



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113905** (13) **C2**
(51) МПК

F03D 3/06 (2006.01)

F03D 9/25 (2016.01)

F03D 5/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 06364	(72) Винахідник(и): Дзензерський Віктор Олександрович (UA), Тарасов Сергій Васильович (UA), Костюков Ігор Юрійович (UA), Буряк Олександр Афанасійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.06.2015	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ "ТРАНСМАГ", вул. Писаржевського, 5, м. Дніпропетровськ, 49005 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 27.03.2017	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2037070 C1, 09.06.1995 UA 99352 C2, 10.08.2012 UA 86142 C2, 25.03.2009 UA 86457 C2, 27.04.2009 SU 1758280 A1, 30.08.1992 SU 1686216 A1, 23.10.1991 RU 2000468 C, 07.09.1993 RU 2153599 C1, 27.07.2000 WO 2013051954 A1, 11.04.2013 DE 3939863 A1, 06.06.1991 US 2008315709 A1, 25.12.2008 JP 2006152983 A, 15.06.2006 CN 202082046 U, 21.12.2011
(41) Публікація відомостей про заявку: 26.12.2016, Бюл.№ 24	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.03.2017, Бюл.№ 6	

(54) ВІТРОСИЛОВА УСТАНОВКА

(57) Реферат:

Вітросилова установка містить кругову естакаду, яка спирається на колони, з прямою, вітроприймальний ротор з лопатями та опорно-ходовими вузлами з бічною прямою та лінійний електрогенератор, який містить нерухомі вузли, оснащені магнітами збудження, а також модульними котушками індуктивності, закріпленими на деталях естакади і відділеними один від одного рухомим перфорованим екраном. Нижня направляюча система естакади виконана двоколісною у вигляді балки, яка має на верхній площині два кільцевих жолобоподібних заглиблення різного радіуса та концентричних, щодо центру кривизни естакади. Вітроприймальний ротор виконаний у вигляді башти, яка має форму зрізаної піраміди, і складається з меншого верхнього і більшого нижнього дисків, жорстко скріплених між собою по центру за допомогою порожнистої колони циліндричної форми. Між дисками і по периферії кожного диска похило встановлені і додатково розкріплені на колону за допомогою траверс лопаті. Ротор оснащений здвоєними опорно-ходовими вузлами, закріпленими на нижньому диску у вигляді двох кільцевих ланцюжків різного радіуса. Для обпирання опорно-ходових вузлів по зовнішньому та внутрішньому краях балки закріплені кільцеві площадки, на які з зустрічною орієнтацією полиць укладені дві бічні швелерні направляючі. У верхній і в

UA 113905 C2

нижній внутрішніх гранях полиць швелерів направляючих виконані жолобоподібні канавки для корекції руху коліс опорно-ходових вузлів, причому відстань між вершинами канавок більше діаметра коліс, а з'єднання коліс з осями виконані у вигляді кульових опор. Лінійний електрогенератор виконаний з двоєним та містить дві нерухомі магнітні системи, виконані з брусків постійних магнітів, кожна з яких розташована на донних площинах відповідної канавки, два нерухомі вузли, що складаються з ланцюжків модульних котушок індуктивності, кожен з яких розташований з однаковим зазором над магнітною системою жолоба своєї напрямної, і закріплений за допомогою ланцюжка консолей на кільцевій площадці, розміщеній між канавками нижньої напрямної, а також два рухомі екрани, заведені симетрично кожен в один із зазорів між шаром магнітів збудження і ланцюжками модулів, та закріплені тільки з одного боку по протилежних один від одного краях на нижньому диску ротора за допомогою консолей.

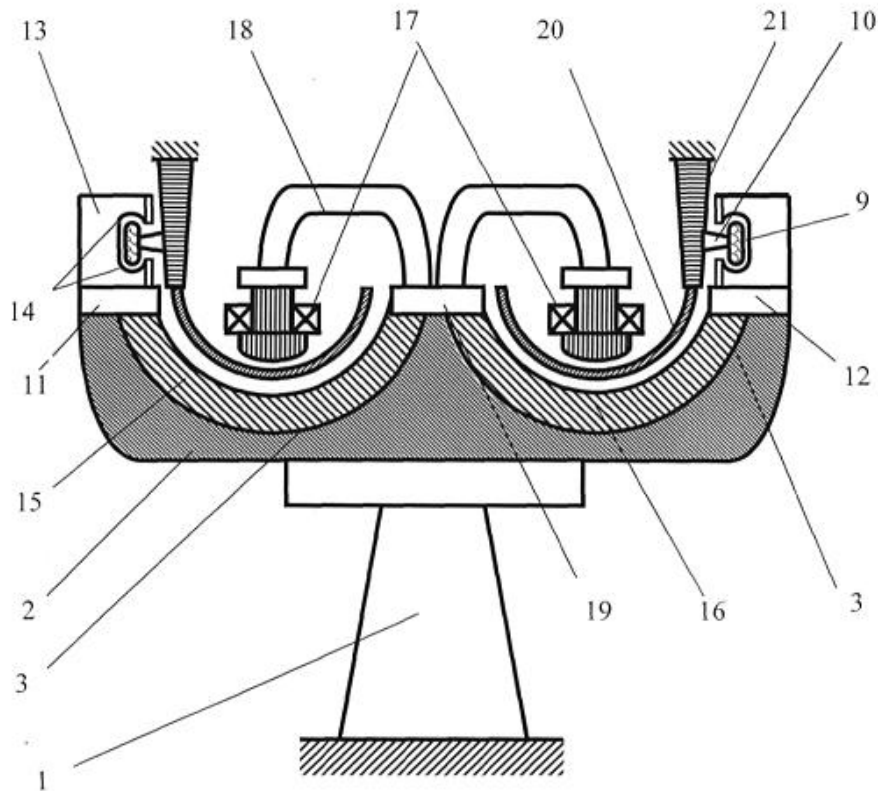


Fig. 3

Винахід належить до області вітроенергетики, а саме до вітроенергетичних агрегатів, призначених для енергопостачання споживачів, і може бути використаний при розробці вітроустановок підвищеної потужності.

Проблема збільшення потужності карусельних вітроустановок логічно розбивається на два аспекти. Залежно від місця дислокації розмір відчуженої ділянки землі під її розміщення може мати різний ступінь актуальності. Крім того, характер і структура вітрових потоків може цілком відповідати технічним особливостям установки, змонтованої в приземних потоках, але може вимагати збільшення висоти розміщення лопатей. Баштова конструкція вітроприймальних роторів є найбільш прийнятною, оскільки така установка здатна використовувати різнохарактерні вітрові течії, і її універсальність в цьому сенсі є її перевагою. Крім того, при нарощуванні потужності збільшується тільки її висота, а площа її основи залишається постійною.

Розроблена вітросилова установка належить до пристроїв, потужність яких може нарощуватися габаритними прийомами без істотної зміни принципової схеми. Магнітний опорний вузол знімає гострі кінематичні проблеми.

Відомі технічні рішення, в яких досить вдало використовуються магнітні ефекти.

Так, відомий безредукторний вітроагрегат з вертикальною віссю обертання за пат. РФ № 2037070, МКІ⁷ F03D 5/04, 3/06, автори Мольков В.Ф., Соколов Ю.Д. та ін., опубл. 09.06.95р., Бюл.№18, який містить розташовані по колу опорні стійки зі встановленими на них статорними кільцевими площадками. Тороподібні роторні блоки, які виконані з феромагнітного матеріалу, оснащені опорно-ходовими вузлами і вітроприймальними лопатями. На поперечних балках статорних стійок укріплені електромагніти, розташовані над роторами і звернені до них полюсними гранями. При включенні електроживлення ротори притягуються до магнітів. При цьому "спливають" всі блоки. Таким чином, зменшується тиск опорно-ходових вузлів на поверхню кільцевої площадки, що знижує втрати на тертя. Розмір зазорів (кліренсів), що утворилися, підтримується системою управління за сигналами від датчиків.

До недоліків прототипу слід віднести те, що силові флуктуації при роботі вітрового ротора компенсуються тільки системою магнітної корекції, на левітацію роторів витрачається частина вихідної потужності установки, підтримання стійких повітряних зазорів здійснюється за допомогою складної системи управління, швидкість реакцій якої не гарантує своєчасної позиційної корекції роторів,

Найбільш близьким технічним рішенням, що заявляється, узятим як прототип, є безредукторний агрегат з вертикальною віссю обертання за пат. 99352 Україна, МПК (2006.01) F03D3/06, 11/02, 5/04 / Дзензерський В.О., Тарасов СВ., Костюков І.Ю., Бурак О.А.; Заявник та патентовласник ІТСТ НАН України "Трансмаг". -а201012921; заявл. 01.11.2010; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15., який має розташовані по колу опорні стійки зі встановленою на них направляючою балкою, електрогенератор з магнітною системою, індукторами та роторним блоком, із закріпленими на ньому лопатями і опорно-ходовими вузлами. Направляюча балка вітроагрегата виконана у вигляді монолітного закріпленого жолоба, на дні якого суцільним шаром укладені постійні магніти, що утворюють дугову магнітну систему електрогенератора, індуктори встановлені у вигляді кругового ланцюжка модулів на внутрішньому ребрі направляючої за допомогою консолей, кожен модуль складається з котушки індуктивності і шихтованого сердечника, причому вісь симетрії модуля збігається з віссю симетрії магнітного шару, роторний вузол, виготовлений з діамантного матеріалу у вигляді жолобоподібного екрана і виконаний з можливістю обертання, розміщений в жолобі напрямної між магнітним шаром і ланцюжком модулів, в донній частині екрана виконані регулярні отвори по всьому периметру так, що прорізи чергуються з закритими ділянками рівного розміру, причому розмір прорізів відповідає протяжності полюсних наконечників модулів, на зовнішньому ребрі направляючої встановлена кільцева профільна балка, яка служить направляючою для опорно-ходового вузла, що підтримує екран, по зовнішній кромці екрана встановлена система опор, на яких закріплений багатолопатевий вітроприймальний ротор, виконаний у вигляді клітки, що складається з верхнього та нижнього кілець, між якими розкріплені встановлені нерухомо лопаті крилового профілю.

До недоліків пристрою слід віднести те, що для зняття вітрового енергетичного потенціалу використовуються тільки приземні повітряні потоки, а нарощування габаритів лопатевої групи призводить до зменшення стійкості ротора.

В основу винаходу поставлена задача збільшення стійкості ротора до поривів вітру, а також збільшення потужності установки за рахунок нарощування висоти ротора задля використання високих повітряних течій, вільних від турбулентних спотворень структури потоку.

Поставлена задача вирішується тим, що нижня направляюча система естакади виконана двоколісною у вигляді балки, що має на верхній площині два кільцевих жолобоподібних заглиблення різного радіуса та концентричних щодо центру кривизни естакади, вітроприймальний ротор виконаний у вигляді башти, яка має форму зрізаної піраміди, і складається з меншого верхнього і більшого нижнього дисків, жорстко скріплених між собою по центру за допомогою порожнистої колони циліндричної форми, між дисками і по периферії кожного диска похило встановлені і додатково розкріплені на колону за допомогою траверс лопаті, ширина яких рівномірно зменшується знизу вгору, ротор виконаний з можливістю обертання, для чого оснащений здвоєними опорно-ходовими вузлами, закріпленими на нижньому диску в вигляді двох кільцевих ланцюжків різного радіуса, для обпирання опорно-ходових вузлів по зовнішньому та внутрішньому краях балки закріплені кільцеві площадки, на які з зустрічною орієнтацією полиць укладені дві бічні швелерні направляючі, у верхній і в нижній внутрішніх гранях полиць швелерів направляючих виконані жолобоподібні канавки для корекції руху коліс опорно-ходових вузлів як в режимі рушання, так і в режимі левітації, причому відстань між вершинами канавок більше діаметра коліс, а з'єднання коліс з осями виконані у вигляді кульових опор, лінійний електрогенератор виконаний здвоєним та містить дві нерухомих магнітних системи, виконаних з брусків постійних магнітів, кожна з яких розташована на донних площинах відповідної канавки, два нерухомих вузли, що складаються з ланцюжків модульних котушок індуктивності, кожен з яких розташований з однаковим зазором над магнітною системою жолоба своєї напрямної, і закріплений за допомогою ланцюжка консолей на кільцевій площадці, розміщеної між канавками нижньої напрямної, а також два рухомих екрани, заведених симетрично кожен в один із зазорів між шаром магнітів збудження і ланцюжками модулів та закріплених тільки з одного боку по протилежних один від одного краях на нижньому диску ротора за допомогою консолей.

Проаналізуємо відмінні ознаки з метою оцінки їх ефективності та можливості реалізації.

Відмінна ознака "нижня направляюча система естакади виконана двоколісною у вигляді залізобетонної балки, що має на верхній площині два концентричних щодо центру кривизни естакади жолобоподібних заглиблення" відображає важливий наслідок модернізації, що знімає обмеження по габаритах та потужності установки.

Для здійснення можливості зняття обмежень по потужності повітряного ротора модернізована система обпирання. Ротор збільшений в габаритах і приймає значно більше тиску вітрового напору, але при цьому помітно зменшується його стійкість. Виникає небезпека зсувних процесів, які можуть призвести до заклинювання опорно-рухового вузла і навіть до перекидання ротора. З метою збільшення стійкості ротора до бічних навантажень нижня напрямна система виконана двоколісною. Стійкість вітроприймального ротора прототипу можна збільшити тільки шляхом збільшення радіуса нижньої напрямної. Установка, що патентується дає підвищений ресурс стійкості за рахунок двоколісної конструкції напрямної.

В установці, що патентується, змінюється розподіл тиску ротора на напрямну внаслідок збільшення площі обпирання. Цей захід зменшує опір обертанню ротора при рушанні та розгоні. Крім того, заміна накладного жолоба (в прототипі) жолобоподібними заглибленнями збільшує механічну міцність напрямної, оскільки навантаження в установці, що патентується, приймає вся суцільнолита залізобетонна балка.

Відмінна ознака "вітроприймальний ротор виконаний у вигляді башти пірамідальної форми і складається з меншого верхнього і більшого нижнього дисків, скріплених між собою за допомогою центральної порожнистої колони циліндричної форми, між дисками і по периферії кожного диска похило встановлені і додатково розкріплені на колону за допомогою траверс лопаті, ширина яких рівномірно зменшується знизу вгору" відображає введення тих технічних засобів, які компенсують зменшення міцності пристрою при нарощуванні габаритів вітроприймального ротора.

Для збільшення потужності установки-прототипу потрібно або збільшувати розміри лопатей, або їх нарощувати їхню кількість. При збільшенні габаритів лопатей зростає перекидний момент, і для його компенсації необхідно суттєво змінювати конструкцію опорно-рухових вузлів та їх механічну міцність. Другий принцип підвищення потужності призводить до збільшення діаметра установки, тобто до відчуження додаткових земельних площ. Баштова форма ротора, що патентується, дає можливість істотно зменшити діаметр опорної системи установки, і тим самим зменшити величину займаної земельної ділянки. Крім того, розроблений двоколісний принцип обпирання, не вимагає кардинальної зміни принципової схеми опорної системи. Поступове зменшення ширини лопатей по висоті, а також діаметра перерізу самої башти дає ефект зменшення опору набігаючому фронту вітрового потоку. При цьому зменшується тиск на віддалені від нижньої напрямної ділянки башти, тобто зменшується перекидний момент.

Важливість цієї ознаки зростає при нарощуванні висоти башти, враховуючи ще й те, що швидкість верхових вітрів більше приземних.

Установка, що патентується, є пристроєм, конструкція якого не передбачає наявності вала відбору потужності. Порожниста колона тільки зв'язує диски і, тим самим, є елементом конструкції, який зміцнює башту. На неї також додатково спираються лопаті за допомогою траверс, що оберігає їх від силових деформацій збоку тиску повітря при нарощуванні довжини. А обертання ротора здійснюється шляхом ковзання всієї конструкції цілком по напрямних за допомогою опорно-ходових вузлів. Колона розміщена по центру башти. Її аеродинамічні характеристики не перешкоджають процесам перетворення вітрової енергії в кінетичну, оскільки внутрішній повітряний простір башти є пасивним об'ємом практично зупиненого повітря та не бере участі в утворенні обертального моменту за рахунок інтегрування тягових сил від лопатей ротора.

Відмінні ознаки "ротор виконаний з можливістю обертання, для чого оснащений здвоєними опорно-ходовими вузлами, закріпленими на нижньому диску в вигляді двох кільцевих ланцюжків різного радіуса, для обпирання опорно-ходових вузлів по зовнішньому та внутрішньому краях балки закріплені кільцеві площадки, на які з зустрічною орієнтацією полиць укладені бічні швелерні направляючі, у верхній і в нижній внутрішніх гранях полиць швелерів направляючої виконані жолобоподібні канавки для ' корекції руху коліс опорно-ходових вузлів як в режимі рушання, так і в режимі левітації" відображають суть конструктивних прийомів, що ведуть до збільшення стійкості вежі.

З метою додаткового збільшення стійкості ротора змінена конструкція вузла бічних напрямних. У даній модифікації виконані дві бічні напрямні - зовнішня та внутрішня, рознесені на ширину естакади. Вони орієнтовані полицями зустрічно, що замикає колеса у вузлі, відбираючи в них ще один ступінь свободи, тим самим, підвищуючи надійність утримання ротора при серйозних горизонтальних вітрових навантаженнях. Вирішальним нововведеннями є виконання канавок як на верхній, так і на нижній гранях полиць швелерної направляючої, які при обертанні башти служать для більш точного утримання коліс опорно-ходових вузлів на круговій траєкторії. При цьому нижня працює при рушанні та розкрутці ротора, а верхня - при робочих режимах, в умовах часткової або повної магнітної левітації. Цей прийом охороняє вузли від заклинювання під час зміни площини обпирання (переходу коліс з нижніх граней на верхні). Таким чином, у порівнянні з прототипом, оснащеним всього лише одним швелером, установка, що патентується, отримує збільшення надійності функціонування за рахунок того, що бічна напрямна є обмежувачем зсувів башти у горизонтальній площині. Величина зазору між вершинами канавок дещо більше діаметра колеса. Це дає можливість башті при надмірно сильних вітрах обертатися в стані незначного нахилу, коли колеса з навітряного боку котяться по верхніх канавках, а з підвітряного - по нижніх. Для реалізації такої динаміки колеса з'єднуються з осями за допомогою кульових опор. Така підвіска коліс є додатковим гарантом зняття небезпеки заклинювання коліс.

Відмінні ознаки "лінійний електрогенератор виконаний здвоєним, та містить дві нерухомих магнітних системи, два нерухомих вузли, що складаються з ланцюжка модульних котушок індуктивності, а також два рухомих перфорованих екрани" відображають зміни конструкції електрогенератора, які є конструктивним наслідком всіх проведених перетворень прототипу.

Генератор в установці, що патентується, складається з двох залежних генераторних блоків різного діаметра. Збільшення потужності вітроприймального ротора дає великий тяговий момент, який не обов'язково збільшує швидкість обертання башти, інерція якої зростає пропорційно габаритам. А потужність, яка генерується, залежить в набагато більшому ступені від швидкості обертання екранів, ніж від величини тягового моменту. Великий тяговий момент може подолати збільшення гальмуючого моменту, що виникає на здвоєному генераторі при виробленні енергії, без істотного зменшення швидкості обертання башти. Таким чином, генератор установки, що патентується, освоює великий обсяг потенційної енергії вітру не за рахунок збільшення діаметра активної частини, а за рахунок її подвоєння.

Проведений аналіз показує, що сукупність відмінних ознак забезпечує досягнення поставленої у винаході задачі.

За наявними у авторів відомостями запропоновані суттєві відмінності, які характеризують суть винаходу, не відомі в даному розділі техніки.

Запропоноване технічне рішення може бути використано при розробці вітроустановок підвищеної потужності.

Принцип модернізації пояснюється кресленнями. На фіг. 1 представлена повна схема компоновки вузлів агрегату, на фіг.2 наведений переріз нижньої напрямної, на фіг.3 представлений поперечний переріз естакади.

Вітросилова установка (Фіг. 1 і Фіг.3) містить кругову естакаду, що складається з опор 1 і закріпленої на них кільцевої траси, виконаної у вигляді залізобетонної балки 2, що має на верхній площині два жолобоподібних заглиблення 3 (Фіг.2), які мають різні радіуси R_1 і R_2 та концентричні щодо центру кривизни естакади. Вони виконують функцію напрямних для руху вітроприймального ротора.

Багатолопатевиий вітроприймальний ротор виконаний у вигляді башти, що має форму зрізаної піраміди і складається з меншого верхнього диска 4 і більшого нижнього диска 5, жорстко скріплених між собою по центру за допомогою порожнистої колони 6 циліндричної форми. Між дисками 5 і 6 по периферії кожного диска похило встановлені і додатково розкріплені на колону за допомогою траверс 7 лопаті 8, ширина яких рівномірно зменшується знизу вгору. Ротор виконаний з можливістю обертання, для чого оснащений з двоєними опорно-ходовими вузлами, виконаними у вигляді коліс 9, закріплених за допомогою кронштейнів 10 на диску 5. Для обпирання опорно-ходових вузлів на балці 2 закріплені кільцеві площадки 11 і 12, на які покладені кільцеві швелерні направляючі 13 (Фіг.3). З метою збільшення площі обпирання ротора кільцеві гнуті швелера 13 закріплені на протилежних краях балки 2. У верхній і в нижній внутрішніх гранях полиць швелерів виконані жолобоподібні канавки 14 для корекції руху коліс 9 опорно-ходових вузлів як в режимі рушання, так і в режимі левітації. Установка оснащена з двоєним електрогенератором, який містить дві нерухомих магнітних системи, виконаних з брусків постійних магнітів 15 і 16, кожна з яких розташована на донних площинах відповідного жолоба 3, а також два нерухомих вузли, що складаються з ланцюжка модульних котушок 17 індуктивності, кожен з яких розташований в просторі свого направляючого жолоба, і закріплені за допомогою системи консолей 18 на кільцевій площадці 19, розміщеної між заглибленнями 3 напрямних. Рухомий вузол, складається з двох жолобоподібних екранів 20, заведених кожен в один із зазорів між шаром магнітів 15 і 16 збудження і ланцюжками модулів 17, і закріплених на нижньому диску 5 за допомогою консолей 21.

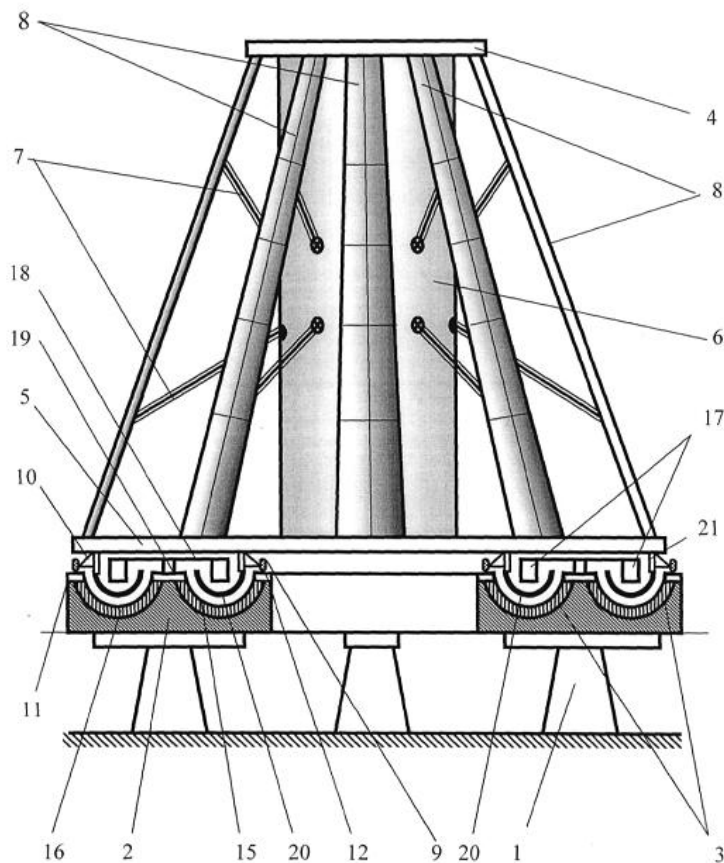
Пристрій, що патентується, працює наступним чином.

З двоєний електрогенератор надає установці ту перевагу, що внутрішній (встановлений у зовнішньому треку нижньої напрямної) і внутрішній (встановлений у внутрішньому треку нижньої напрямної) електрогенератори, можуть працювати відносно незалежно. Оскільки ротори, що працюють за принципом Дар'є, мають проблеми з самозапуском, то для установок підвищеної потужності необхідно передбачити запускоздатний вузол. Таким вузлом служить внутрішній генератор, який здатний працювати як в режимі генератора, так і в режимі електродвигуна. Щоб взяти вітер, за допомогою внутрішнього генератора здійснюють пускову розкрутку башти, використовуючи запасені в буферному акумуляторному блоці (не показаний) електроенергію. Далі башта розганяється, використовуючи вітрової натиск. Під час розкрутки колеса переміщуються по направляючій канавці 14 в нижній грані полиць швелерів 13. При сильному вітрі швидкість обертання екрана досягає значень, при яких весь вітроприймальний ротор спливає під дією сил левітації, що діють на екрани 20 в полі магнітних систем 15 і 16. Штатна стійкість левітації вітроприймального ротора визначається, по-перше, конфігурацією магнітного поля і поєднаною з ним увігнутою формою екрана 20. По-друге, стійкість збільшується за рахунок зростання площі обпирання, умови для чого створені двоколіійною конструкцією опори (направляючої), а також за рахунок жорсткого зв'язку протилежних ділянок екрана через нижній диск 5 ротора. При такому розподілі сил стійкість тим більше, чим більше ширина балки 2. Опорно-ходовий вузол страхує ротор від перекидання при сильних поривах вітру. Після досягнення максимальної швидкості для поточної вітрової обстановки, обидва електрогенератора починають працювати в режимі вироблення енергії. Оскільки генератор з двоєний, то він має суттєво підвищений ресурс по навантаженню, тобто, зберігає нормальну працездатність при великих швидкостях вітру. Крім того, дана конструкція дозволяє контролювати швидкість шляхом регулювання навантаження, що віддається в мережу або на буферний акумулятор.

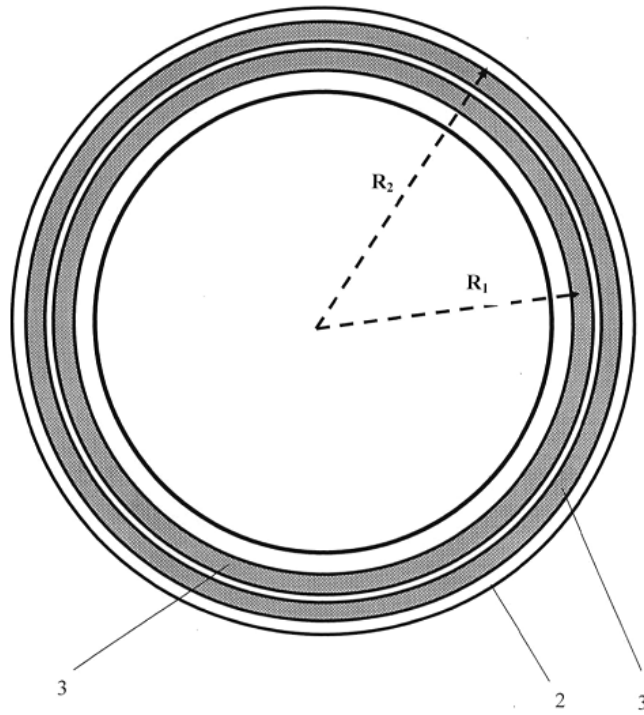
ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Вітросилова установка, що містить кругову естакаду, яка спирається на колони, з напрямною, вітроприймальний ротор з лопатями крилового профілю та опорно-ходовими вузлами з бічною напрямною та лінійний електрогенератор, який містить нерухомих вузли, оснащені магнітами збудження, а також модульними котушками індуктивності, закріпленими на деталях естакади і відділеними один від одного рухомим перфорованим екраном, яка **відрізняється** тим, що нижня направляюча система естакади виконана двоколіійною у вигляді балки, яка має на верхній площині два кільцевих жолобоподібних заглиблення різного радіуса та концентричних

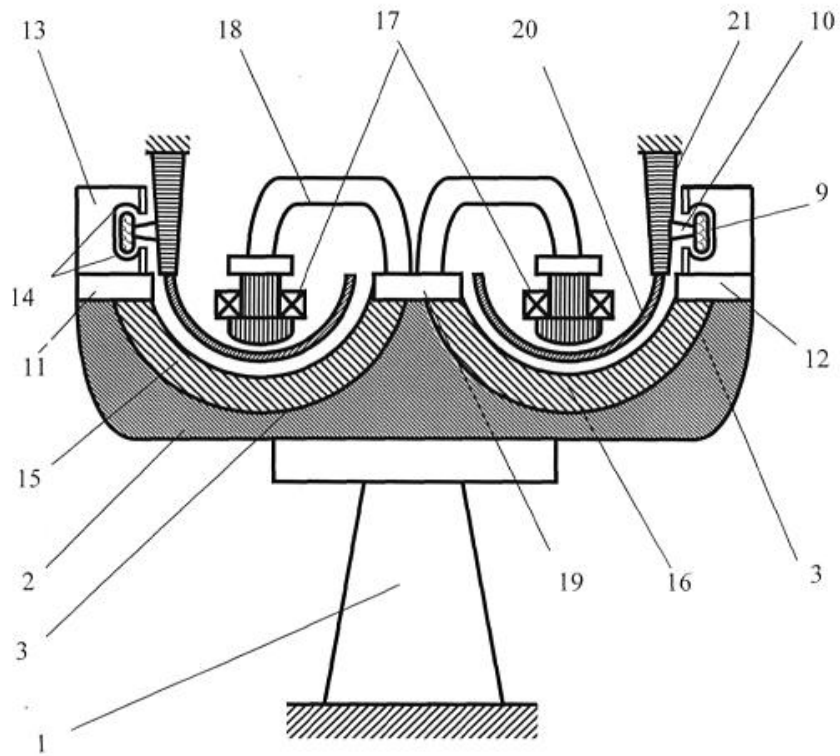
щодо центру кривизни естакади, вітроприймальний ротор виконаний у вигляді башти, яка має форму зрізаної піраміди, і складається з меншого верхнього і більшого нижнього дисків, жорстко скріплених між собою по центру за допомогою порожнистої колони циліндричної форми, між дисками і по периферії кожного диска похило встановлені і додатково розкріплені на колону за допомогою траверс лопаті, ширина яких рівномірно зменшується знизу вгору, ротор виконаний з можливістю обертання, для чого оснащений з двоєними опорно-ходовими вузлами, закріпленими на нижньому диску у вигляді двох кільцевих ланцюжків різного радіуса, для обпирання опорно-ходових вузлів по зовнішньому та внутрішньому краях балки закріплені кільцеві площадки, на які з зустрічною орієнтацією полиць укладені дві бічні швелерні направляючі, у верхній і в нижній внутрішніх гранях полиць швелерів направляючих виконані жолобоподібні канавки для корекції руху коліс опорно-ходових вузлів як в режимі рушання, так і в режимі левітації, причому відстань між вершинами канавок більше діаметра коліс, а з'єднання коліс з осями виконані у вигляді кульових опор, лінійний електрогенератор виконаний з двоєним, та містить дві нерухомі магнітні системи, виконані з брусків постійних магнітів, кожна з яких розташована на донних площинах відповідної канавки, два нерухомі вузли, що складаються з ланцюжків модульних котушок індуктивності, кожен з яких розташований з однаковим зазором над магнітною системою жолоба своєї напрямної, і закріплений за допомогою ланцюжка консолей на кільцевій площадці, розміщеній між канавками нижньої напрямної, а також два рухомі екрани, заведені симетрично кожен в один із зазорів між шаром магнітів збудження і ланцюжками модулів та закріплені тільки з одного боку по протилежних один від одного краях на нижньому диску ротора за допомогою консолей.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601