощности с лопастями, имеющими профиль крылового незамкнутого типа [1]. Такие агрегаты имеют ряд преимуществ перед традиционными пропеллерными, однако аэродинамика самих профилей типа КН и снабженных ними роторов мало изучена.

Для анализа аэродинамических характеристик лопастей указанного типа в качестве первого приближения численно реализована расчетная схема нестационарного отрывного обтекания одиночного неподвижного профиля потоком идеальной несжимаемой жидкости α [2, 3]. Задача решена в плоской постановке. Особенности профиля КН (рис. 1) и диапазон рабочих углов атаки позволили предположить, что свободные дискретные вихри сходят с двух острых кромок 1 и 2.

За $\tau = 0$ принимается момент начала натекания среды на профиль. На поверхности профиля выполняется условие непротекания, везде в жидкости скорости и давления конечны, в том числе и на острых кромках, с которых сходят вихри (выполняется гипотеза Чаплыгина - Жуковского). Циркуляция скорости по любому замкнутому жидкому контуру остается равной нулю, изменение циркуляции присоединенных вихрей на профиле сопровождается сходом свободных вихрей, движущихся вместе с жидкой средой.

Контур профиля (рис. 1) разбивается на $N = 18$ частей со сгущением в носике. Присоединенные дискретные вихри располагаются на линиях μ на серединах участков разбиения, а контрольные точки - на линиях ν на концах участков разбиения.

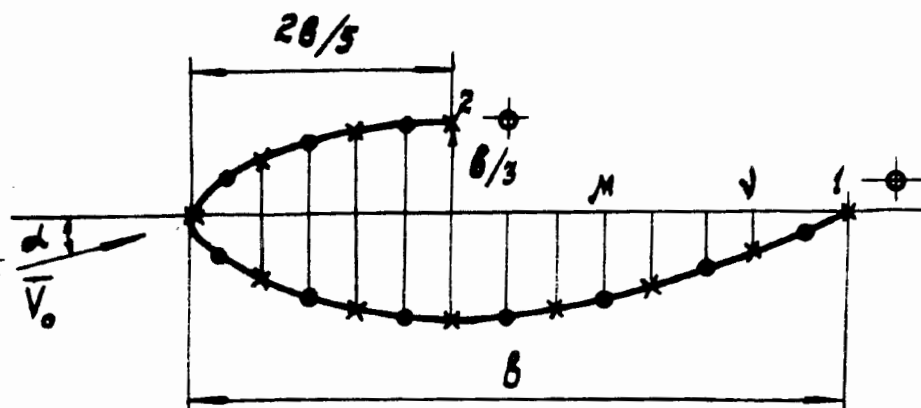


Рис.1 Схема расположения дискретных вихрей
 (- присоединенные вихри, о - свободные вихри, х - контрольные точки)

Таким образом на острых краях 1 и 2 профиля располагаются концевые контрольные точки, а ближайшие свободные вихри помещаются по касательным к контуру на расстояниях, равных половине длин соответственно первого и последнего участков разбиения.

Линейные размеры относятся к хорде b профиля, V_0 - скорость невозмущенного потока, безразмерная величина интенсивности вихревого слоя введена как $\gamma = \Gamma/bV_0$, безразмерное время $\tau = tV_0/b$, коэффициенты C_x, C_y, C_R аэродинамических сил относятся к величине $\rho V_0^2 b/2$.

Система уравнений для определения неизвестных циркуляций суммарных вихрей в расчетный момент времени имеет вид

$$\sum_{\mu=1}^N \gamma_{\mu}^M a_{\mu, \nu} + \delta_1^M a_{1\nu}^M + \delta_2^M a_{2\nu}^M = 2\pi f_{\nu} - \sum_{L=1}^{M-1} (\delta_1^L a_{1\nu}^L + \delta_2^L a_{2\nu}^L),$$

$$\sum_{\mu=1}^N \gamma_{\mu}^M + \delta_1^M + \delta_2^M = - \sum_{L=1}^{M-1} (\delta_1^L + \delta_2^L),$$

$$\nu = 1, \dots, N \quad L = 1, \dots, M.$$

Здесь δ_1^M, δ_2^M - циркуляции свободных вихрей, сходящих с острых краев профиля в момент времени M . Функции f_{ν} и коэффициенты a определяются аналогично [2] в контрольных точках с внутренней нормалью \bar{n}_{ν} к контуру профиля

$$f_{\nu} = \cos(\bar{v}_0, \bar{n}_{\nu}), \quad a = V_x \cos(\bar{n}_{\nu}, \bar{x}) + V_y \cos(\bar{n}_{\nu}, \bar{y}),$$

где V_x, V_y - проекции безразмерных индуцированных скоростей на оси координат.

По найденным величинам циркуляций вихрей вычисляются индуцированные скорости и коэффициенты перепада давления на контуре профиля.

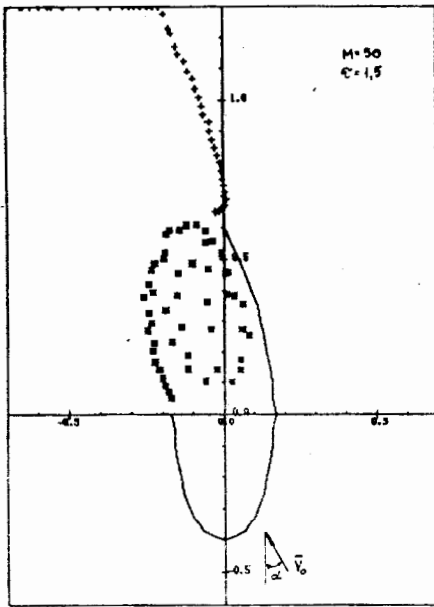


Рис. 2 Вихревая структура аэродинамического следа

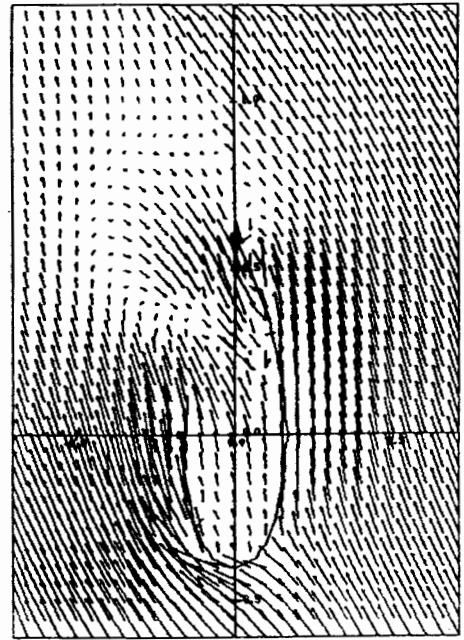


Рис. 3 Поле скоростей при обтекании профиля

На рис. 2, 3 в качестве примера приведены схема вихревой структуры, а также соответствующее поле скоростей при обтекании профиля КН под углом атаки $\alpha = 30^\circ$.

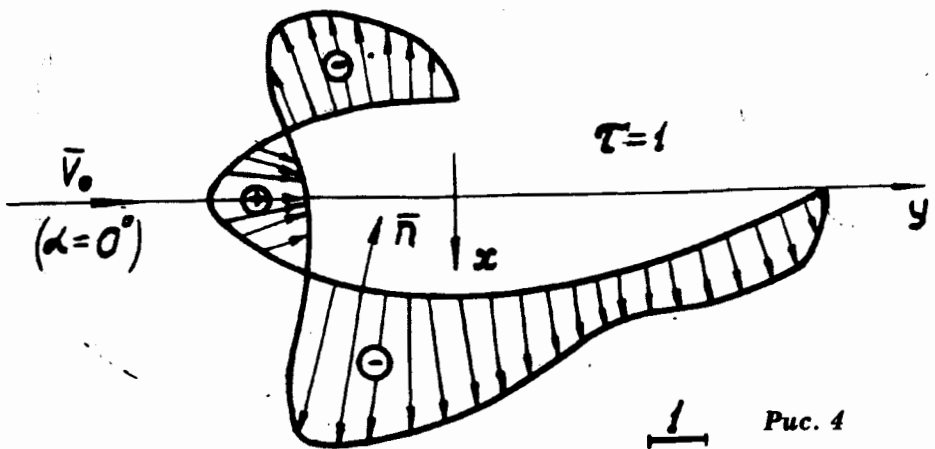


Рис. 4

На рис. 4 приведено распределение по контуру профиля безразмерных отнесенных к $\rho V_0^2/2$ коэффициентов перепада давления $\Delta\bar{p} = \bar{p}_{\text{внеш}} - \bar{p}_{\text{внутр}}$. На рис. 5 и 6 даны зависимости коэффициентов продольной, поперечной и результирующей аэродинамической силы от углов атаки.

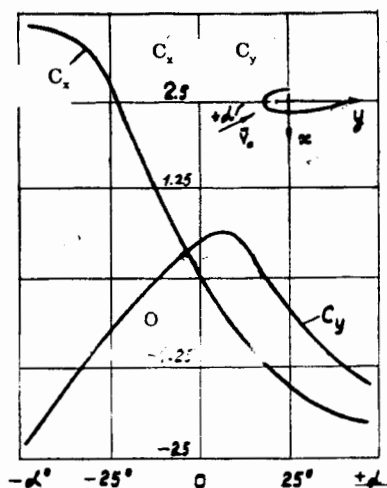


Рис.5

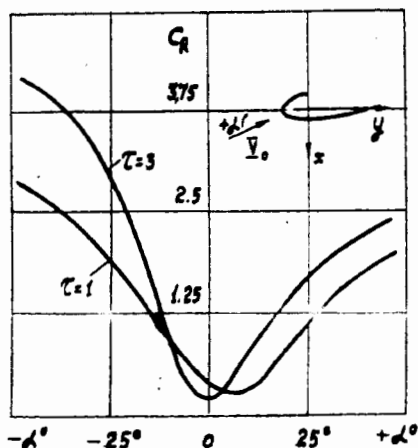


Рис.6

Следует отметить, что для ветроколес высокой быстроходности, диапазон изменения рабочих углов атаки которых невелик, использованную расчетную схему можно считать приемлемой. Для ветроколес малой быстроходности, углы атаки лопастей которых изменяются в широком диапазоне по трассе кругового движения, предположение о сходе вихрей только с острых кромок профиля не является обоснованным. В этом случае отрыв потока на больших углах атаки (на различных азимутальных углах положения лопасти) возможен в других точках профиля, что должно быть учтено при построении расчетной схемы. Использование такой модели, а также расчет аэродинамических характеристик как одиночного профиля КН, так и в целом ортогональных ветроколес предполагается выполнить при дальнейших исследованиях.

SUMMARY

On the basis of a single vortex method there has been proposed numerical realization of a scheme for determining aerodynamic characteristics of an open-loop airfoil tipe wind-motor blade, in case of the ideal fluid non-stefdy separated flow-past.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. С. 1733680 СССР, Лопасть ветроколеса. (Волков Н. И. и др.)// Бюл. изобр. N18-1992.
2. Белоцерковский С. М., Ништ М. И. Отрывное и безотрывное обтекание тонких крыльев идеальной жидкостью. - М.: Наука. -1978. - 352 с.
3. Белоцерковский С. М., Котовский В. Н., Ништ М. И., Федоров Р. М. Математическое моделирование плоскопараллельного отрывного обтекания тел. М.: Наука. - 1988, - 232 с.

Поступила в редколлегию 7 апреля 1994 г.