

стандарты промышленно развитых стран, государственные стандарты Республики Беларусь.

После определения области распространения технического регламента формируется комплекс технических требований, определяющих безопасность объекта технического нормирования.

При формировании требований в технических регламентах следует руководствоваться следующими основными принципами:

– установление уровня допустимого риска несоответствия требованиям, который определяет нормы на параметры обязательных требований в технических регламентах;

– гармонизация требований, установленных в соответствии с допустимым уровнем риска, с соответствующими международными документами и соглашениями;

– определение формы (критерия, нормы, формулировки в технических регламентах и документах по подтверждению соответствия) представления требований, которая позволит однозначно подтвердить или опровергнуть соответствие продукции установленным требованиям документально регламентированными методами в аккредитованных испытательных лабораториях и осуществить подтверждение соответствия;

– установленные требования должны относиться ко всем этапам жизненного цикла продукции и ко всем условиям их применения.

Проведение работ по установлению технических требований должно сопровождаться анализом риска и приведением каждого требования к уровню допустимого риска.

УДК 621

И. Бостан, В. Дулгеру, Р. Чуперка

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВОГО РОТОРА ДЛЯ ВЕТРЯНОГО АГРЕГАТА

*Технический Университет Молдовы
Кишинев, Молдова*

Abstract: In the conditions of the total energetic resources deficit in the Republic of Moldova appears the problem of nontraditional sources utilization recovered by energy. An important source of regeneration energy is the wind energy.

The main objective of the proposed research is to elaborate and investigate the conversion devices for non-conventional energies (wind energy), easy to be stocked and available to a greater number of consumers.

It is presented a turbine of the wind aggregate with the shape of the helicoid rotor elaborated by the authors stuff.

Ключевые слова: энергия ветра, ветряная турбина, винтовой ротор, профиль.

1. Введение

Одна из важнейших проблем, которая лежит в основу развития человечества, это обеспечение достаточным количеством энергоресурсов для нормального развития основных функций, которые, в свою очередь, обуславливают прогрессивное развитие уровня жизни населения планеты.

В условиях нынешнего энергетического кризиса, ветер мог бы стать достаточно важным источником энергии в Республике Молдова, особенно для удовлетворения нужд частного потребителя в виде использования ветряных турбин малой мощности (3ч5kW).

Одна из возможностей повышения эффективности ветряных турбин является увеличение коэффициента использования энергии ветра. С этой целью предложена конструкция рабочего органа в виде осевой турбины с винтовыми рабочими поверхностями (рис.1, а).

2. Основные геометрические характеристики крылового профиля

Винтовая турбина (рис.1, а) состоит из оси 1, на которой зафиксированы по винтовой линии рабочие поверхности 2 с определенным числом заходов.

Крыловой профиль (рис.1,б) характеризуется закругленной передней частью с заостренной задней кромкой. Средняя линия профиля есть геометрическое место центров вписанных в профиль окружностей. Хордой профиля называется отрезок, соединяющий две самые удаленные точки осевой дуги профиля. Профили характеризуются основными геометрическими параметрами:

- относительная толщина профиля \bar{c} , то есть отношение максимальной толщины профиля c к длине хорды b , $\bar{c} = c/b$;
- относительная вогнутость \bar{f} , то есть отношение максимальной стрелы прогиба осевой дуги f к длине хорды b , $\bar{f} = f/b$;
- кривизна профиля характеризуется углом прогиба средней линии ϵ , то есть угол между касательными к средней линии профиля в его передней и задней частях.

Положение \bar{c} и \bar{f} определяются относительными абсциссами:

$$\bar{x}_c = x_c/b \quad \text{и} \quad \bar{x}_f = x_f/b.$$

Решеткой профилей называется бесконечное число одинаково расположенных идентичных крыловых профилей, размещенных с одним и тем же шагом.

Зная подъемную силу, действующую на решетку профилей, можно будет определить моменты сил, действующих на турбину. Обтекание всех профилей решетки будет одинаковым, если число профилей бесконечно большое.

Взаимное расположение профилей в решетке характеризуется шагом решетки t , установочным углом Θ , то есть углом между хордой профиля и фронтом решетки, и углами φ_1 и φ_2 между касательными к средней линии профиля соответственно в передней и задней точках профиля и фронтом решетки

Относительный шаг решетки есть отношение шага t решетки к длине хорды b , то есть $\bar{t} = t/b$. Обратная величина относительного шага есть густота решетки $\tau = 1/\bar{t} = b/t$.

Положение профиля решетки по отношению к набегающему потоку характеризуется углом атаки i , то есть углом между вектором скорости w_1 и касательной к средней линии профиля. Угол между вектором скорости w_2 на выходе из решетки и касательной к дуге профиля в кормовой части назовем углом отставания потока $\delta = \Theta - \beta_2$. Углом входа β_1 назовем угол между направлением скорости на входе в решетку и ее фронтом, угол выхода β_2 – угол, образованный вектором скорости w_2 и фронтом решетки. Разность этих углов определяет изменение направления потока газа.

3. Кинетостатический анализ винтового ротора и обоснование основных геометрических параметров

Рассмотрим обтекание бесконечной решетки крыловых профилей плоскопараллельным установившимся потоком газа. Определим силу воздействия потока на про-

филь единичной длины в направлении перпендикулярном к плоскости чертежа. Выделим в потоке сечения 1 и 2 (рис.2) параллельные фронту решетки и удаленные от решетки на такое расстояние, которое позволяет считать скорость и давление в каждом сечении постоянными, то есть там где поток будет невозмущенным. Проводим на расстоянии шага решетки t линии потока AB și CD .

Применим к выделенному контрольному объему $ABCD$ уравнение количества движения:

$$F\Delta T = m\bar{w}_2 - m\bar{w}_1, \quad (1)$$

тогда проекции равнодействующей всех сил, действующих в объеме, на оси решетки Z и на фронт решетки U :

$$\begin{aligned} P'_U &= M(-w_2 \cos \beta_2 + w_1 \cos \beta_2) = \\ &= M[-w_{2U} + w_{1U}], \end{aligned} \quad (2)$$

где P'_U есть проекция равнодействующей силы на ось U ;

$M = m / \Delta T$ – секундная масса газа, проходящего через решетку с шагом t и длиной равной единице (в направлении перпендикулярном к плоскости чертежа).

Из уравнения неразрывности имеем:

$$M = \rho_1 w_{1Z} \cdot t \cdot 1 = \rho_2 w_{2Z} \cdot t \cdot 1. \quad (3)$$

Для несжимаемого газа:

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho \text{ и } w_{1Z} = w_{2Z} = w_Z, \quad (4)$$

и проекция равнодействующей силы на ось Z решетки определяется из уравнения:

$$P'_Z + (\rho_1 - \rho_2) \cdot t \cdot 1 = M(w_{2Z} - w_{1Z}) = 0. \quad (5)$$

Поэтому проекции силы \bar{P} , действующей на крыловой профиль единичной длины, являются:

$$\begin{aligned} P_U &= -P'_U = -M(w_{1U} - w_{2U}) = \\ &= -\rho w_Z t (w_{1U} - w_{2U}); \\ P_Z &= -P'_Z = (\rho_1 - \rho_2)t. \end{aligned} \quad (6)$$

Итак, \bar{P} есть равнодействующая сила, приложенная к профилю, а \bar{P}' – равнодействующая сила, приложенная к контрольному объему.

Согласно уравнению Бернулли:

$$p_1 + \rho w_1^2 / 2 = p_2 + \rho w_2^2 / 2, \quad (7)$$

где p_1 и p_2 есть статические давления в сечениях 1 и 2;

$\rho w_1^2 / 2$ и $\rho w_2^2 / 2$ – динамические давления в сечениях 1 и 2 соответственно.

Отсюда следует:

$$\begin{aligned}
 p_1 - p_2 &= \rho/2(w_2^2 - w_1^2) = \\
 &= \rho/2(w_{2U}^2 + w_{2Z}^2) - \rho/2(w_{1U}^2 + w_{1Z}^2) = \\
 &= \rho/2(w_{2U}^2 - w_{1U}^2).
 \end{aligned} \tag{8}$$

Определим теперь циркуляцию скорости по контуру $ABCD$, взяв за положительное направление обхода контура против хода часовой стрелки:

$$G_{ABCD} = G_{AB} + G_{BC} + G_{CD} + G_{DA} \tag{9}$$

Так как линии AB и CD конгруэнтны, а распределение скоростей по ним одинаково, то $G_{AB} = -G_{CD}$

$$\begin{aligned}
 G &= G_{ABCD} = \oint_{ABCD} c \cdot \cos(\vec{c}, \vec{s}) ds = \\
 &= -w_{2U} \cdot t + w_{1U} \cdot t = t(w_{1U} - w_{2U}).
 \end{aligned} \tag{10}$$

С учетом циркуляции скорости вокруг профиля проекции равнодействующей силы будут:

$$\begin{aligned}
 P_U &= -\rho w_Z G, \\
 P_Z &= \frac{\rho}{2}(w_{2U}^2 - w_{1U}^2) \cdot \frac{G}{(w_{1U} - w_{2U})} = \\
 &= -\frac{\rho G}{2}(w_{1U} + w_{2U}).
 \end{aligned} \tag{11}$$

Поток идеального газа действует на профиль силой:

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{P_U^2 + P_Z^2} = \\
 &= \rho G \sqrt{w_Z^2 + [(w_{1U} + w_{2U})/2]^2}.
 \end{aligned} \tag{12}$$

Это формула Жуковского Н. Е. о подъемной силе профиля в решетке.

Среднегеометрический вектор скорости \bar{w}_m определяется по формуле:

$$\bar{w}_m = (\bar{w}_1 + \bar{w}_2)/2; \tag{13}$$

Проекция этого вектора на ось U равна $(w_{1U} + w_{2U})/2$, а на ось Z равна $(w_{1Z} + w_{2Z}) = 2w_Z/2 = w_Z$.

Направление среднегеометрической скорости \bar{w}_m определяется из следующих соображений:

$$\begin{aligned}
 \operatorname{ctg} \beta_m &= \frac{w_{mU}}{w_{mZ}} = \frac{w_{1U} + w_{2U}}{2w_Z} = \\
 &= \frac{1}{2} \left(\frac{w_{1U}}{w_Z} + \frac{w_{2U}}{w_Z} \right) = \frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2).
 \end{aligned} \tag{14}$$

Итак, равнодействующая всех сил, действующих на лопатку решетки со стороны потока несжимаемого потенциального газа, равна произведению плотности газа,

среднегеометрической скорости. Для определения направления силы \vec{P} вектор w_m нужно развернуть на угол 90° в сторону, противоположную направлению циркуляции.

При обтекании решетки реальным газом действительная величина подъемной силы будет меньше теоретической из-за наличия вязкостных сил.

На рис.3 показан ротор с двумя заходами.

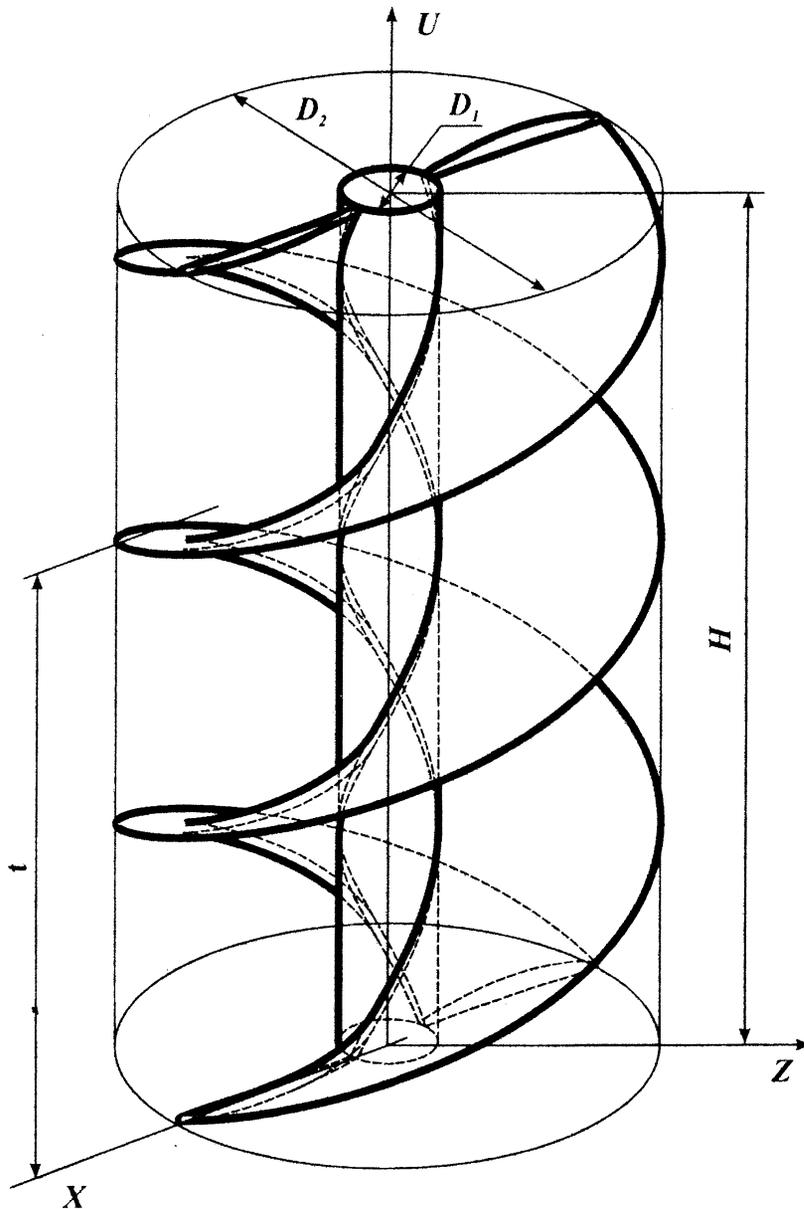


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Lester R. Brown, Christopher Flavin, Hilarz French, Starea lumii 2000. Editura tehnică București, 2000; 2. Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, Hal Kane, Semne vitale 1995/ Probleme globale ale omenirii. Editura tehnică București, 1996; 3. Horia Dumitrescu, Adelina Georgescu, Calculul elicei. Editura Academiei Române, București, 1990; 4. Burgdorf Hermann. Motor de vânt cu șurub Arhimede, Патент nr. 4600360US. М. cl. F03D1/04. 1985; 5. Bostan I., Dulgheru V. Энергетическая ветряная установка. Патент nr.493 MD. I. cl.: F03 D1/00. Publ.31.10.1996, BOPI nr.10/96.