



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38867 (13) A

(51) 7 F03D1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ КРИЛЬЧАСТОГО ТИПУ

(21) 2000116258

(22) 06.11.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Федічев Олександр Захарович, Шумахер Юрій Вікторович, Луцишин Олександр Іванович, Михайліченко Олег Петрович

(73) Федічев Олександр Захарович, Шумахер Юрій Вікторович, Луцишин Олександр Іванович, Михайліченко Олег Петрович

(57) 1. Вітроенергетична установка малої потужності крильчастого типу, що містить вхідний конфузор і вітроколесо, направляючий апарат з гладкою конічною поверхнею, встановлений в конфузори перед вітроколесом і жорстко зв'язаний з перетворення валом вітродвигуна перетворення механічної енергії обертання вала в електричну енергію,

поворотну головку з пристроєм орієнтації вітроколеса по вітру, і щоглу, яка **відрізняється** тим, що вона додатково забезпечена другим співвісним вітроколесом такого ж діаметра, але з меншою кількістю лопатей, причому обидва вітроколеса жорстко зв'язані з валом вітродвигуна і розміщені в циліндричному турбінному відсіку, до переднього торця якого приєднаний вхідний конфузор, а до заднього прикріплений режектор, при цьому вітроколесо з великою кількістю лопатей розташовано з боку вхідного конфузора, а сумарна площа вихідних вікон режектора перевищує площу отвору вхідного конфузора.

2. Вітроенергетична установка малої потужності крильчастого типу за п. 1, яка **відрізняється** тим, що перед вихідними вікнами режектора встановлені спойлери для збільшення розрідження в режекторі.

Винахід відноситься до вітроенергетики і може бути використаний у вітродвигунах малої потужності крильчастого типу для отримання теплової і електричної енергії для задоволення енергетичних потреб споживачів в індивідуальних господарствах.

Відома вітроенергетична установка малої потужності крильчастого типу, що містить вітроколесо, перетворювач вітрової енергії в електричну, поворотну головку з пристроєм для орієнтації вітроколеса за вітром, і щоглу. Вітроколесо має лопаті, які прикріплені за допомогою махів до центральної втулки, яка жорстко пов'язана з валом вітродвигуна. Набігаючий вітровий потік впливає на лопаті, спричиняючи обертання вітроколеса і, відповідно, вала вітродвигуна. Останній обертає перетворювач енергії, що виробляє електричний струм (див.: А.с. СРСР № 1481456 кл. F03D9/30, опубл. 23.05.89, Бюл. № 19).

Недоліком цієї вітроенергетичної установки є те, що вона не може повністю використати енергію набігаючого вітрового потоку. Це зумовлене недосконалістю конструкції вітроколеса. Центральна частина вітроколеса містить трубчасті махи і центральну втулку, які не мають можливості сприймати тиск повітряного потоку, оскільки не володіють аеродинамічними властивостями, і навіть, деякою мірою, перешкоджають обертанню ві-

троколеса, створюючи опір рухомому повітряному потоку. Тому центральна частина повітряного потоку не використовується вітроколесом, що знижує ефективність відомої вітроенергетичної установки.

Цей недолік усунений у вітроенергетичній установці малої потужності крильчастого типу, що містить вітроколесо, перетворювач вітрової енергії в електричну, поворотну головку з механізмом орієнтації вітроколеса за вітром, і щоглу. У центрі вітроколеса встановлено вхідний конфузор, до якого жорстко прикріплені порожнисті лопаті вітроколеса. На консольних кінцях лопатей виконані периферійні отвори для проходження повітря. Ці отвори в лопатях спрямовані під певним кутом до набігаючого повітряного потоку. Набігаючий повітряний потік чинить тиск на лопаті і обертає вітроколесо. Центральна частина повітряного потоку потрапляє в конфузор і попадає всередину порожнистих лопатей. Далі повітря, виходячи із порожнистих лопатей через периферійні отвори, створює додатковий повітряний контур навколо вітроколеса. який посилює набігаючий повітряний потік. Посилення повітряного потоку сприяє збільшенню коефіцієнта використання енергії вітру (див.: А.с. СРСР № 1270407 кл. F03D1/06, опубл. 15.11.86, Бюл. № 42).

Недоліком цієї вітроенергетичної установки є те, що лопаті її вітроколеса зазнають додаткового

згинаючого навантаження, що може привести до їх руйнування. Це, загалом, скорочує термін служби вітроенергетичної установки. Наявність цього недоліку зумовлена тим, що периферійні отвори на консольних кінцях порожнистих лопатей розташовані в напрямі, протилежному напрямку руху повітряного потоку. Саме таке розташування периферійних отворів спричиняє рух повітря з лопатей проти напрямку руху повітряного потоку. При цьому різко зростає тиск на консольні ділянки лопатей, який приводить до їх вигину. Щоб уникнути поломки лопатей, необхідно збільшити їх жорсткість. Цього можна досягнути або збільшенням перерізу лопатей, або застосуванням для них надміцних матеріалів, що загалом, приведе до підвищення ваги і вартості вітроенергетичної установки. Крім того, створення повітряного додаткового зовнішнього контуру можливо лише в тому випадку, якщо набігаючий повітряний потік буде "ідеальним", тобто рухомим суворо паралельно поздовжній осі вітродвигуна (або суворо перпендикулярно вітроколесу) з постійною швидкістю по всій площі, що обметається вітроколесом. А це малоймовірно, оскільки вітроенергетичні установки малої потужності, як правило, мають щогли невеликої висоти, тому розташовуються в приземних шарах атмосфери, де переважають "нишпорячі" повітряні потоки, що характеризуються постійною мінливістю напрямку і швидкістю руху повітряної маси.

Найбільш близької за своєю суттю та ефекту, що досягається, і приймається за прототип, є вітроенергетична установка малої потужності крильчастого типу, що містить вхідний конфузор і вітроколесо з порожнистими лопатями і периферійними отворами для виходу повітря, направляючий апарат з гладкою конічною поверхнею, встановлений в конфузори перед вітроколесом і жорстко пов'язаний з валом вітродвигуна, перетворювач механічної енергії обертання вала в електричну, поворотну головку з пристроєм для орієнтації вітроколеса за вітром і щоглу. Лопаті вітроколеса виконані зігненими у напрямку, протилежному напрямку обертання вітроколеса. Периферійна частина набігаючого вітрового потоку чинить тиск на зовнішню поверхню зігнених лопатей, спричиняючи обертання вітроколеса. Центральна частина повітряного потоку попадає в конфузор і, під впливом направляючого апарату, поступає в порожнисті лопаті. Завдяки специфічному вигину лопатей, повітря з них виходить по дотичній до напрямку обертання вітроколеса, що сприяє збільшенню окружної швидкості обертання останнього. Завдяки цьому потужність установки зростає за рахунок повного використання енергії набігаючого повітряного потоку по всьому перетину вітроприймального пристрою вітроколеса (див.: А.с. СРСР № 55996 кл. F03D1/00, опубл. 30. 11.39).

Основним недоліком відомого вітроенергетичного агрегату є те, що центральна частина повітряного потоку, попадаючи в конфузор, різко змінює напрямок свого руху. Це зв'язано з тим, що вхідний отвір порожнистих лопатей вітроколеса розташовані перпендикулярно напрямку руху повітряного потоку, а також з тим, що задній торець конфузора повністю перекритий направляючим апаратом. Крім того, сумарна площа всіх вхідних отворів порожнистих лопатей значно менше площі

поперечного перетину конфузора. Тому пропускна спроможність отворів лопатей значно менше пропускної спроможності конфузора. Внаслідок цього, а також вимушеної зміни напрямку руху повітряного потоку, в конфузори виникає повітряна "пробка", перешкоджаючи розгону вітроколеса. Ця повітряна "пробка" знищує спробу використання центральної частини набігаючого повітряного потоку для збільшення швидкості обертання вітроколеса за рахунок продування порожнистих лопатей з нахиленими вихідними отворами. Таким чином, відома вітроенергетична установка, незважаючи на складність вітроприймального пристрою, володіє низьким коефіцієнтом використання енергії вітру.

Другим істотним недоліком відомої вітроенергетичної установки є те, що лопаті її вітроколеса мають досить складну конструкцію і мають низькі аеродинамічні властивості. Складність конструкції лопатей полягає в тому, що вони виконані порожнистими. Такі деталі, що мають до того ж складний просторовий профіль, виготовляти трудомістко, що, загалом, відібрається на собівартості вітроустановки. Оскільки вихідні отвори на консольних кінцях лопатей повинні забезпечити вихід повітря по дотичній до обертання вітроколеса, вони повинні бути сильно зігнені в радіальному напрямку. Такий вигин лопаті сприяє "зриву" повітряного потоку і не забезпечує належних аеродинамічних якостей, оскільки практично відсутня аеродинамічна площа. Таким чином, незважаючи на складність конструкції, лопаті не можуть ефективно сприймати енергію повітряного потоку, внаслідок чого ефективність такої вітроенергетичної установки знижується.

Третім істотним недоліком відомої вітроенергетичної установки є значні габаритні розміри, отже, і вага, вузлів, що обертаються, зокрема, вітроколеса. Низька ефективність використання енергії центральної частини повітряного потоку, змушує збільшувати розмір лопатей, отже, збільшувати розмір і вагу вітроколеса. А це, в свою чергу, приводить до посилювання вимог до балансування вітроколеса, до необхідності усунення радіального биття, до необхідності підвищення точності виготовлення деталей. Великі розміри вітроколеса змушують пропорційно збільшувати розміри пристрою орієнтації установки за вітром. Все це приводить до збільшення розмірів і ваги поворотної головки установки; отже, до збільшення навантаження на опорний підшипник, що знижує надійність експлуатації вітроенергетичної установки.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення коефіцієнту використання енергії вітру вітроенергетичної установки малої потужності з одночасним спрощенням конструкції вітроприймального пристрою і зменшення його габаритних розмірів і ваги за рахунок примусового збільшення швидкості набігаючого повітряного потоку шляхом зміни конструкції лопатей і особливого розміщення подвійного вітроколеса в конфузори.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що вітроенергетична установка малої потужності крильчастого типу, що містить вхідний конфузор і вітроколесо, направляючий апарат з гладкою конічною поверхнею, встановлений в конфузори перед вітроколесом і жорстко зв'язаний з валом вітродвигуна перетворення механічної енергії обертання

вала в електричну енергію, поворотну головку з пристроєм орієнтації вітроколеса по вітру і щоглу, додатково забезпечена другим совісним вітроколесом такого ж діаметра, але з меншою кількістю лопатей, причому обидві вітроколеса жорстко пов'язані з валом вітродвигуна і розміщені в циліндричному турбінному відсіку, до передаючого торця якого приєднаний вхідний конфузор, а до заднього прикріплений режектор, при цьому, вітроколесо з великою кількістю лопатей розташоване з боку вхідного конфузора, а також сумарна площа вихідних вікон режектора перевищує площу отвору вхідного конфузора. Перед вихідними вікнами режектора можуть бути встановлені спойлери для збільшення розрідження в режекторі.

Завдяки особливій формі конфузора, повітряний потік концентрується і прискорюється і, падаючи в турбінний відсік, обертає перше вітроколесо. Потім, частково "ослаблений" повітряний потік попадає на друге вітроколесо, також його обертає. Оскільки обидві вітроколеса закріплені на одному валу, їх сумарна потужність зростає. Режектор сприяє збільшенню швидкості руху повітряного потоку в турбінному відсіку за рахунок створення в його хвостовій частині розрідження повітря.

Сутність винаходу пояснюється ілюстративним матеріалом, на якому зображене наступне: фіг. 1 - загальний вигляд запропонованої вітроенергетичної установки; фіг. 2 - подовжній розріз поворотної головки, вигляд збоку; фіг. 3 - те саме, вигляд зверху; фіг. 4 - варіант поворотної головки із закріпленими спойлерами.

Запропонована вітроенергетична установка малої потужності крильчастого типу містить поворотну головку 1, розміщену на щоглі 2, наприклад, трубчастої конструкції. До поворотної головки 1 прикріплений пристрій орієнтації установки по вітру, який виконаний у вигляді флюгера 3 і горизонтальної штанги 4, яка жорстко зв'язує флюгер 3 з поворотною головкою 1.

На поворотній головці 1 встановлений турбінний 5 відсік, виконаний у вигляді циліндричного патрубку. До переднього торця турбінного відсіку 5 прикріплений вхідний конфузор 6, який служить для концентрації набігаючого повітряного потоку. Конфузор 6 має певну аеродинамічну форму, що забезпечує стиснення повітряного потоку без утворення турбулентної течії повітря в пристінних його зонах. За таку аеродинамічну форму доцільно використати добре відому в аеродинаміці форму сопла Лавалю.

До заднього торця турбінного відсіку 5 прикріплений режектор 7, який створює розрідження на виході турбінного відсіку і, так саме, прискорює рух повітряного потоку в турбінному відсіку 5. Для забезпечення ефекту розрідження повітря, вихідні отвори режектора 7 повинні мати площу, більшу, ніж площа отвору вхідного конфузора 6. В цьому випадку виникає перепад тиску повітряного потоку на вході в турбінний відсік 5 і на його виході. Саме різниця тиску і забезпечує додаткове прискорення повітряного потоку, а, як це загальновідомо, чим більше швидкість вітру, тим велику потужність розвиває вітроенергетична установка при незмінних габаритних розмірах.

Всередині турбінного відсіку 5 встановлені на загальному валі 8 два вітроколеса 9 і 10. На пе-

редньому торці вала 8 встановлений направляючий апарат 11, виконаний у вигляді конуса з гладкою поверхнею, вершину якого спрямовано назустріч набігаючому вітровому потоку. Направляючий апарат 11 направляє центральну частину вітрового потоку на лопаті першого вітроколеса 9. Таким чином, вхідний конфузор 6 і направляючий апарат 11, в сукупності, забезпечують повну концентрацію набігаючого повітряного потоку і його спрямовлення безпосередньо на лопаті першого вітроколеса 9, що забезпечує підвищення коефіцієнту використання енергії вітру.

На задньому торці вала 8 закріплений перетворювач 12 механічної енергії обертання вала 8 в електричну енергію (далі по тексті: перетворювач 12). У якості перетворювача 12 доцільно використати електрогенератор або електродвигун постійного струму. Корпус перетворювача 12 жорстко пов'язаний з турбінним відсіком 5 за допомогою радіальних пілонів 13.

На валу 8 встановлені два вітроколеса 9 і 10, причому кожне з них має різну кількість лопатей. Перше вітроколесо 9 встановлено з боку вхідного конфузора 6 має більше лопатей, ніж друге, а друге вітроколесо 10, встановлене з боку режектора 7.

Необхідність в різній кількості лопатей на двох вітроколесах 9 і 10, причому наявність більшої кількості лопатей на першому вітроколесі 9, пояснюється наступним.

Як відомо, швидкість обертання вітроколеса залежить від кількості в ньому лопатей. Чим більше лопатей, тим швидкість обертання вітроколеса менше. Тому багатолотатеві вітроколеса і прийнято, називати "тихохідними", а вітроколеса з малою кількістю лопатей "швидкохідними".

Оскільки перше вітроколесо 9 розташовано спочатку турбінного відсіку 5, то воно відбирає частину потужності набігаючого повітряного потоку. Повітряний потік, після проходження першого вітроколеса 9, стає дещо ослабленим внаслідок турбулентності і в такому стані попадає на друге вітроколесо 10. Якщо друге вітроколесо 10 буде мати таку ж кількість (або більше) лопатей, то менш могутній повітряний потік не зможе його розігнати до швидкості обертання, що перевищує швидкість обертання першого вітроколеса 9. В цьому випадку, друге вітроколесо 10 буде гальмувати вал 8 і, тим самим, знижувати потужність вітроенергетичної установки. Тому, в зв'язку з тим, що вітровий потік частково слабшає по мірі руху по турбінному відсіку 5, друге вітроколесо 10 повинне бути більш швидкохідним, ніж перше вітроколесо 9, тобто мати меншу кількість лопатей. У цьому випадку, швидкість обертання другого вітроколеса 10 зростає, збільшуючи сумарну потужність на валу вітродвигуна. При цьому режектор 7 сприяє прискоренню руху повітряного потоку в хвостовій частині турбінного відсіку 5.

Ще більшу швидкість руху повітряного потоку забезпечують спойлери 14, які закріплені із зовнішньої боку турбінного відсіку 5 перед його вихідними отворами. Маючи аеродинамічну форму, спойлери 14, утворюють прискорення потоку повітря перед отворами режектора 7. Оскільки повітря після спойлерів 14 проходить горизонтально (вздовж турбінного відсіку 5), то він утворює додаткову тягнення і, відповідно, додаткове розря-

дження в режекторі 7 і, тим самим, збільшує потужність вітроенергетичної установки.

Подальша сутність винаходу пояснюється спільно з принципом роботи запропонованій вітроенергетичної установки малої потужності крильчастого типу.

Поворотну головку 1 вміщують на щоглі 2 будь-якої конструкції на необхідній висоті. Обертання головки 1 в будь-якому напрямі в горизонтальній площині забезпечується опорним підшипником або роликовою коробкою (в зв'язку із загальновідомістю, на кресленнях не показані) в залежності від розмірів вітроагрегату. Автоматичний поворот головки 1 в напрямку вітру забезпечується флюгером 3.

Повітряний потік, попадаючи у вхідний конфузор 6, концентрується. Його щільність і швидкість руху зростають. Цьому ж сприяє направляючий апарат 11, який направляє центральну частину повітряного потоку на лопаті першого вітроколеса 9.

Концентрований повітряний потік входить в турбінний відсік 5, і попадає на перше вітроколесо 9 з великою кількістю лопатей і обертає його. Завдяки тому, що перше вітроколесо 9 жорстко пов'язане з валом 8, останній обертає ротор перетворювача енергії 12, виробляючи електричний струм. Далі, трохи ослаблений повітряний потік, просуваючись по турбінному відсіку 5, попадає на друге вітроколесо 10 з меншою кількістю лопатей. Завдяки більшій швидкодійності, друге вітроколесо 10 додатково розкручує вал 8, з яким також жорстко зв'язано, збільшуючи його швидкість обертання і, тим самим, збільшуючи потужність вітроенергетичної установки.

Режектор 7 сприяє прискоренню руху повітряного потоку в турбінному відсіку 5 за рахунок створення різниці тиску на його вході і виході, а спойлери 14 посилюють це розрядження. Таким чином, повітряний потік, проходячи через турбінний відсік 5, різко прискорюється за рахунок його концентрації на вході і розрядження на виході, що збільшує швидкість обертання вітроколес 9 і 10, збільшуючи потужність вітроенергетичної установки.

Потрібно відмітити, що розміщення вітроколес 9 і 10 всередині турбінного відсіку 5, сприяє збільшенню їх терміну служби. Це зв'язано з тим, що вітроколеса 9 і 10, виготовляються останнім часом з композиційних матеріалів та не зазнають впливу прямих сонячних променів, які, як відомо, руйнують полімерні матеріали.

Істотна відмінність об'єкта винаходу від раніше відомих полягає в тому, що запропонована вітроенергетична установка малої потужності крильчастого типу містить додатково режектор 7 і два віт-

роколеса 9 і 10 з різною кількістю лопатей, які розміщені на одному валу 8 в турбінному відсіку 5. Вказана відмінність дозволяє створити різницю тиску на вході і виході турбінного відсіку 5 і, тим самим, забезпечити його максимальне прискорення, а вітроколеса 9 і 10 з різною кількістю лопатей - забезпечують максимальне використання енергії набігаючого вітрового потоку. Це дозволяє, в сукупності, збільшити коефіцієнт використання енергії вітру і, тим самим, потужність вітроенергетичної установки без збільшення її ваги і габаритних розмірів, що економічно і соціально вигідно для вітроагрегатів, призначених для індивідуального використання споживачами. Жодна з відомих вітроенергетичних установок не може володіти відміченими властивостями, оскільки або не мають можливості ефективно прискорювати повітряний потік оскільки не використовують режектори в поєднанні з конфузорами, або не можуть ефективно використати енергію набігаючого повітряного потоку, оскільки не містять на одному валу декілька вітроколес з різною кількістю лопатей.

До технічних переваг запропонованої вітроенергетичної установки малої потужності крильчастого типу, порівняно з прототипом, можна віднести наступне: значне прискорення набігаючого повітряного потоку за рахунок його концентрації перед входом в турбінний відсік і розрідження після виходу з турбінного відсіку; висока ефективність використання енергії вітру за рахунок використання двох вітроколес з різною кількістю лопатей (або різного відповідного аеродинамічного профілю); спрощення конструкції за рахунок того, що лопаті вітроколес виконані суцільними, без специфічного вигину і особливого кріплення до валу вітродвигуна; зменшення габаритних розмірів і ваги установки за рахунок підвищення коефіцієнта використання енергії вітру; збільшення терміну служби за рахунок того, що вітроколеса, розташовуючись всередині турбінного відсіку, захищені від прямого впливу на них сонячних променів.

До соціальних переваг технічного рішення, що пропонується, можна віднести зниження аеродинамічного шуму за рахунок розміщення вузлів установки, що обертаються, в турбінному відсіку і підвищення безпеки експлуатації установки з тієї ж причини: у разі руйнування будь-яких вузлів вітроагрегату, вони залишаються в турбінному відсіку.

Економічний ефект від впровадження винаходу, порівняно з використанням прототипу, отримують за рахунок зниження вартості вітроенергетичної установки внаслідок зменшення її габаритних розмірів, ваги і спрощення конструкції, без погіршення експлуатаційних характеристик.

38867

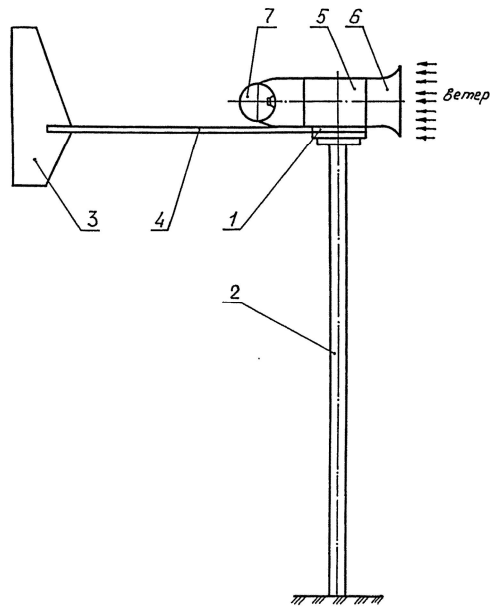


Fig. 1

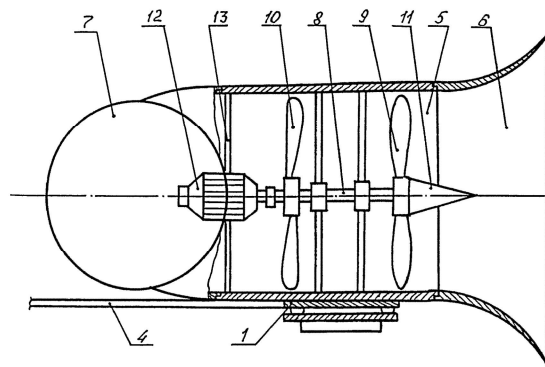


Fig. 2

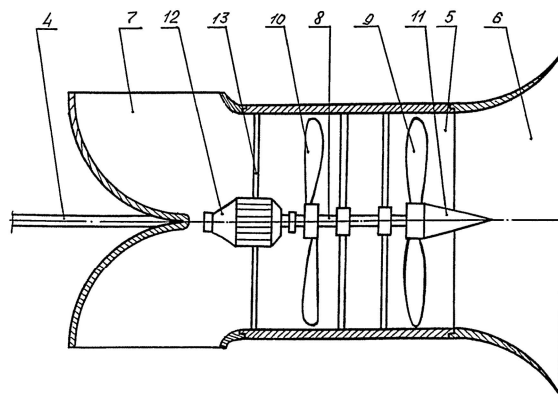
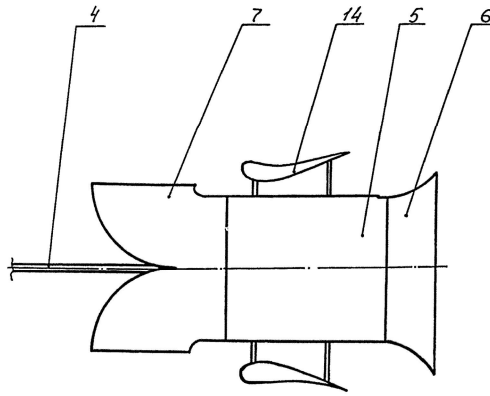


Fig. 3



Фіг. 4

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---