



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55941

(13) A

(51) 7 F03D3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАРУСЕЛЬНИЙ ПАРУСНИЙ ВІТРОДВИГУН СОЛОДОВНИЧЕНКА

1

2

(21) 2002076249

(22) 26 07 2002

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. №4, 2003 р.

(72) Солодовніченко Владислав Михайлович, Со-
лодовніченко Юрій Владиславович(73) Солодовніченко Владислав Михайлович, Со-
лодовніченко Юрій Владиславович(57) Карусельний парусний вітродвигун, що
містить вертикальний вал і радіальні лопаті, кожна
з яких виконана у вигляді прикріпленої до вала
рами і встановлених у ній з можливістю повороту
щодо осей клапанів, який відрізняється тим, що
рама має овальну форму, усередині її натягнутий

гнучкий пружний гамак, виконаний у вигляді ґрат з
підпружинених тросів і гнучкої пружної сітки, кла-
пани виконані різної довжини у вигляді полотнищ
прапорів із гнучкого парусного матеріалу,
взаємозв'язаних із плоскими пружними реями,
клапани шарнірно встановлені на вертикальних
тросах гамака і підвішені усередині рами на маят-
никових підвісах за реї в розгорнутому під власною
вагою стані з можливістю осьового зсуву уздовж
вертикальних тросів, сусідні рами, при парній їхній
кількості, установлені зі зміщенням по вертикалі
відносно одна одної на відстань не менше висоти
рами

Винахід відноситься до вітроенергетики, сто-
сується конструкції вітряних двигунів з вертикаль-
ною віссю обертання робочих органів у вигляді
гнучких парусів і може бути використаний для одер-
жання в господарстві країни невичерпної, еколо-
гічно чистої, безупинно поновлюваної, дарової
енергії вітру енергостанціями малої та середньої
потужності, що особливо стосується вітроустиатку-
вань, які експлуатуються в умовах вітрового режи-
му з різко мінливим - рвучим характером

Існує безліч конструкцій вітряних пристроїв,
що мають такі конфігурації своїх робочих органів,
завдяки яким у вітровому потоці виникають неси-
метричні сили, що забезпечують їм обертання,
поступальне переміщення або вібраційний рух за
рахунок сили аеродинамічного опору вітру чи(та)
піднімальної сили. Гнучкий вітрильний парус, що
одержав найбільше поширення на водяних транс-
портних засобах, є найбільш просто реалізованим
і удосконаленням вітроприймальним пристроєм з
найвищим коефіцієнтом корисної дії, що безпосе-
редньо використовує кінетичну енергію вітру для
поступального руху

Серед відомих вітряних двигунів, призначених
для перетворення пупсуючої енергії вітру в обер-
тальний рух, карусельний лопатевий вітродвигун
найбільш простий за будовою та в експлуатації, не
вимагає застосування спеціальних сервоприводів
для орієнтації робочих органів на вітер і додатко-

вих механічних перетворювачів руху. Відмінною
 рисою усіх карусельних вітродвигунів є їхня тихо-
хідність і значний рушійний момент на вихідному
 валу, що дозволяє використовувати їх за відповід-
 ним призначенням без застосування редукційних
 механізмів. Такі двигуни володіють високим пуско-
 вим моментом навіть при незначній швидкості ві-
 ру, а при великій швидкості, у силу своєї тихохід-
 ності, не вимагають застосування спеціальних
 складних пристроїв захисту

Відомий пристрій роторного щільного вітря-
 ного двигуна фінського інженера Савеніуса [БСЭ
 №4, третье издание, - М. Советская энциклопе-
 дия, 1971, с. 589, рис 16, Ветроэнергетика / Под
 ред. Д. де Реизо. Пер. с англ., под ред. Я. И. Шеф-
 тера - М. Энергоатомиздат, 1982 - 272с., ил.], що
 містить вертикальний вал, взаємозв'язаний з ро-
 тором, виконаним з розрахованою кількістю одно-
 типних робочих радіальних лопатей - лопаток у
 вигляді напівциліндрів чи півсфер, звернених сво-
 єю опуклою стороною убік обертання. У такого
 карусельного ротора коефіцієнти аеродинамічного
 опору потоку вітру для спрямованих убік обертан-
 ня навколо єдиної вісі лицьових опуклих і назад їм
 орієнтованих тильних увігнутих сторін лопаток
 відрізняються один від одного по величині, що при
 напорі вітру визначає появу корисного крутного
 моменту через невірноваженість сил які виника-
 ють на протилежних сторонах цих діаметрально

(13) A

(11) 55941

(19) UA

щодо вісі обертання рознесених лопаток і визначення працездатності відомого втродвигуна поза залежності від горизонтального напрямку руху потоків повітря. Крім сили аеродинамічного опору відомий вітряк приводиться у рух завдяки піднімальній силі що виникає за рахунок швидкісних потоків вітру котрі обтікають опуклі лицьові сторони його лопаток і яка в кілька разів більш ефективна ніж сила аеродинамічного опору. Коефіцієнт використання енергії вітру такого пристрою досягає 18%

Однак цей пристрій має недоліки, пов'язані з відносною складністю своєї конструкції, її громіздкістю, матеріалоемністю, необхідністю застосування дорогої формотворної техніки при виготовленні та принциповими обмеженнями можливостей для збільшення потужності приводу. Різниця величин коефіцієнтів аеродинамічного опору різних сторін лопаток обмежена як природними властивостями фізичних явищ, так і ступенем відповідності форми реальних лопаток їх оптимальним теоретичним моделям. При русі назустріч потоку вітру, лопатки чинять йому опір і визначають вітроколесу шкідливий гальмовий момент.

В міру нарощування енергетичних можливостей такого двигуна за рахунок збільшення площі жорстких робочих лопаток, його маса і момент інерції ростуть у більш стрімкій ніж потужність пропорції що різко знижує ефективність його використання.

Крім пристроїв з незмінною у процесі своєї роботи геометрією ротора, існують вітряні двигуни, лопати вітроколеса яких включають у свій склад окремі рухливі щодо них за допомогою потоку вітру складові робочі елементи. Ці елементи призначені для збільшення рушійного моменту сил за рахунок зменшення опору ротора об зовнішнє середовище шляхом періодичної цілеспрямованої зміни по величині парусності робочих органів у залежності від напрямку руху щодо вітру.

Найбільш близьким запропонованому по своїй технічній сутності є карусельний втродвигун по а.с. СРСР №1537885, що містить вертикальний вал і радіальні лопати кожна з яких виконана у вигляді прикріпленої до вала рами і встановлених у ній з можливістю повороту щодо горизонтальних осей паралельних клапанів, виконаних у вигляді жорстких пластин. Для підвищення коефіцієнта використання енергії вітру шляхом прискорення переведення клапанів із флюгерного положення у робоче, віддалений від вала край кожної пластини клапана відігнутий на гострий кут від її площини.

Однак цей втродвигун має недоліки, зв'язані з тим, що він вимагає застосування клапанів із жорстких матеріалів, а це збільшує масу ротора і є обмеженням у нарощуванні потужності вітряка. При зміні положення лопатки стосовно потоку вітру, усі жорсткі клапани-пластини роблять різкий поворот у кутовому напрямку, що приводить до їх ударів один по одному й елементам жорсткої лопати викликає шум, вібрацію і руйнує конструкцію вітряка. При переводі клапанів повітряним потоком із горизонтального флюгерного у робоче вертикальне положення і навпаки вони повертаються щодо горизонтальних осей, що знаходяться в обертальному русі навколо вертикальної вісі ротора.

При цьому потоку вітру необхідно перебороти по-перше, консервативну силу ваги окремих пластин клапанів, по-друге, сили інерційного характеру відцентрову, коріолісову і проскопичну, по-третє, сили аеродинамічного опору повітря, оскільки при обертальному русі різні частини плоского клапана, що розташовані на різній відстані від центра обертання вітроколеса, у один і той же час на перехідних ділянках свого руху випробовують під натиском повітряного потоку навантаження з різних своїх сторін. На ділянки лопаток, розташованих ближче до центра обертання ротора, діють рушійні убік переміщення сили, а далі розташовані від вісі обертання ділянки короткочасно сприймають опір своєму руху. Це приводить до виникнення крутого моменту сил уздовж довжини клапана, а, крім того, створює умови для запізнювання відкриття і закриття клапанів, що гальмує ротор і зменшує ефективність роботи двигуна.

Навантаження, що мають місце на клапани та їхні вісі, вимагають підвищення жорсткості цих елементів, а це приводить до зростання їхньої маси. Ротор з великою масою рухливих елементів не може бути відбалансованим попередньо і у процесі своєї роботи постійно підпадає під пагубний вплив дій інерційних сил. Чим більше маса і вага клапанів тим більший аеродинамічний гальмовий момент вони творять ротору у флюгерному стані.

Крім того, при такій конструкції виконання поверхні кожної з лопаток може бути тільки плоскою формою, що, по-перше, різко знижує коефіцієнти їхнього аеродинамічного опору, а по-друге, при такій формі зовсім відсутня принципова можливість використання більш ефективних піднімальних сил за рахунок обтікання повітряними потоками лицьових поверхонь лопаток.

Конструкції відомих карусельних втродвигунів не дозволяють розвинути частоту обертання ротора при якій лінійна швидкість кінців їхніх лопатків перевищила б швидкість вітру, відрізняється високою собівартістю і, унаслідок значної металоемності своїх великих площ рухливих робочих поверхонь, роблять перешкоди для прийому радіо і телепередач.

В основу цього винаходу покладена задача створення карусельного парусного втродвигуна, конститутивні особливості якого забезпечили б підвищення ступіня його енергетичної досконалості при значному спрощенні конструкції.

Рішення поставленої задачі забезпечується тим, що в пристрої карусельного парусного втродвигуна Солодовніченко, що містить вертикальний вал і радіальні лопати кожна з яких виконана у виді прикріпленої до вала рами і встановлених у ній з можливістю повороту щодо осей клапанів, рама має овальну форму, усередині її натягнутий гнучкий пружний гамак, виконаний у вигляді ґрат з підпружених тросів і гнучкої пружної сітки, клапани виконані різної довжини у виді полотнищ прапорів із гнучкого парусного матеріалу взаємозв'язаних із плоскими пружними реями, клапани шарнірно встановлені на вертикальних тросах гамака і підвищені усередині рами на маятникових підвісах за реї в розгорнутому під власною вагою стані з можливістю осевого зсуву уздовж вертикальних тро-

сів, сусідні рами, при парній їхній кількості, установлені зі зміщенням по вертикалі відносно один одного на відстані не менш висоти рами

У відзначеності від прототипу, у якому основні елементи робочих органів, що виконують функції клапанів, являють собою важкі малої робочої площі і, отже, великої кількості плоскої форми, жорсткі однотипні пластини, що установлені на горизонтальних осях з можливістю повороту щодо них, відповідно до винаходу ці елементи виконані гнучкими. Клапани представлені у вигляді розгорнутих під власною вагою поворотних прапорів різної довжини, що виготовлені з парусини і шарнірно закріплені за допомогою рей на гнучкому ґратчастому гамаку

Гамак утворений усередині овальної рами, у якій протилежні сторони вигнуті дугами опуклості назовні за рахунок стягування цих сторін між собою системою підпружених тросів і гнучкою пружною сіткою. Прапори з'єднані з поворотними реями і шарнірно встановлені разом з ними на вертикальних тросах рухливо щодо їхніх паралельних осей і підвішені усередині рами за допомогою маятникових підвісів. Сусідні рами, при парній їхній кількості, установлені зі зміщенням по вертикалі відносно один до одного на відстані не менш висоти рами

У результаті цього, при заданих розмірах рам за рахунок установлення клапанів на вертикальних осях-тросах, стало можливим застосовувати малоінерційні клапани у виді прапорів великого розміру і меншої складової кількості

За допомогою вертикальних тросів визначена можливість одержання гнучких осей для клапанів-прапорів з реями і їхнім шарнірним взаємозв'язком з гамаком. Завдяки маятниковим підвісам, при відсутності вітру, забезпечене їх плавне автоматичне самоустановлювання за рахунок сили ваги у вихідне передпускове робоче положення і потреба в незначному силовому впливі зустрічного вітру для виходу прапорів у флюгерний стан. При цьому легкі різнодовгі гнучкі прапори активно реагують на рух повітря й одержують можливість, вільно згинаючись щодо вертикалі, орієнтуватися уздовж ліній його струму. Усе це, поряд з незначністю діаметральних розмірів і сумарною лобовою площею обтічної циліндричної форми міцних підпружених гнучких елементів тросів і сітки гамака, дозволяє чинити лопатці мінімальний аеродинамічний опір при її русі назустріч вітру

За рахунок застосування гнучких малоінерційних клапанів з парусини впроустановка одержує властивість швидкої адаптації на мінливий по напрямку вітер, що значно знижує проявлення пагубного впливу сил інерційного й аеродинамічного характеру на рух тихохідного впряга. При цьому цілком виключається негативний вплив великої площі рухливої пружної вітрильної парусної поверхні на трансляцію радіо і телепередач

Застосування гнучкого, натягнутого за допомогою пружних елементів (пружин) гамака усередині рами з плавно вигнутими сторонами обода дає можливість зміцнити саму раму і зробити її більш жорсткою. Така система при значних розмірах володіє високими міцнісними і демпферними властивостями і призначена для використання в умо-

вах вкрай різких поривів вітру. Це дозволяє нарощувати довжину периметра рам і одержувати ґрати з великою охоплюваною і малою побовою площею, що вільно продуваються повітрям при русі рами на вітер, а також виконують функцію міцної гнучкої опорної поверхні для укладання на неї еластичних клапанів і одержання єдиного гнучко-натягнутого гамака з парусом при русі її по вітру

Завдяки гнучкому пружному гамаку зі сформованою на ньому під впливом вітрового потоку парусною поверхнею забезпечується одержання податливої увігнуто-опуклої форми активної вітроприймальної лопаті з автоматично змінюванням в широких межах її аеродинамічними якостями. Це дає можливість різко збільшити коефіцієнт аеродинамічного опору кожної увігнутої лопаті винаходу в порівнянні з плоскою у прототипу і, крім того, за рахунок ефекту обтікання швидкісним потоком повітря опуклої і направленої убік руху парусної поверхні, дозволяє використовувати додаткові і більш діючі рушійні піднімальні сили

За рахунок гнучких, еластичних властивостей елементів паруса і сітки величина цього ефекту збільшується внаслідок одержання складної хвилястості форми на опуклій мережчастій поверхні паруса в результаті локальних і регіональних прогинів тонкого гнучкого тіла парусини клапанів в чарунках сітки і разом із сіткою в вікнах ґрат тросів, що приводить до одержання робочої парусної поверхні за принципом конструкції парашутів типу «літаюче крило» чи гофрованої поверхні крил і фюзеляжу вантажних транспортних літаків. У результаті кожна одиниця площі вітроприймальної лопатки працює більш ефективно, ніж у прототипу і має більш високі вітрильні властивості та енергоуповнюючі здібності

Оскільки всі рами на вітроколісї при парній їхній кількості установлені зі зміщенням по вертикалі, сусідні робочі лопаті, при спільному їхньому русі в активній вітроприймальній зоні, не перекривають один одному набігаючий на них потік повітря. Це дозволяє додатково збільшити можливість приймання кінетичної енергії вітру для винаходу

Завдяки тому що клапани виконані з еластичного матеріалу, що має високий коефіцієнт внутрішнього тертя і встановлені на вертикальних осях, при переході з флюгерного стану у робочий з визначенням перешкоди руху вітру, вони не різко ривком, а поспідовно і плавно хвилюю м'яко лягають на опорний пружний, демпфуючий удари гамак і формують усередині рами єдину великої площі гнучку парусну поверхню. Перехід клапанів з робочого у флюгерний стан відбувається в зворотній послідовності також плавно, без ударів і плещу. При цьому проява негативного впливу навантажень динамічного й аеродинамічного характеру і зв'язаних з ними шкідливих зусиль та шуму майже цілком виключається

При ураганному вітрі з великим енергетичним потенціалом периферійні прапори автоматично східчасто виключаються з роботи і переходять у флюгерний стан, що різко знижує опір зустрічного повітряного потоку, дозволяє кінцям лопатків рухатися з лінійними швидкостями вище швидкості вітру (як у крильчастих чи ортогональних вітродвигунів) і зменшує шкідливі навантаження на них і

конструкцію щогли

Завдяки гнучкості малоінерційних клапанів забезпечується висока їх прийомистість на мінливий по напрямку вітер, що дозволяє встановлювати запропонований вітровагу на недорогій, малої висоти щоглі й експлуатувати його в польових умовах приземних пульсуючих вітрів зі складним гасаючим характером

Усі складові гнучкі елементи великих лінійних розмірів і площ при незначній товщині і масі на одиницю площі котрі складають робочий парус, навантажуються тільки силами, що їх розтягують, а елементи жорсткої рами квазі-рівномірно розподіленими подовжньо стискаючими зусиллями, що є раціональною відмінною рисою винаходу. Це сприяє підвищенню його міцнісних властивостей і надійності у роботі при ажурності конструкції. Крім того, це дозволяє використовувати доступні дешеві складові і різко знизити матеріалоемність і масу вітроприймального улаштування мережчастих лопатків у розрахунку на одиницю площі їхньої робочої поверхні

За рахунок проведених нововведень у запропонованого винаходу з'являються нові кількісні і якісні переваги, що зв'язані зі збільшенням коефіцієнта використання енергії вітру, з різко зменшеною матеріалоемністю на одиницю встановленої потужності підвищення питомої потужності на одиницю маси вітровагу, потенційними можливостями по збільшенню його потужності

Усе це сприяє підвищенню ступеня енергетичної досконалості вітровагу при значному спрощенні конструкції, що припускає можливість його широкого поширення і використання по прямому призначенню як механічного рушія, у тому числі в умовах низькоякісних вітрів з мінливим рвучим характером

На фіг 1, 2 в аксонометрії зображені в загальному вигляді принципові схеми запропонованого вітровагу з трьома (фіг 1) і чотирма (фіг 2) лопатками, на фіг 3, 4 будова окремих лопаток його лопатків, на фіг 5-14 схеми, що ілюструють роботу вітряного двигуна

Вітровагу містить у собі вертикальний вал 1 (фіг 1, 2) встановлений у підшипниках на щоглі (не показана), котра на відкритому вітрі місці може мати незначну висоту, визначену умовами безпеки його експлуатації. На верхньому кінці вала 1 жорстко закріплений ротор вітряне колесо 2 з легким несучим каркасом порожньої трубчастої конструкції, а нижній кінець вала 1 через муфти зчеплення і граничного крутного моменту, взаємозв'язаний зі споживачем силового обертального руху (не показаний)

Колесо 2 складається з маточини 3 з жорстко закріпленими на ній трьома чи чотирма радіальними лопатками 4 і являє собою в плані трипелюсткову фігуру (фіг 1) чи фігуру у виді рівностороннього хреста (фіг 2). Кожна з лопаток 4 містить у собі несучу державку 5, взаємозв'язану з парусним вітроприймальним виконавчим пристроєм - лопаткою 6 на своєму консольному кінці. При цьому у вітролопатевого вітровагу усі лопатки ідентичні один одному. Для вітролопатевого двигуна (парна кількість лопаток) діаметрально рознесені щодо осі вала 1 дві пари лопаток 4' і 4'' конструк-

тивно виконані трохи по різному. Лопатки 6' лопатків 4' встановлені з вертикальною орієнтацією своїх площин під державками 5', у нижньому ярусі ротора, а лопатки 6'' лопатків 4'' - над державками 5'', у його верхньому ярусі

Жорстким ажурним ободом несучого каркаса кожної лопатки 6 служить легка міцна рама овальної форми у вигляді криволінійної трапеції (фіг 3, 4), утвореної за рахунок взаємозв'язку з державкою 5 плоско напружено-вигнутою і жорстко прикріпленою до неї своїми кінцями порожньої дуги 7, виконаної з трубчастого профілю (рами показані з легко зігнутими сторонами)

Для збільшення жорсткості вітролопатевого ротора до дуг 7 кожної з лопаток 6 прикріплений подовжуючий риг 8 (фіг 2), що гнучко взаємозв'язаний своїм консольним кінцем за допомогою розтяжки 9 з однією із двох сусідніх державок 5. Усі-ж сусідні кінці державок 5 з'єднані між собою за допомогою гнучких розтяжок (тросів) 10. У конструкції вітролопатевого ротора зв'язки за допомогою рогу 8 відсутні, але є з'єднання нижніх частин лопаток за допомогою розтяжок 10' і 10'' (фіг 1)

Усередині кожної рами (фіг 3, 4) з рівномірним розподілом по її внутрішньому просторі і з частковим взаємним переплетенням між собою встановлені і взаємозв'язані своїми кінцями з протилежними її сторонами ряд натягнутих гнучких зв'язків вертикальних і майже горизонтальних тросів 11 і 12

Задані довжини кожного з цих тросів визначені декілька більше відстаней між точками кріплення їхніх кінців на рамі. Для натягу кожного з тросів 11 чи 12 служить окрема, заданої жорсткості пружина розтягання 13, закріплена одним зі своїх кінців на ободу лопатки 6, а другим на відповідних тросах 11 і 12. У вихідному, натягнутому за допомогою пружин 13 стані, система тросів 11 і 12 усередині овальної рами утворює рідкі виялоподібні пружно-гнучкі міні-ґрати з вікнами плоскої чотирикутної форми

Усі лопатки мають однотипну між собою конструкцію з неprincipовими відмінностями лише між лопатками верхнього і нижнього ярусів ротора з парною кількістю лопаток (фіг 3, 4). Крім того, у лопатках вітролопатевого ротора роги 8 відсутні

Ті з двох поверхонь кожної лопатки, що при роботі вітровагу спрямовані убік руху ротора, далі будуть називатися лицьовими сторонами, а зворотні їм - тильними сторонами лопаток

З тильної сторони поверх рідких ґрат із тросів на обід кожної лопатки 6 натягнута і закріплена на ньому, а також на деяких тросах 11 і 12 м'яка гнучка пружна тонка міцна сітка 14 з більш дрібними чарунками стосовно розмірів вікон ґрати. Система тросів із сіткою утворюють в ободу кожної з лопаток плоско натягнутий гнучкий гамак

До деяких тросів 11 з боку тильної поверхні гамака, однієї зі своїх вертикальних торцевих сторін, з можливістю повороту щодо осей тросів, прикріплені робочі органи у виді трьох (для прикладу) гнучких вітроприймальних елементів-клапанів порожньої клапанної системи, улаштованих за принципом вертикально орієнтованих жалюзі. Клапани виконані у вигляді прапорів 15 трапецевидної форми і виготовлені з легкого і міцного текстильного

матеріалу заданої повітряпроникливості, подібного по своїм властивостях парусині чи парашутній тканині

У верхній частині кожного прапора 15 прикріпленій поворотний кронштейн - пружно податлива щодо вертикалі рея 16, призначена для втримання полотнища прапора в підвищеному, плоско розгорнутому стані. Рей 16 мають у плані форму куточка, виготовлені з пружного і тонкого листового матеріалу малої щільності і взаємозв'язані своїм вертикальним торцем з тими ж, що і прапори 15 тросами 11 з можливістю зворотного-коливального і незначного осевого переміщення щодо них. На фіг 3, 4 прапори 15 з реями 16 показані в перпендикулярно повернутому і плоско розгорнутому положенні до площини натягнутого гамака

Для запобігання зсуву рей 16 із прапорами 15 уздовж тросів 11 під дією своєї сили ваги та для надання можливості полотнам прапорів у вільному стані самовстановлюватися у вихідне штатне (з поворотом до вісі обертання ротора на упор у гамак) положення, рей 16 підвищені на заданому рівні усередині рам лопаток 6 за допомогою гнучких зв'язків - маятникових підвісів 17

При цьому один з кінців кожного підвісу 17 закріплений поруч з верхнім кріпленням троса 11 на рамі з деяким зміщенням до центра ротора, а другий кінець закріплений зі зміщенням у ту ж сторону на нижній кінцевій вертикальній частині куткової рей 16 з боку поверхні прапора призначеної для упора у гамак

Кожний з окремих прапорів з реєю на одній з лопаток взаємно відрізняються один від одного вертикальними і горизонтальними розмірами, а також формою своїх похилих ділянок. Довжина кожного з прапорів на окремій лопатці в загальному випадку має різний розмір, що вибирається виходячи з конкретних особливостей використання втродвигуна

У запропонованій конструкції кожний із прапорів, розташованих далі від вісі обертання, має довжину більше попереднього. Вертикальні і горизонтальні їхні розміри і форма обрані такими, щоб при повороті усіх прапорів щодо своїх тросів 11 у штатне, не навантажене втрим стійке і складене до центра обертання ротора положення, мало місце повне їхнє уписування у контур трапецієподібної рами, що обрамляє лопатки 6 і повне перекриття гратчасто-сітчастої поверхні гамака з гарантованим напуском сусідніх прапорів один на одного (фіг 1, 2)

Через схожість пристроїв, подальші пояснення подаються для більш загальної конструкції чотирихлопатевого втряного двигуна, що показаний на фіг 2

Запропонований втродвигун (на подальших схемах представлений горизонтальними перерізами у середній по висоті лопаток частині у плані втпроколеса) працює таким чином

У вихідному стані (фіг 5) під час штилю і довільному кутовому положенні ротора, полотнища всіх прапорів 15 з реями 16 під дією консервативних сил своєї ваги і за рахунок маятникових підвісів 17 автоматично самовстановлюються у вихідне стійке штатне положення з поворотом у бік центра обертання ротора і легким упором у гратчасто-

сітчасту поверхню гамака своєї лопатки з деяким перекриттям своїми кінцями один одного

Якщо в безвітряну погоду ротор втродвигуна примусово розкрутити зовнішнім рушійним моментом з деякою кутовою швидкістю со проти напрямку руху годинної стрілки (фіг 6), то прапори 15 на його лопатках під дією зустрічного своєму відносному руху потоку повітря, легко відхиляться на маятникових підвісах і повернуться у флюгерне положення. При цьому прапори з реями декілька перемістяться нагору уздовж своїх вертикальних осей-тросів 11 і ненабагато зарядяться потенційною механічною енергією пропорційною куту свого відхилення від первісного положення

Малоінерційні великої площі прапори, як показують розрахунки і підтверджує практика, розгортаються та стануть майорити уздовж ліній відносного струму повітря і здійснювати рух по замкнутим траєкторіях, близьким до поверхонь концентричних циліндрів. Полотнища більш довгі їх прапорів, розташованих далі від центра обертання, будуть розправлятися більш швидкісним відносним потоком повітря

При цьому кожній лопатці буде визначена мінімальна парусність і це робить їх майже вільними для проходження крізь своє гратчасто-сітчасте тіло повітряної маси в порожньому просторі між утворюючими гамак циліндричної обтічної форми тросами 11, 12 і складовими елементами сітки 14, а також рідким вертикальним рядом тонких полотнищ прапорів 15, що в розгорнутому флюгерному стані будуть майорити уздовж ліній повітряного струму. Тому цей потік буде чинити незначний гальмовий вплив лопаткам втпроколеса, котрі у флюгерному кутовому положенні умовно будуть виконувати пасивну втпропереробну роль (жорсткі частини лопатків показані штрих-пунктирними лініями)

При знятті рушійного моменту і вибігу ротора, під дією незначної частини сил своєї ваги всі прапори за рахунок маятникових підвісів плавно повернуться у своє вихідне штатне положення (фіг 5)

Якщо ж ротор примусово змусити обертатися в зворотному напрямку (фіг 7), то всі прапори на поверхнях своїх гамаків під дією зустрічного потоку повітря активізуються зчинять йому опір і навантажаться протилежно спрямованою його руху нерівномірною розподіленою силою. Роз'єднані полотнища прапорів на кожній лопатці пригорнуть до свого гамака внапуск своїми кінцями один на одного і фрикційно зафіксуються на ньому з об'єднанням у єдину втрильну систему інтегрованого гнучкого паруса на кожній лопатці

Під натиском повітряної маси, розтягуючи пружини 13, кожен гамак глобально прогнеться у жорсткому ободі рами лопатки 6 і одержить форму профілю своєї робочої поверхні по подоби купола парашута, зверненого увігнутою своєю стороною назустріч щодо себе руху потоку повітря (інтегровані паруси на вигнутих гамаках показані жирними лініями, а великими крапками виділені окремі троси 11, на яких закріплені прапори 15)

Сама ж ця мережчаста поверхня покриється більш дрібними регіональними і локальними куполами, утвореними внаслідок натягу і прогину ділянок прапорів 15 із сіткою 14 у вікнах і'рат із тросів

11 і 12 і прапорів 15 в чарунках сітки 14 (на схемах не показано). Усе це приведе до різкого зростання, у кілька разів більше в порівнянні з плоскою поверхнею, коефіцієнта аеродинамічного опору лопатки і пропорційно зв'язаною з ним силою аеродинамічного опору потоку повітря.

Зі збільшенням кутової швидкості ротора ω (фіг 8) збільшаться лінійні швидкості набігання окремих струменів потоку повітря на різні ділянки лопатки і квадратично взаємозалежні з цими швидкостями сили опору руху останніх. При цьому форма купола вигнутого паруса залежить від розподілу швидкостей окремих струменів повітряного потоку, що напірають на різні його ділянки, щільності матеріалу паруса і пружних властивостей гамака, визначених особливостями побудови рами та пружинами 13. У загальному випадку ці швидкості і сили будуть тим більше, чим більше ω і ніж далі розташований відповідний елемент паруса від центра обертання (фіг 7, 8).

В міру збільшення сили аеродинамічного впливу на гамаки з інтегрованими парусами, останні вигнуться більше, збільшуючи свої можливості робити перешкоду відносному руху повітря за рахунок росту коефіцієнта аеродинамічного опору, функціонально взаємозалежного з величиною, що характеризує увігнутість форми паруса усередині рами лопатки. Крайньою величиною цієї увігнутості буде відповідати стан, коли всі троси 11 і 12 до межі виберуть свої довжини в просторі між протилежними точками свого кріплення з ободом рами лопатки і цілком прогнувшись пружно натягнуться на ньому.

У реальних умовах, у первісний момент часу під дією натиску потоку вітру 18 (показаний лініями свого струму), унаслідок того, що діаметрально рознесені щодо вісі обертання лопатки завжди орієнтуються на потік вітру різними своїми сторонами, окремі прапори на лопатках, що спрямовані своєю лицьовою стороною йому назустріч, розгорнуться у флюгерне положення і будуть майоріти паралельно цьому потоку. Розрізнені прапори на інших лопатках пригорнуться потоком вітру до гамака, фрикційно зафіксуються на ньому з об'єднанням у єдині інтегровані паруси, що активізуються на прийом кінетичної енергії вітру.

На фіг 9 показаний окремий випадок, коли напрямком потоку вітру збігається з початковою подовжною орієнтацією двох лопатків, а на фіг 10 - загальний випадок, коли лопатки у вихідному стані зорієнтовані щодо вітру довільно.

Лопатки, сполучені з вертикальною площиною 19, що проходить паралельно потоку вітру 18 через вісь обертання вала 1 (показана пунктирною лінією), займуть нейтральне, урівноважене зовнішніми силами положення (фіг 9).

При нерухомому роторі площина 19 обумовлює границю розділу між активною (робочою) і пасивною (флюгерною) зонами взаємодії лопаток з паралельно рухливими шарами повітря потоку вітру 18.

У результаті, за рахунок прямого регулюючого впливу вітру, автоматично різко змінюються лобові площі лопаток (площа проекції лопатки-паруса на площину, перпендикулярну напрямку її руху щодо потоку повітря) на лопатках ротора, діаметрально

відносно один одного рознесених і що знаходяться по різні сторони площини 19.

Разом з цим, під впливом швидкісного напору погожого вітру 20, що обгинає і обтікає повітряним потоком опуклі навпроти лицьові сторони активних лопаток, останні будуть навантажені додатковою розподіленою аеродинамічною тяговою убік обертання піднімальною силою (фіг 9, 10). Ефективність цієї сили може значно перевершувати силу аеродинамічного опору і додатково збільшується за рахунок хвилястості опуклої поверхні паруса внаслідок прогину надутих ділянок прапорів 15 із сіткою 14 у вікнах ґрат із тросів 11 і 12 і прапорів 15 в чарунках сітки 14 аналогічно принципу дії конструкціям парашута типу «літаюче крило» чи тихосидних вантажних транспортних літаків з гофрованими поверхнями крил і фюзеляжу.

Порівняно невеликі сили впливу потоку повітря, що дають на поверхні обтічної форми невеликої лобової площі жорстких державок з рамами лопатків, гнучких розтяжок і т.п. вітроколеса, котрі знаходяться по різні сторони площини 19, будуть частково компенсувати один одного щодо вісі обертання ротора.

Унаслідок невірноваженості зовнішніх, що штовхають лопатки, зусиль щодо загальної вісі обертання, ротор навантажиться рушійним моментом, котрий, переборюючи сили корисного і шкідливого опору, розжене і почне обертати його проти напрямку руху годинної стрілки з деякою кутовою швидкістю ω .

Величина сталої кутової швидкості обертання ротора ω залежить від лінійної швидкості вітру, а також моменту сил опору руху вітроколеса і буде збільшуватися в міру росту цієї швидкості і зменшуватися в міру збільшення цього моменту.

З поворотом ротора і переміщенням лопатки з пасивної зони в активну її прапори ляжуть на гамак, об'єднаються в єдиний парус, перекриють прохід повітря в отворах сітки гамака і почнуть активно взаємодіяти з потоком вітру, виконуючи основну рушійну роль. З відходом із під активного впливу вітру і з переміщенням лопаток з активної зони в пасивну, прапори під натиском зустрічного повітря повернуться в його орієнтуючому потоці і приймуть стійке флюгерне положення.

За рахунок того, що сусідні лопатки на держаках лопатків рознесені на різні вертикальні рівні, принципово виключається можливість перекидати ім один одному потік рухомого повітря при спільному переміщенні двох лопаток в активній зоні, як показано на фіг 1. Це дозволяє кожній з активних лопаток сприймати дарову кінетичну енергію вітру в найбільш повній мірі.

Орієнтація кожного з прапорів 15, що вільно майорять у флюгерному стані на пасивних лопатках, буде паралельною один одному лише при паралельному русі шарів потоку вітру і нерухомому роторі.

З миті часу початку обертання ротора у великому обсязі повітряної маси вітряного потоку 18 дві системи, що рухаються різними способами, будуть взаємодіяти між собою - впливати один на одного і тим більше, чим вище кутова швидкість ротора ω , а отже, чим вище швидкість вітру та чим меншим буде мати місце момент опору на його валу.

Так, у загальному випадку, напрямок набігання окремих струменів повітряного потоку, модулі їхніх швидкостей, а також похідні ім параметри (розподілені тиск, сила, момент сил і т.п.) на окремі елементарні ділянки впроколка 2 не будуть відповідати однотипним параметрам тільки від напору потоку втру 18 при нерухомому роторі. Це зв'язано з тим, що, в один і той же самий час, ці ділянки самі переміщуються щодо цього потоку, причому з різною лінійною швидкістю, прямо пропорційної ω і відстані до центра обертання, з періодично змінним кутом нахилу до нього і з перетинанням ліній його струму.

На фіг 11-14 представлені змодельовані за допомогою ЕОМ чотири варіанти картин сполучених разом схем положення однієї з рівнозначних між собою лопатків у сталому режимі роботи впродовжуга і різний ω , наростаючої від фіг 11 до фіг 14 Арабськими цифрами позначені характерні позиції лопатків (показані штрих-пунктирними лініями) при відповідних їхніх кутових положеннях із сорока восьми можливих, що рівномірно розподілені у межах одного обороту.

Для усіх варіантів прапори (показані жирними лініями) пасивних лопаток у флюгерному положенні при однаковій кутовій орієнтації лопаті на втер (для однойменних позицій) будуть за допомогою повітряного потоку у динаміці механічно взаємозалежні між собою і майорити втялом вигнутих до центру обертання дуг. Кожна окрема складова ділянка цих прапорів буде мати тим менший радіус кривизни своєї поверхні чим ближче вона розташована до центра обертання і тим більший радіус, ніж більше ω (положення в позиціях від 0 і далі у одну та другу сторони).

Легко бачити, що прапори в пасивній зоні займають деяке проміжне, трансформоване положення в порівнянні з тими флюгерними положеннями, що вони займали б у раніше описаних і показаних на фіг 7 і фіг 9, 10 гранично крайніх умовах. В окремому випадку (положення 12), коли вісь державки лопаті спрямована уздовж потоку втру, прапори на її лопатці через вплив поперечної до них розподіленої сили у відносному русі будуть продовжувати майорити подібним втялом вигнутих дуг, наближаючись у відносному русі до поверхні свого гамака.

Після перетинання площини 19 настає мить коли найближчий до центра обертання прапор торкнеться своїм кінцем гратчасто-сітчастого гамака і буде, послідовно накочуючись потоком повітря, хвилюю лягати на нього, починаючи з внутрішньої частини його поверхні і далі на периферію.

При номінальних значеннях швидкості втру у тій же послідовності автоматично по черзі відбувається і з іншими прапорами, що визначить їхнє не одноразове спільне комплектом, а розтягнуте у часі і просторі об'єднання в процесі формування на лопатці єдиного цільного паруса, функціонально взаємозалежного з ω , що послідовно показано на позиціях 13, 15, 18 на фіг 11 і на позиціях 15, 17, 21 на фіг 12. Чим вище ω , тим процес укладання прапорів на гамак більше затягується у функції кута повороту лопаті. Ланцюжкові прямі лінії з крапок умовно показують ланки прогнутаго гамака на

які не лягли прапори, а ланки гамака що з'єднались з прапорами у інтегровані надуті паруси показані жирними лініями.

В міру формування цільного, століттями випробуваного втрильного паруса і наростання його лобової площі, на тильній і лицьовій поверхнях кожної активної лопатки будуть плавно збільшуватися впливи сил відповідно тих, що її штовхають з тильної сторони та піднімальних аеродинамічних сил. З поворотом впроколка і зміни кутового положення лопатки до потоку втру співвідношення цих сил буде безупинно змінюватися.

За допомогою форми обода лопатки і його пружних властивостей в сукупності з пружинами 13 та цільнісними особливостями текстильного матеріалу прапорів забезпечується задана форма купола паруса, що визначає оптимальні аеродинамічні параметри ротора.

З кутовим зміщенням ближче до пасивної зони, тиск на тильну сторону лопатки зменшується, але зростає підмальна сила, котра у деяких положеннях між позиціями 31 і 34 одержить максимальне значення.

В міру подальшого кутового переміщення під дією зустрічного потоку повітря тягова сила на лопатці вичерпається - гамак цілком стягнеться до плоского вигляду, а цільний парус розпадеться на складові прапори з деяких положень 37 для фіг 11 і 36 для фіг 12 від гамака відійде зовнішній прапор, а далі по черзі наступні в зворотному порядку їхнього укладання при формуванні єдиного паруса (положення 39 і 43 для фіг 11 та 38 і 43 для фіг 12). Прапори розгорнуться в орієнтуючому їх повітряному потоці і перейдуть у флюгерне положення.

З появою у ротора кутової швидкості ω границя розділу для робочих елементів активної і пасивної зон утратить свій плоский вид. Умовно вигнутими тонкими лініями А і Б на фіг 11 та В і Г на фіг 12 показані криві поверхні, котрі визначають границю розділу активної і пасивної зон взаємодії впродовж потоку з робочими органами і які відбивають трансформовану поверхню 19 при обертотому русі ротора. Ця границя має тим більше вигнуту деформовану форму, чим більше при одній і тій же швидкості втру кутова швидкість впроколка со, а отже, чим менше корисне навантаження на валу.

З кожним новим обертотом ротора, процеси автоматичної самоорієнтації його прапорів і виконання ними протилежних робочих функцій при їхньому русі назустріч і по напрямку потоку втру, що змінюється, визначення ім властивостей пасивності й активності лопаток періодично будуть повторюватися. Самі прапори при цьому, взаємодіючи з гратчасто-сітчастою підставою гамака будуть виконувати роль чутливих до напрямку руху повітря елементів, що працюють прямо, без проміжного підсилювача й одночасно виконують роль плоских гнучких зворотних клапанів для повітряного потоку, побудованих за принципом саморегулюючих вертикальних гнучких жалюзі.

При збільшенні швидкості втру понад розрахункову величину, різко збільшується рушійна впродовжуга сила в квадратичній пропорції залежна від відносних значень швидкості струменів повітря,

що набігають на окремі ділянки ротора і особливо на тих частинах парусів, що розташовані ближче до центра обертання

Це приводить до того, що рушійний щодо ротора момент сил визначиться достатнім тільки за рахунок частини інтегрованого паруса, сформованого двома внутрішніми рядами прапорів. Зі збільшенням ω настає мить, коли лінійні швидкості кінців лопатків досягнуть і стануть перевищувати швидкість вітру. У результаті активна зона ротора зміститься до центра його обертання, а зовнішні прапори, піддані в межах повного обороту впливанню зустрічного потоку, не ляжуть на гамак - залишаться у флюгерному стані й автоматично виключаться з активної роботи (фіг 13). Якщо за тими чи іншими обставинами при тій же швидкості вітру ω збільшиться більш того, аналогічне явище відбудеться і з наступним по черзі внутрішнім (середнім) рядом прапорів фіг 14. Кривими лініями Д і Е умовно показані кордони, що розділяють пасивні та активні зони роботи прапорів на фіг 13 і 14. Легко бачити, що, зі зменшенням моменту корисного опору і зі збільшенням ω , активна зона роботи та втросприймальні властивості втродвигуна повільно зменшуються.

Усі змінно протікаючі періодичні процеси на пропонованому втродвигуні відбуваються автоматично і не вимагають спеціальних засобів контролю та керування.

При перевантаженні втрянного двигуна автоматично спрацьовує муфта граничного моменту, а для відключення споживача механічної енергії від втросилового джерела, наприклад, при ремонтних роботах, служить муфта зчеплення.

Усе це запобігає лопаті втрокотеса від несприятливого впливу згубних зусиль і захищає втродвигун при ураганих вітрах.

Таким чином, за рахунок запропонованих конструктивних рішень, кожна лопатка втрянного двигуна одержує ряд нових технічних властивостей, що забезпечують його ефективне функціонування. Основними з цих властивостей є:

- властивість швидкої адаптації на зміну напрямку вітру і здатність автоматично напрямку легко змінювати в широких межах свою лобову площу;
- вільно пропускати крізь себе потік повітря, що рухається з лицьової її сторони на тильну і робити йому опір при русі повітря у зворотному напрямку;
- здатність змінювати свою форму при напорі повітря на тильну сторону лопатки, автоматично збільшувати її увігнутість як глобально так і локально, що веде до зростання величини коефіцієнта аеродинамічного опору активної лопатки в міру росту моменту опору на валу;
- здатність використовувати для перетворення енергії вітру як аеродинамічну силу опору увігнутої гофрованої поверхні тильної своєї сторони, так і піднімальну силу за рахунок обтікання потоком повітря опуклої лицьової сторони втрильної лопатки;
- здатність у найбільшій мірі використовувати кінетичну енергію вітру, оскільки конструкція виключає можливість сусіднім лопаткам перекривати втровий потік один одному;
- здатність автоматично зменшувати парусність робочих лопаток при ураганному вітрі і спро-

можність надання можливості кінцям лопатків вільно рухатися з лінійною швидкістю вище швидкості вітру, як у крильчастих і ортогональних втродвигунів,

- підвищені міцнісні і пружні властивості робочих поверхонь лопаток, здатність демпфувати напір рвучкого вітру,

- незначне зміщення центра мас від вісі обертання і зв'язаний з цим невеликий змінний дисбаланс ротора при роботі тихохідного втродвигуна,

- висока відносна вагова віддача по потужності, потенційна можливість у збільшенні площі лопаток й їх аеродинамічних властивостей при нарощуванні потужності втродвигуна,

- відсутність необхідності використання високої і дорогої щогли, оскільки, при простоті конструкції і незначній матеріалоемності та масі на одиницю площини робочої лопатки, встановлена потужність може бути визначена за рахунок збільшення площини робочих органів втродвигуна.

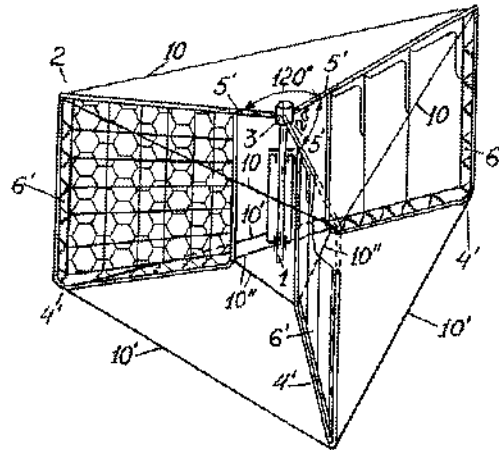
Запропонований втродвигун являє собою конструктивно крайнє просту авторегульовану втроспереробну систему, технологічний і не вимагає застосування спеціальних матеріалів, складного устаткування і високої культури виробництва при виготовленні і монтажі - майже всі його складові елементи являють собою масову продукцію різних підприємств, придатний до місцевого виробництва й автономного використання без участі людини, відрізняється незначною вагою і малою собівартістю на одиницю встановленої потужності, простий в експлуатації і ремонті, не робить пагубного впливу на навколишнє середовище (безпечний для птахів), надійний для роботи в польових умовах, не вимагає при впровадженні й експлуатації великих капітальних витрат і відрізняється малим часом окупності. Усе це обумовлює доступність його широкого застосування у відповідних сферах промисловості, сільського господарства, побуту та іншому і сприяє йому можливості зайняти визначену нішу серед інших двигунів.

Найбільше використання запропонований пристрій може одержати по місцю розташування споживача тихохідного механічного руху малої і середньої потужності в районах з достатнім втровим режимом і на територіях, вилучених від інших джерел енергії, у втросенергоперетворювачах для приводу насосних установок, зокрема, на зрошувальних (наприклад для краплинного поливу, що сприяє підвищенню врожаю у декілька разів) чи осушувальних землях, акумулювання стиснутого повітря і забезпечення ім різного роду пневмопривідних пристроїв, безпосереднього перетворення механічної енергії в тепло для обігріву приміщень, вироблення електроенергії й ін., що дозволить заощадити значну частку традиційних енергоносіїв.

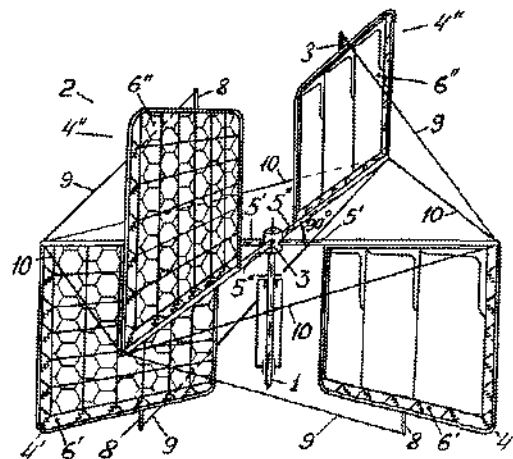
Досягнення поставленої мети підтверджено експериментальними іспитами макетного зразка запропонованого втродвигуна, що проходили в умовах втрового режиму степової та приморської зон Херсонської області, яка відрізняється високим втровим потенціалом впродовж цілого року. Іспити показали що запропонована схема втродвигуна, при простоті своєї принципової побудови, є цілком працездатною, має значні резерви по на-

рощуванню потужності за рахунок збільшення площі робочих органів і удосконалення аеродинамічних якостей системи парусного оснащення, що обумовлює його промислове застосування. Поряд з експериментальними проведені теоретич-

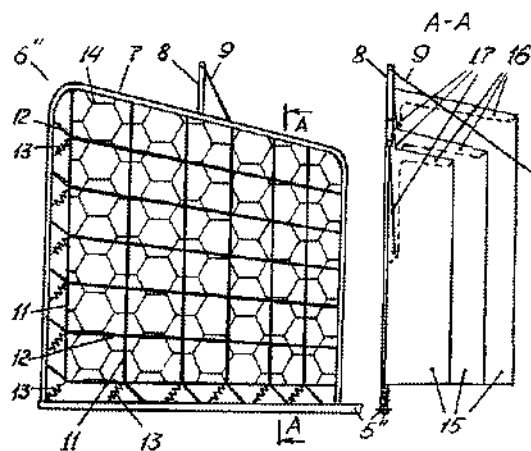
ні дослідження. Розроблена математична модель синтезу пропонованої установки й аналізу її роботи, розрахунку оптимальних вихідних конструктивних параметрів на ЕОМ.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

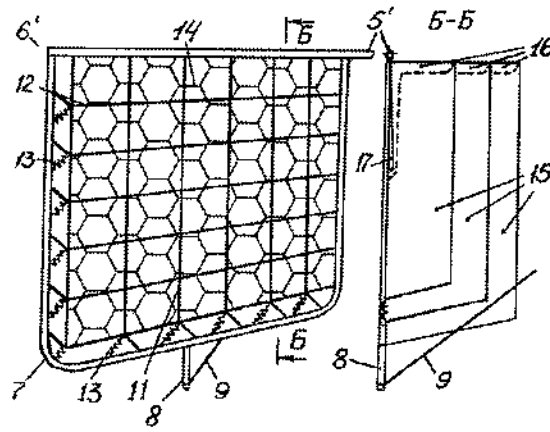


Fig. 4

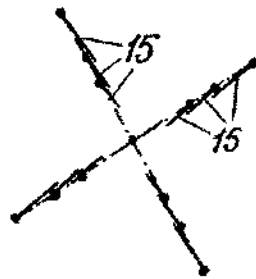


Fig. 5

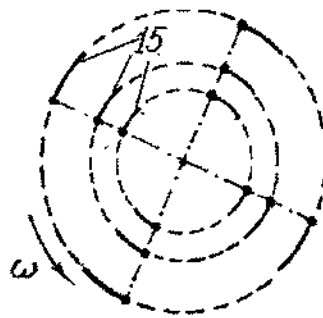


Fig. 6

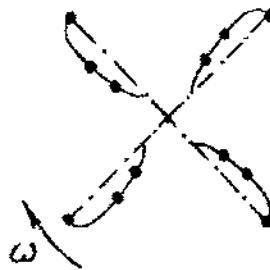


Fig. 7



Fig. 8

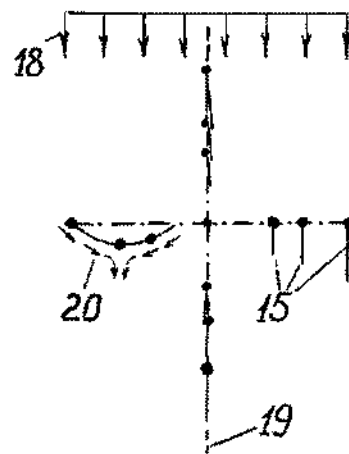


Fig. 9

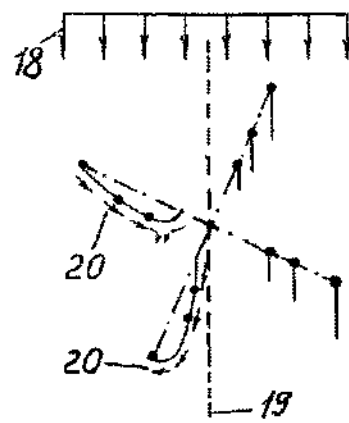


Fig. 10

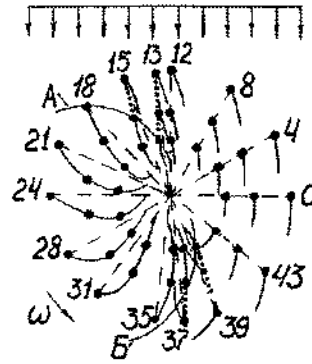


Fig. 11

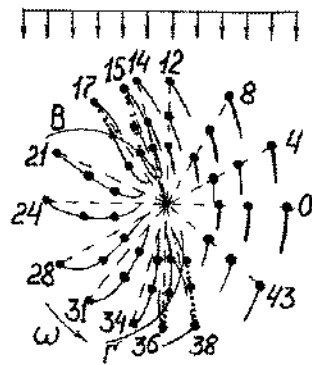


Fig. 12

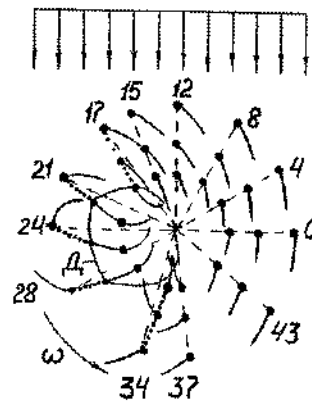


Fig. 13

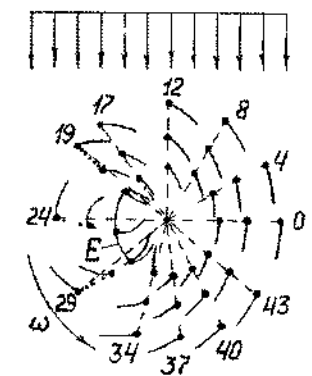


Fig. 14

