



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 59964

(13) A

(51) 7 F03D9/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА

1

2

(21) 2002129981

(22) 11 12 2002

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(72) Зеленков Олександр Аврамович, Соченко
Петро Степанович, Сидоренко Костянтин Мико-
лайович, Пазюк Олексій Вячеславович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Вітроенергетична установка, яка містить
впродвигун та електрогенератор, кінематично
з'єднані між собою, яка відрізняється тим, що в

неї введена вентиляційна труба, яка поступово
звужується і в середині якої розташовані декілька
впродвигунів з поступово зменшуваними
розмірами вентиляторів, які кінематично з'єднані з
відповідними електрогенераторами, електричні
виходи яких підключені до пристрою управління,
перший вихід якого підключений до кінематичного
пристрою, який кінематично з'єднаний з приводом
повороту вентиляційної труби в горизонтальній
площині, другий вихід пристрою управління
підключений до електричної мережі

Винахід відноситься до вітроенергетики і може
бути використаний в системах мало коштовного
постачання електричної енергії в загальну елек-
тричну мережу в умовах нестабільної швидкості та
напрямку вітру

Відома вітроенергетична установка [1], яка мі-
стить вітроенергетичний агрегат, пристрій для пе-
редачі отриманої потужності споживачам та дода-
тковий пристрій зжигання газу з метою
подальшого його використання в умовах слабого
вітру Основний недолік такої установки є велика
складність пристрою і зв'язана з нею висока кош-
товність добування електроенергії

Відома вітроенергетична установка [2], яка
містить впродвигун та електрогенератор
кінематично з'єднані між собою Основний недолік
такої вітроенергетичної установки є велика
складність механічного обладнання та пов'язана з
цим низька технічна надійність і, як наслідок, висо-
ка коштовність виготовлення та практичного вико-
ристання

В основу винаходу покладена задача спро-
щення обладнання вітроенергетичної установки та
підвищення її коефіцієнта корисної дії в умовах
слабого вітру

Покладена задача удосконалити винахід вирі-
шується тим, що вітроенергетична установка міс-
тить впродвигун та електрогенератор кінематично
з'єднані між собою згідно з винаходом в неї введе-
на вентиляційна труба, яка поступово звужується
всередині якої розташовані декілька впродвигунів
з поступово зменшуваними розмірами вентилято-
рів, які кінематично з'єднані з відповідними елек-
трогенераторами, електричні виходи яких підклю-

чені до пристрою управління, перший вихід якого
підключений до кінематичного пристрою, який кі-
нематично з'єднаний з приводом повороту венти-
ляційної труби в горизонтальній площині, другий
вихід пристрою управління підключений до елек-
тричної мережі

На фіг 1 зображена загальна структурна схема
вітроенергетичної установки, на фіг 2 приведені
графічні залежності енергії $P_{пр}$ вітру від довжини L ,
відношення $W = \frac{R_n}{R_b}$ вхідного R_n та вихідного R_b

радіусів вентиляційної труби, яка поступово звужується, та від швидкості V_n вітру на вході труби, на фіг 3 приведені графічні залежності довжини L вентиляційної труби від швидкості V_n вітру на вході, величини вхідного радіусу R_n від коефіцієнта W зменшення радіусу вентиляційної труби та від значення $P_{пр}$ заданої енергії вітру в трубі

Як показано на фіг 1 вітроенергетична уста-
новка містить вентиляційну трубу 1, яка поступово
звужується з довжиною L та відповідними
радіусами отвору на вході R_n та на виході R_b тру-
би, в середині якої розташовані перший 2, другий
3 та третій 4 впродвигуни, які відповідно
кінематично з'єднані з першим 5, другим 6 та
третьім 7 електрогенераторами, електричні виходи
яких відповідно з'єднані з першим, другим та
третьім входами пристрою 9 управління, перший
вихід якого підключений до електричного входу
кінематичного пристрою 8, механічний вихід якого
відповідно з'єднаний з приводом 10 повороту вен-
тиляційної труби в горизонтальній площині в на-
прямок найбільш потужного вітру, другий вихід

(13) A

(11) 59964

(19) UA

пристрою управління 9 підключений до загальної електричної мережі 11

Вітроенергетична установка відповідно винаходу працює таким чином швидкість V_H вітру на вході вентиляційної труби 1 відповідно закону Бернуллі збільшується до швидкості V_B на її виході пропорційно коефіцієнту W звужуємості труби ви-

значаємого як відношення $W = \frac{R_H}{R_B}$ радіусів вхідного R_H та вихідного R_B отворів вентиляційної труби 1, в якій послідовно розташовані вентилятори першого 2, другого 3 та третього 4 вітропродвигунів, розміри вентиляторів зменшується пропорційно зменшуємому радіусу вентиляційної труби, яка поступово звужується

Перший 2, другий 3 та третій 4 вітропродвигуни кінематично з'єднані з першим 5, другим 6 та третім 7 електричними генераторами, електричні виходи яких відповідно підключені до першого, другого та третього входів пристрою управління 9, який по максимальному значенню відбираємої з електрогенераторів 5, 6, 7 електричної потужності відомим способом визначає напрямок вітру з найбільшою швидкістю та за допомогою кінематичного пристрою 8 та механічного приводу 10 повертає в горизонтальній площині вентиляційну трубу 1 в потрібному напрямку на зустріч вітру з найбільш високою швидкістю. Пристрій управління 9 відомими способами змінює частоту та величину напруги відбираємої з електричних генераторів 5, 6, 7 електричної енергії та узгоджує отриману частоту і напругу з частотою та напругою електричної мережі 11, в яку підключається отримана електрична енергія

Відомо (3) що потужність P вітру, який проходить через вентиляційну трубу 1, яка поступово звужується визначається за формулою

$$P = \frac{c \cdot \rho}{2} \cdot A_B \cdot V_B^3 \quad (1)$$

де c - коефіцієнт, визначаємий числом Рейнольдса (3), A_B - поперечна площа на виході труби 1, ρ - густина повітря, V_B - швидкість вітру на звуженому виході труби 1, яка визначається за формулою

$$V_B = \frac{A_H}{A_B} \cdot V_H \quad (2)$$

де A_H , A_B та V_H - відповідно поперечна площа на вході та на виході труби 1 та швидкість вітру на її вході. Площини труби 1 на вході A_H та на виході A_B , можна визначити за формулами

$$\begin{cases} A_H = \pi \cdot R_H^2 \\ A_B = \pi \cdot R_B^2 \end{cases} \quad (3)$$

Якщо підставити значення A_H і A_B , із формули

$$(3) \text{ в формулу (2) та ввести коефіцієнт } W = \frac{R_H}{R_B}$$

відношення радіусів R_H на вході труби 1 та R_B на її виході і отримані результати із формули (2) підставити в формулу (1), то можна отримати розрахункову формулу залежності $P(W)$ потужності вітру в середині труби 1 від коефіцієнта W , який характеризує ступінь звужуємості труби

$$P(W) = \frac{\pi \cdot c \cdot \rho}{2} \cdot R_H^2 \cdot V_H^3 \cdot W^4 \quad (4)$$

Введемо значення середньої V_{cp} швидкості вітру в середині труби 1

$$V_{cp} = \frac{V_H + V_B}{2} \quad (5)$$

З врахуванням коефіцієнта W та відношення (3) середню швидкість V_{cp} вітру можна визначити за формулою

$$V_{cp} = \frac{W+1}{2 \cdot W} \cdot V_H$$

Введемо також поняття середнього часу t_{cp} проходження вітру через вентиляційну трубу 1. Величину t_{cp} можна визначити за формулою

$$t_{cp} = \frac{L}{V_{cp}} = \frac{2 \cdot L \cdot W}{(W+1) \cdot V_H} \quad (6)$$

Середню енергію P_{np} вітру в середині вентиляційної труби 1 можна визначити за формулою

$$P_{np} = P(W) \cdot t_{cp} \quad (7)$$

Величина $P_{np}(W)$ визначає енергію вітру за обмежений часовий інтервал t_{cp} який в свою чергу являється змінною величиною і залежить від параметрів вентиляційної труби 1 та швидкості вітру

Якщо підставити результати формул (6) і (7) у формулу (4) то можна отримати кінцеву розрахункову формулу

$$P_{np}(W) = \pi \cdot c \cdot \rho \cdot R_H^2 \cdot V_H^2 \cdot L \cdot \frac{W^5}{W+1} \quad (8)$$

Формула (8) виражає залежність енергії $P_{np}(W)$ вітру в середині вентиляційної труби 1 від швидкості V_H вітру на вході та від габаритних параметрів вентиляційної труби R_H , W і L

На фігурі 2 приведені графіки які отримані відповідно формули (8) при значеннях параметрів R_H , L , ρ , c та V_H приведених таблиці 1

Таблиця 1

P_{np}	Позначення графіків	c	R_H	L	ρ	V_H
$P(W)$	—	100	0.5м	3м	1.2кг/м ³	0.05м/сек
$P1(W)$	—	100	0.7м	3м	1.2кг/м ³	0.05м/сек
$P2(W)$	— — —	100	0.5м	3м	1.2кг/м ³	0.05м/сек
$P3(W)$	— . — .	100	0.5м	1м	1.2кг/м ³	0.05м/сек

Аналіз приведених графіків (фіг 2), побудованих по даним із таблиці 1 показує що середня енергія вітру в середині вентиляційної труби 1 збіль-

шується при збільшенні радіусу R_H отвору на вході та довжини L вентиляційної труби 1 та суттєво залежить від швидкості вітру на її вході

Із формули (8) неважко визначити взаємозв'язок між довжиною L та коефіцієнтом звужуємості W і радіусом R_n вхідного отвору вентиляційної труби 1 при заданому значенні енергії $P_{пр}$ вітру в її середині. Це можна визначити за формулою

$$L(W)_i = P_{пр} \cdot \frac{W + 1}{\pi \cdot C \cdot \rho \cdot R_n^2 \cdot V_n^2 \cdot W^5} \quad (9)$$

На фігурі 3 приведені графіки залежності довжини L вентиляційної труби 1 від швидкості вітру V_n на її вході параметрів R_n і W та заданого значення $P_{пр}$ енергії вітру які приведені в таблиці 2

Таблиця 2

$L(W)$	Графічні позначення	C	ρ	$P_{пр}$	R_n	V_n
$L(W)$	—	100	1 2кг/м ³	500Вт	0 5м	0 05м/сек
$L1(W)$		100	1 2кг/м ³	500Вт	0 7м	0 05м/сек
$L2(W)$	— — —	100	1 2кг/м ³	500Вт	0 5м	0 1м/сек
$L3(W)$	— . — .	100	1 2кг/м ³	1000Вт	0 5м	0 05м/сек

Аналіз графіків (фіг 3) показує що довжина L вентиляційної труби знаходиться у зворотно-пропорційній залежності від її ширини визначаємої радіусом R_n на вході та коефіцієнта W звужуємості. Довжину L вентиляційної труби 1 потрібно збільшувати якщо необхідно отримати більше енергії $P_{пр}$ при низькій швидкості V_n вітру на вході вентиляційної труби 1.

Таким чином результати приведених досліджень показують, що пропонуєма відповідно винаходу вітроенергетична установка має відносно невеликі габарити і може бути встанов-

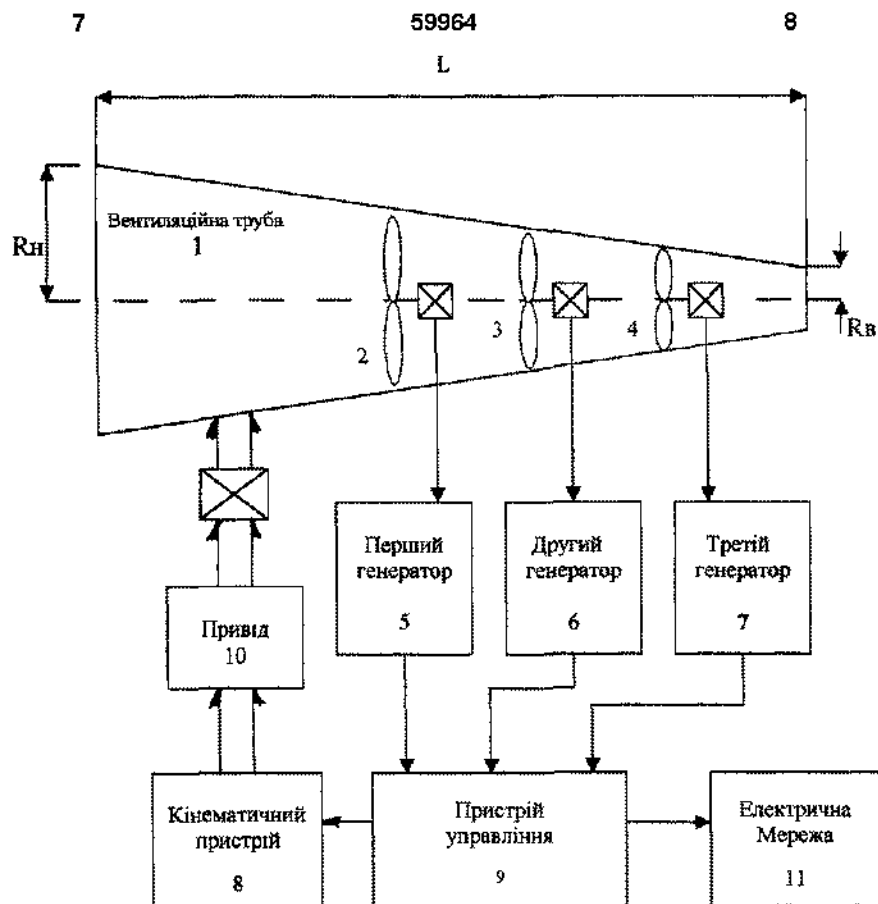
лена на телевізійних вежах, на дахах висотних будинків та підключена до загальної електричної мережі, віддаючи до неї велику кількість дешевої електроенергії, а це в масштабі всієї України може забезпечити досить вагомий економічний ефект при збереженні високих екологічних норм.

Джерела інформації

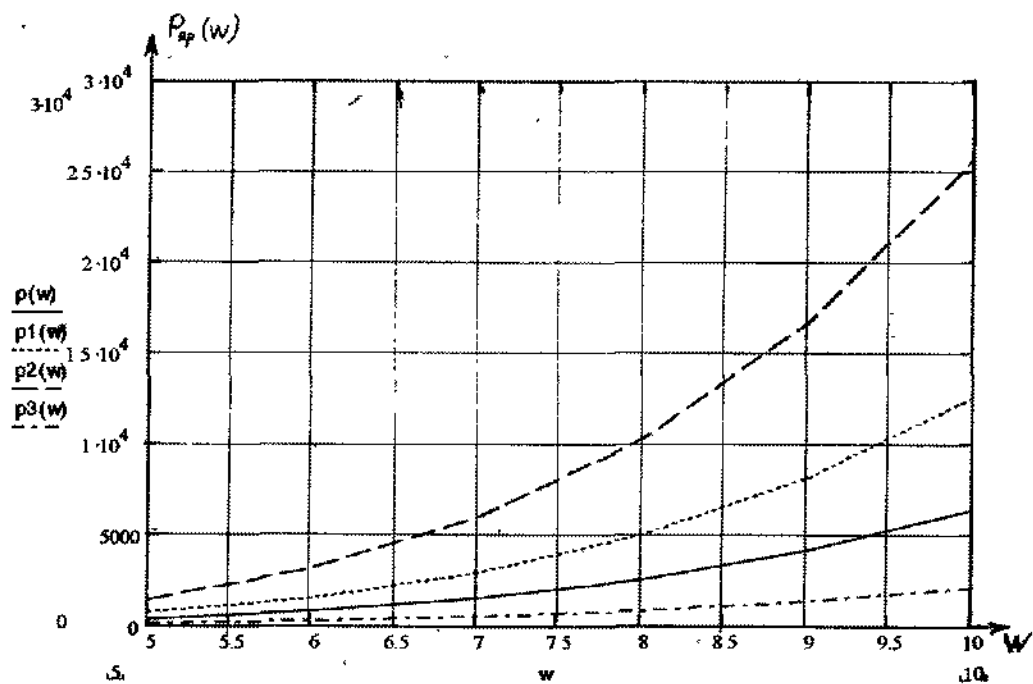
1 Патент України 5404, F03 D9/02

2 Патент Росії 2133873, 6 F03 D9/02

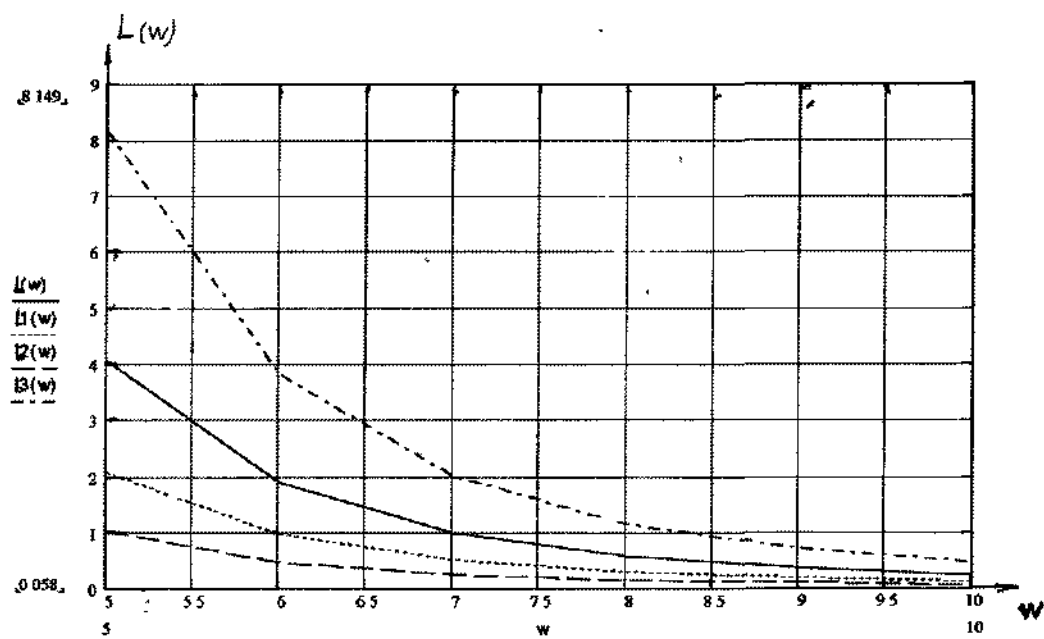
3 Кухлінг Х. Справочник по физике, М "Мир", 1982, 520с



Фіг. 1



Фіг. 2



фіг. 3