



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104464** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
A01G 33/00
A01H 13/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

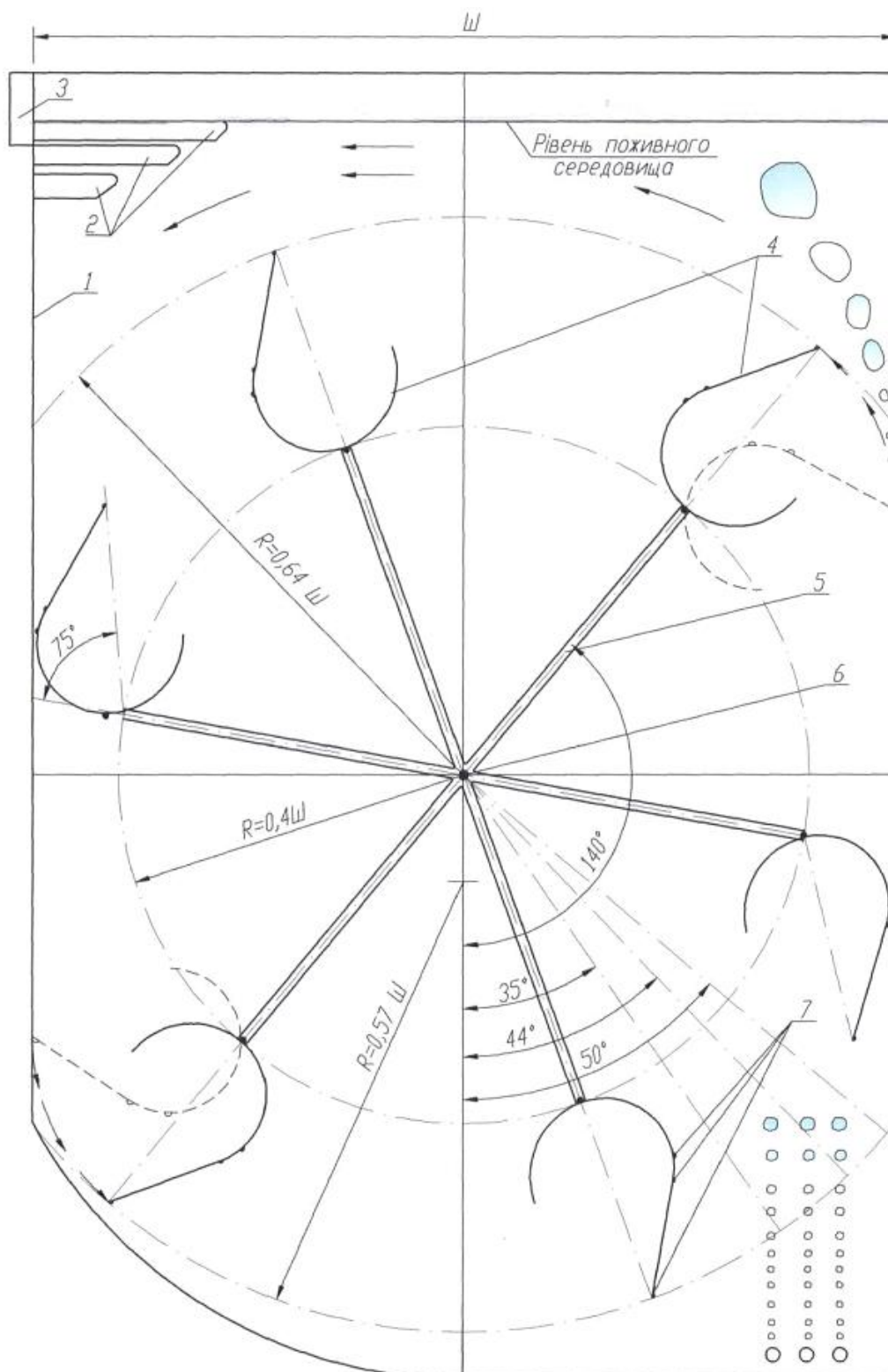
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

| | |
|--|---|
| (21) Номер заявки: а 2011 13991 | (72) Винахідник(и): Бєляєв Борис Миколайович (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 28.11.2011 | (73) Власник(и): ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ПІВДЕННИХ МОРІВ ІМ. О.О. КОВАЛЕВСЬКОГО НАН УКРАЇНИ, пр. Нахімова, 2, м. Севастополь, 99011 (UA) |
| (24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.02.2014 | (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 42296 A, 15.10.2001. SU 1628981 A1, 23.02.1991. US 536472 A, 10.06.1997. JPH 11289894 A, 26.10.1999. UA 96379 C2, 25.10.2011. UA 42208 A, 15.10.2001. |
| (41) Публікація відомостей про заявку: 10.06.2013, Бюл.№ 11 | |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2014, Бюл.№ 3 | |

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МАКРОФІТІВ**(57)** Реферат:

Пристрій для культивування макрофітів з робочими об'ємами зі співвідношенням висоти до ширини не менш 1,5, що мають поперечні профілі дна у формі четвертої-шостої частини перерізу циліндра, що примикає до високих бічних стінок під прямим кутом, і низькі стінки, виконані зі світлопроникного матеріалу, оснащені розташованими в їхніх глибоких частинах поздовжніми перфорованими повітропроводами, патрубками для подачі й щілинами для зливу поживного середовища, газообмінниками, блоком регулювання рН із датчиками рН і набором сигнальних електродів, комутатором, виконавчим механізмом для подачі в газообмінники вуглекислого газу, світильниками з вертикальним набором люмінесцентних ламп, навколо яких попарно групуються робочі об'єми, які додатково оснащені роторами, що обертаються на осях, закріплених на торцевих стінках, із шістьма підпружиненими, наповнюваними повітрям поворотними лопатями, виконаними з світлопроникного матеріалу, і допоміжними перфорованими повітропроводами з незалежним регулюванням подачі повітря.

UA 104464 C2



Фиг. 1

Пропонований винахід належить до марикультури й може бути використаний при культивуванні неприкріплених форм макрофітів.

Відомий пристрій для культивування макрофітів (ДП України № 42296 А, МПК C15N 1/2, A01G 33/00, A01H 13/00, C12N1 1/12, C12R1 1/89), де розділені на секції робочі об'єми і зі співвідношенням висоти до ширини не менш 1,5, мають поперечні профілі дна у формі четвертої-шостої частини перерізу циліндру, що примикає до високих бічних стінок під прямим кутом, і низькі стінки, виконані зі світлонепроникного матеріалу, оснащені розташованими в їхніх глибоких частинах поздовжніми перфорованими повітропроводами, патрубками для подачі й щілинами для зливу поживного середовища, газообмінниками, блоком регулювання рН із датчиками рН і набором сигнальних електродів, комутатором, виконавчим механізмом для подачі в газообмінники вуглекислого газу, світильниками з вертикальним набором люмінесцентних ламп, навколо яких попарно групуються робочі об'єми, примикаючи до них своїми прозорими стінками. Недоліком такого пристрою є, по-перше, необхідність секціонувати робочі об'єми по довжині, а по-друге, або велика витрата стисненого повітря й супроводжуюча його велика витрата вуглекислого газу, або неефективне використання світлової енергії й біогенів, інгібування культури епіфітами й, як наслідок, зменшення виходу продукції макрофітів з одиниці площі дзеркальної поверхні культиватора.

При початковій щільності культури 5-6 г/л і подвоєнні біомаси за 10-12 днів (середня питома швидкість вагового росту $\mu = 0,069-0,057$) за тижневий цикл культивування щільність культури може зрости до 8,1-7,5 г/л. При такій щільності для створення стійкої рівномірної циркуляції поживного середовища разом з таломми водоростей, як показала практика, необхідна значна витрата енергії на роботу компресорів, обумовлений великою витратою повітря через великий діаметр повітряних пухирців, що при глибині культиватора 0,5 м при виході з повітропроводу повинен бути не менш 2-2,5 мм. Такі пухирці спливають зі швидкістю 15-20 см/сек, створюючи висхідний потік поживного середовища разом з таломми водоростей зі швидкістю 10-12 см/сек, а споживана компресором потужність електроенергії становить 0,4-0,5 Вт/л або 0,04-0,05 Вт на 1 г культивованих водоростей.

Такий режим сприяє видаленню надлишково-розчиненого вуглекислого газу, що втримує рН поживного середовища в межах 7,9-8,0, через поверхні повітряних пухирців, і витрата вуглекислого газу може становити до 25 мг у добу на 1 г культивованих водоростей.

При зменшенні витрати повітря за рахунок зменшення діаметра перфорацій повітропроводу зменшується швидкість спливання пухирців і швидкість циркуляції поживного середовища разом з таломми. Дрібні пухирці з діаметром до 1 мм частково прилипають до водоростей і слабкий потік циркуляції не здатний захопити такі таломми в глибину. Водорості збиваються на поверхні в щільний мат, займаючи по вертикалі не більше 10 % об'єму. Таким чином, може бути використано не більше 10 % падаючої через бічну стінку променистої енергії, до того ж, висвітлюється тільки частина водоростей через їхню велику щільність у плаваючому маті.

Крім того, нерухливий мат культивованих водоростей стає прекрасним субстратом для розвитку епіфітів, які пригнічують культивовані водорості за рахунок виїдання біогенів у поверхневому шарі, зниження поверхневої освітленості й підвищення рН. А оскільки злив поживного середовища здійснюється з поверхневого шару, датчик рН дає сигнал для подачі додаткової порції CO_2 , що через погане перемішування не проникає у внутрішній простір мата, а вимивається дрібнодисперсним потоком повітря, що має більшу поверхню поділу фаз вода-повітря. І все це сприяє зниженню середньої питомої швидкості вагового росту культури й виходу продукції з одиниці площі дзеркальної поверхні культиватора.

В основу винаходу пристрою для культивування неприкріплених макрофітів поставлена задача шляхом зниження витрат вуглекислого газу й стисненого повітря, забезпечити збереження високого виходу продукції макрофітів з одиниці площі дзеркальної поверхні культиватора та зниження собівартості одиниці продукції.

Сутність винаходу полягає в тому, що робочий об'єм проточного культиватора із прозорою низькою поздовжньою стінкою, пов'язаною з вертикальним набором люмінесцентних ламп, зі співвідношенням висоти до ширини не менш 1,5, поперечним перерізом профілю дна у формі четвертої-шостої частини перерізу циліндра, що примикає до високої поздовжньої стінки під прямим кутом, оснащений у його глибокій частині перфорованим повітропроводом, патрубками для подачі й щілинами для зливу поживного середовища, датчиком рН із блоком регулювання рН, газообмінником з набором сигнальних електродів і виконавчих механізмів для подачі в нього вуглекислого газу, додатково оснащений ротором із шістьма підпружиненими повітронаповнювальними поворотними лопатями, що обертаються на осях, закріплених на торцевих стінках, і допоміжними перфорованими повітропроводами з незалежним регулюванням подачі повітря.

Сутність винаходу пояснюється ілюстраціями. На Фіг. 1 представлена схема роботи ротора, на Фіг. 2 - конструкція маточини колеса ротора, на Фіг. 3 - конструкція поворотного механізму лопатей, на Фіг. 4 - профіль поперечного перерізу лопаті. Всі істотні розміри конструкції прив'язані до ширини робочого об'єму культиватора (Ш).

Кожний робочий об'єм культиватора 1 з газообмінником 2 і зливним жолобом 3 оснащується допоміжними перфорованими повітропроводами 8 з незалежним регулюванням подачі повітря й ротором з поворотними повітронаповнювальними лопатями 4, виконаними зі світлопроникного матеріалу, що закріплюються на спицях коліс ротора 5, маточини яких своїми отворами 9 (Фіг. 2) опираються на осі, змонтовані на внутрішніх сторонах торцевих стінок культиватора на висоті 0,7 Ш. Ротор у зібраному виді із закріпленими лопатями опускається в робочий об'єм у положенні, коли пази маточини, з яких вийняті шплінти 10, спрямовані вниз. Після того, як осі культиватора займуть положення в отворах 9, у пази вставляють шплінти 10, які не вимагають додаткової фіксації, тому що при обертанні коліс ротора в зазначені на Фіг. 2 напрямках їх буде втримувати на місці сила тертя.

Лопаті 4 своїми вушками 15 (Фіг. 3) закріплюються на розташованих на кінцях спиць 5 поворотних осях 16, на стовщених частині яких 17 монтуються пружини 12, довгим кінцем фіксуючі лопаті у вихідному положенні при мінімальному зусиллі притиснення їх до фіксатора 11. Короткі кінці пружини фіксуються в поглибленнях 18 на спицях 5. Поздовжні зсуви пружини й лопатей обмежуються шайбами 14 і гвинтами 13. Довгі сторони лопатей виконані по краю у вигляді гребінки 19 і мають три ряди антифрикційних виступів 7 (Фіг. 4).

Пристрій працює таким чином.

Робочий об'єм з ротором, заповнюють поживним середовищем і забезпечують необхідну протоку. В момент, коли одна з пар спиць коліс ротора перебуває в горизонтальному положенні, подають повітря в усі повітропроводи. Засікають об'єм повітря, здатний перебороти опір чотирьох пружин двох діаметрально розташованих лопатей при максимальному їхньому закручуванні (куті повороту лопатей від 75 до 80°) і мінімальному важелі ($R \approx 0,26$ Ш) впливу на пружину, що вимагає максимального зусилля. Вимірюють також час його наповнення. У такому положенні відбувається наповнення тільки однієї (першої) лопаті, що перебуває над повітропроводами на горизонтально розташованій спиці. При повороті ротора проти годинникової стрілки на 5° наступна за нею спиця відхиляється від вертикалі на 35° і закріплена на ній друга лопать перекриє повітряний потік із крайнього лівого повітропроводу. При повороті ротора ще на 9° друга спиця відхиляється від вертикалі на 44°, і закріплена на ній лопать перекриває крайній правий повітропровід.

При повороті ротора на 20° друга спиця відхилиться від вертикалі на 50°, друга лопать (одночасно з п'ятою) першим рядом антифрикційних виступів увійде в зіткнення зі стінкою культиватора, і піднімальної силі будуть протистояти пружини чотирьох лопатей. Однак важіль впливу на пружини другої й п'ятої лопатей буде максимальним ($R \approx 0,48$ Ш), а опір мінімальним. До того ж, з моменту повороту ротора на 14° його крутний момент уже створюється повним об'ємом повітря першої лопаті й об'ємом повітря, що збільшується, другої лопаті до кута повороту 47°, коли спиця першої лопаті встановиться в напрямку 137° від нижньої вертикалі й повітря почне виходити з першої лопаті через гребінку 19 (Фіг. 4). У положенні 140° перша лопать (одночасно із четвертою) виходить із зачеплення зі стінкою культиватора, і залповий викид повітря з неї створює потужний імпульс руху поверхневого шару поживного середовища проти годинникової стрілки, а ротор одержує додатковий крутний момент за рахунок впливу поверхневого шару на попередню (шосту) лопать.

Вимірюють швидкість обертання ротору й регулюють подачу повітря, домагаючись мінімальної витрати. Завантажують вихідну кількість водоростей і при необхідності додатково регулюють подачу повітря, домагаючись стійкої циркуляції поживного середовища разом з водоростями.

Запропонована конструкція й схема роботи пристрою дозволяють уникнути "вимивання" вуглекислого газу, що надходить у поживне середовище через газообмінник за рахунок того, що для заповнення лопатей можуть бути використані як зазвичай великі бульбашки повітря при як зазвичай малій їхній кількості (малому числі перфорацій). Сумарна площа розподілу фаз вода - повітря в цьому випадку може бути на порядок нижче, ніж при дрібнодисперсному розпиленні із численних перфорацій. Крім того, кутова швидкість обертання ротора не залежить від швидкості спливання повітряних бульбашок, що прямо пов'язана з їхнім діаметром. Вона залежить лише від кількості повітря, що може бути акумульовано однією або двома наступними один за одним лопатями, а отже, може легко регулюватися витратою повітря.

У порівнянні із прототипом, для випадку, коли в ньому використовують дрібнодисперсне розпилення повітря, запропонована конструкція дозволяє скоротити витрату вуглекислого газу,

зменшити кількість епіфітів і раціонально використовувати падаючу світлову енергію, значно збільшивши вихід продукції із квадратного метра дзеркальної поверхні культиватора.

У випадку, коли в прототипі використовують великодисперсне розпилення для створення стійкої циркуляції, що сприяє інгібуванню епіфітів, пропонований пристрій дозволяє зберігати витрати повітря й вуглекислого газу, зменшивши таким чином собівартість одиниці продукції.

Пристрій використовують наступним чином.

Вирощування гелідіума протягом двох тижнів паралельно проводили в липні місяці у двох відомих культиваторах (№ 1 і № 2) розміром 0,3·0,3·0,5 м (площею 0,09 м, об'ємом 45 л) і культиваторі № 3 конструкції, що заявляється, розміром 0,6·0,3·0,5 м (площею 0,18 м², об'ємом 90 л) при температурі 21-23 °С, бічний освітленості 18-20 клк з виключенням на 8 годин вночі (з 22⁰⁰ до 6⁰⁰) і природною поверхневою освітленістю, яка в лабораторії в яскраві дні не перевищувала 3 клк.

Через культиватори № 1 і № 2 установили протоку фільтрованої чорноморської води (солоність 17,5 ‰) 2 л/ч, а через культиватор № 3-4 л/ч. У культиватори № 1 і № 2 завантажили по 225 г гелідіума - *Gelidium latifolium* (Grev.) Born, et Thur. (Rhodophyta) - з розрахунку 2,5 кг/м або 5 г/л, а в культиватор № 3 з такого ж розрахунку - 450 г. Заповнили вуглекислим газом газообмінники й установили верхню межу регулювання рН на рівні 8,0. Для всіх культиваторів однаково на кожний літр середовища додавали 52 мг KNO₃ і 7,4 мг KH₂PO₄·3H₂O, а також 2,16 мг FeCl₃·6H₂O і 17 мг Na₂EDTA, що зварені разом.

У культиватор № 1 установили повітропровід, перфорований отворами діаметром 0,4-0,5 мм по 3 отвори на 1 см - усього 90 отворів. Культиватор № 2 оснастили повітропроводом з перфораціями діаметром 2 мм по 1 на 1 см (усього 30 отворів), а культиватор № 3 - трьома повітропроводами з отворами діаметром 2 мм по 1 на 6 см (30 отворів). Для забезпечення стійкої циркуляції поживного середовища разом з водоростями використовували набори акваріумних мікрокомпресорів потужністю 4,5 Вт марки Atman CR-40 із двома виходами, що забезпечують при атмосферному тиску продуктивність 1,5 л/хв. На культиватор № 1 паралельно навантажили 2 компресори, на другий - 4. На третій культиватор задіяли 2 компресори: один - на крайній лівий повітропровід, та по одному виходу другого компресора - на два інші повітропроводи.

Швидкість спливання повітряних бульбашок у першому культиваторі склала 10-12 см/сек, а вертикальна складова швидкості поживного середовища разом з водоростями - 7-8 см/сек. Таким чином, швидкість циркуляції склала ≈ 5 об/хв. У другому культиваторі швидкість спливання бульбашок - 15-20 см/сек, вертикальна складова поживного середовища - 10-12 см/сек, а швидкість циркуляції - 7-8 об/хв. У третьому культиваторі при первісній схемі подачі стисненого повітря швидкість обертання ротора склала ≈ 8 об/хв. Схема була змінена: залишили один компресор, і обидва виходи підключили до одного ресивера із трьома регульованими виходами для кожного повітропроводу. При цьому швидкість ротора склала ≈ 4 об/хв.

При спостереженні за процесом культивування був установлений той факт, що на п'яту добу в першому культиваторі таломі водоростей із притягнутими дрібними повітряними бульбашками збилися в мат, що плаває на поверхні, який залишався в такому положенні до кінця експерименту. У другому культиваторі швидкість циркуляції знизилася в середньому до 7 об/хв, а швидкість ротора практично не змінилася.

Мат з водоростей першого культиватора був рясно покритий (близько 80 % поверхні) проростками епіфітів довжиною від 2 до 4 мм, загальна маса яких окремо не визначалася. На таломі з другого й третього культиваторів спостерігалися одиничні проростки такого ж розміру.

Таблиця 1

| Параметр | Культиватор 1 | Культиватор 2 | Культиватор 3 |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| $W_0(r)$ | 225 | 225 | 450 |
| $W_{14}(r)$ | 290,2 | 301,9 | 600,4 |
| $\Delta W(r)$ | 65,2 | 76,9 | 156,4 |
| μ | 0,0181 | 0,0209 | 0,0213 |
| P (квт·год.) | 3,024 | 6,048 | 1,512 |
| $CO_2(r)$ | 64,4 | 58,1 | 106,2 |
| $KNO_3(r)$ | 34,9 | 34,9 | 69,8 |
| $KH_2PO_4 \cdot 3H_2O(r)$ | 4,97 | 4,97 | 9,94 |
| $FeCl_3 \cdot 6H_2O(r)$ | 1,45 | 1,45 | 2,9 |
| $Na_2EDTA(r)$ | 11,4 | 11,4 | 22,8 |

Таблиця 2

| Параметр | Культиватор 1 | Культиватор 2 | Культиватор 3 |
|--|---------------|---------------|---------------|
| P (Втгод.) | 46 | 78 | 10 |
| $CO_2(r)$ | 0,988 | 0,755 | 0,679 |
| $KNO_3(r)$ | 0,535 | 0,454 | 0,446 |
| $KH_2PO_4 \cdot 3H_2O(r)$ | 0,076 | 0,065 | 0,064 |
| $FeCl_3 \cdot 6H_2O(r)$ | 0,022 | 0,019 | 0,019 |
| $Na_2EDTA(r)$ | 0,175 | 0,148 | 0,146 |
| Частка, продуктивність. г/м ² ·доб. | 51,75 | 61,03 | 62,0 |

Через 14 доби культивування зробили зважування біомас, визначили питому швидкість вагового росту гелідіуму, витрати електроенергії, біогенів і вуглекислого газу (Таб. 1), а також розраховували витрати на одиницю продукції й питому продуктивність кожного культиватора (Таб. 2)

Дані таблиці 2 показують, що при практично однакових питомій продуктивності й витратах біогенів на одиницю продукції із другим культиватором при використанні запропонованого пристрою в порівнянні з культиватором № 1 відбувається економія біогенів на 14-15 %, вуглекислого газу - на 31 %, електроенергії для подачі повітря - в 4,6 рази, а питома продуктивність зростає на 20 %.

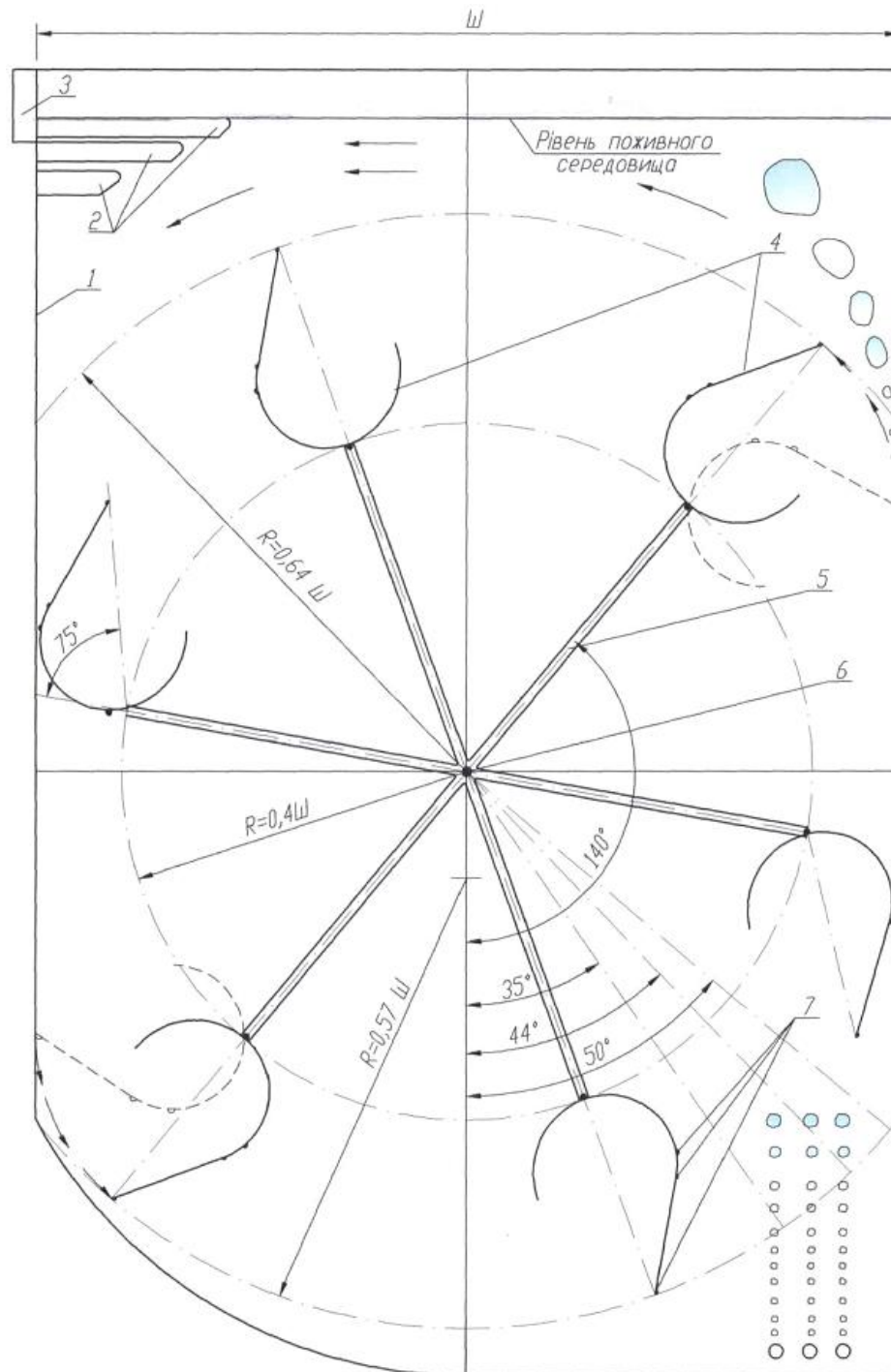
У порівнянні з культиватором № 2, у якому використане великодисперсне розпилення повітря, економія вуглекислого газу в перерахуванні на одиницю продукції становить близько 10 %, зате витрата електроенергії для подачі стисненого повітря скорочується в 7,8 рази.

Таким чином, пропонується пристрій для культивування макрофітів при значному скороченні витрат вуглекислого газу й стисненого повітря дозволяє ефективно використовувати світлову енергію й, зберігаючи високу питому продуктивність продукції, знизити її собівартість.

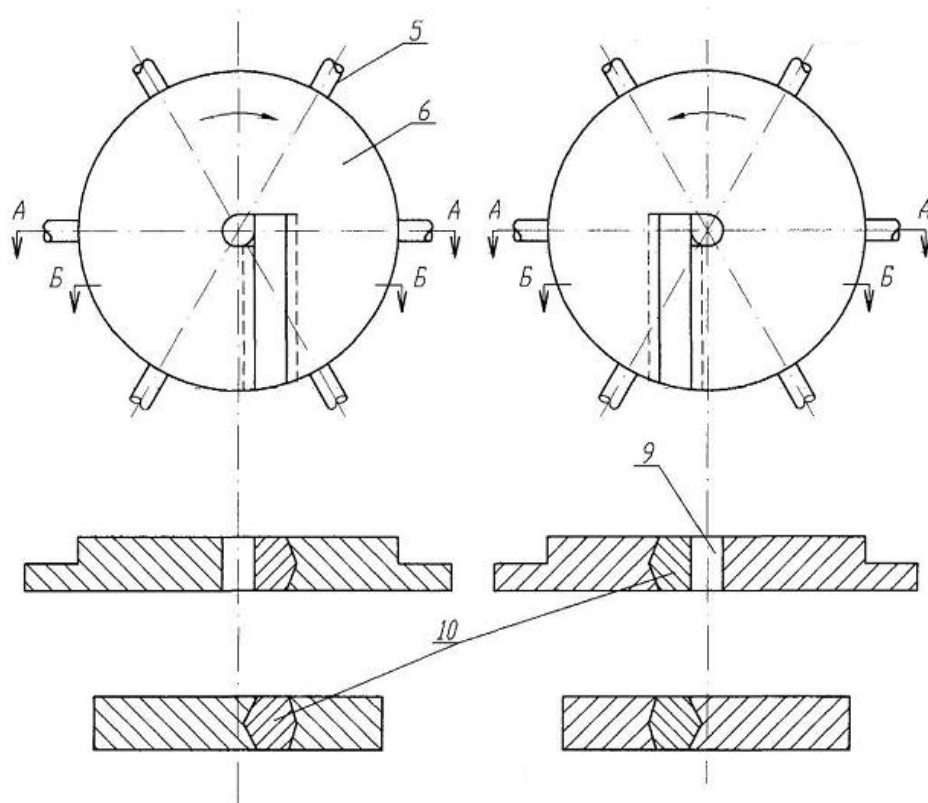
20

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

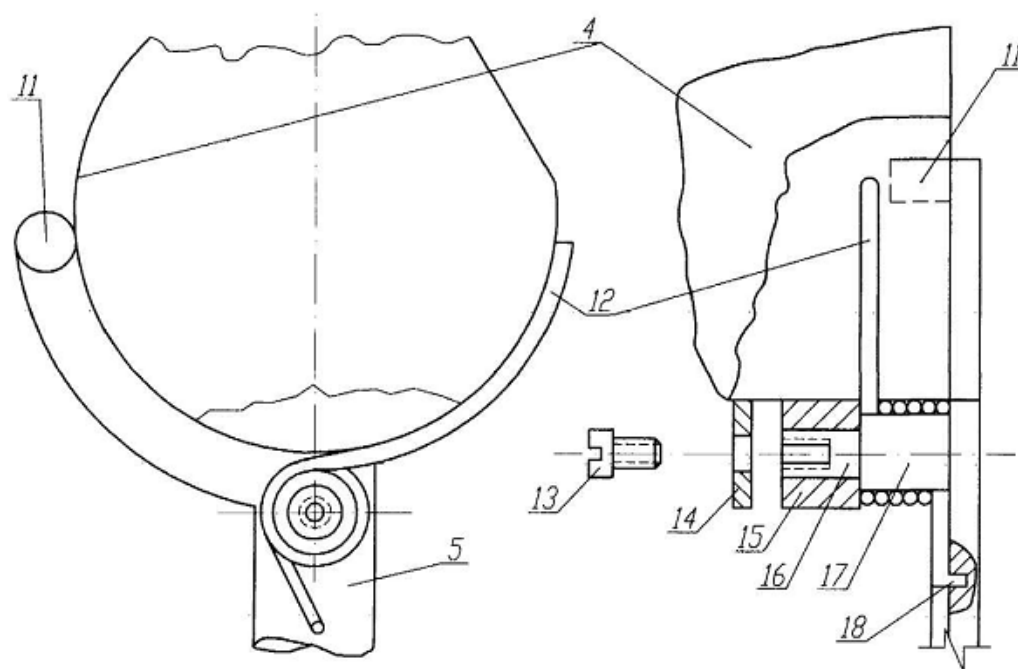
Пристрій для культивування макрофітів з робочими об'ємами зі співвідношенням висоти до ширини не менш 1,5, що мають поперечні профілі дна у формі четвертої-шостої частини перерізу циліндра, що примикає до високих бічних стінок під прямим кутом, і низькі стінки, виконані зі світлонепроникного матеріалу, оснащені розташованими в їхніх глибоких частинах поздовжніми перфорованими повітропроводами, патрубками для подачі й щілинами для зливу поживного середовища, газообмінниками, блоком регулювання рН із датчиками рН і набором сигнальних електродів, комутатором, виконавчим механізмом для подачі в газообмінники вуглекислого газу, світильниками з вертикальним набором люмінесцентних ламп, навколо яких попарно групуються робочі об'єми, примикаючи до них своїми прозорими стінками, який **відрізняється** тим, що робочі об'єми додатково оснащені роторами, що обертаються на осях, закріплених на торцевих стінках, із шістьма підпружиненими, наповнюваними повітрям поворотними лопатями, виконаними з світлопроникного матеріалу, і допоміжними перфорованими повітропроводами з незалежним регулюванням подачі повітря.



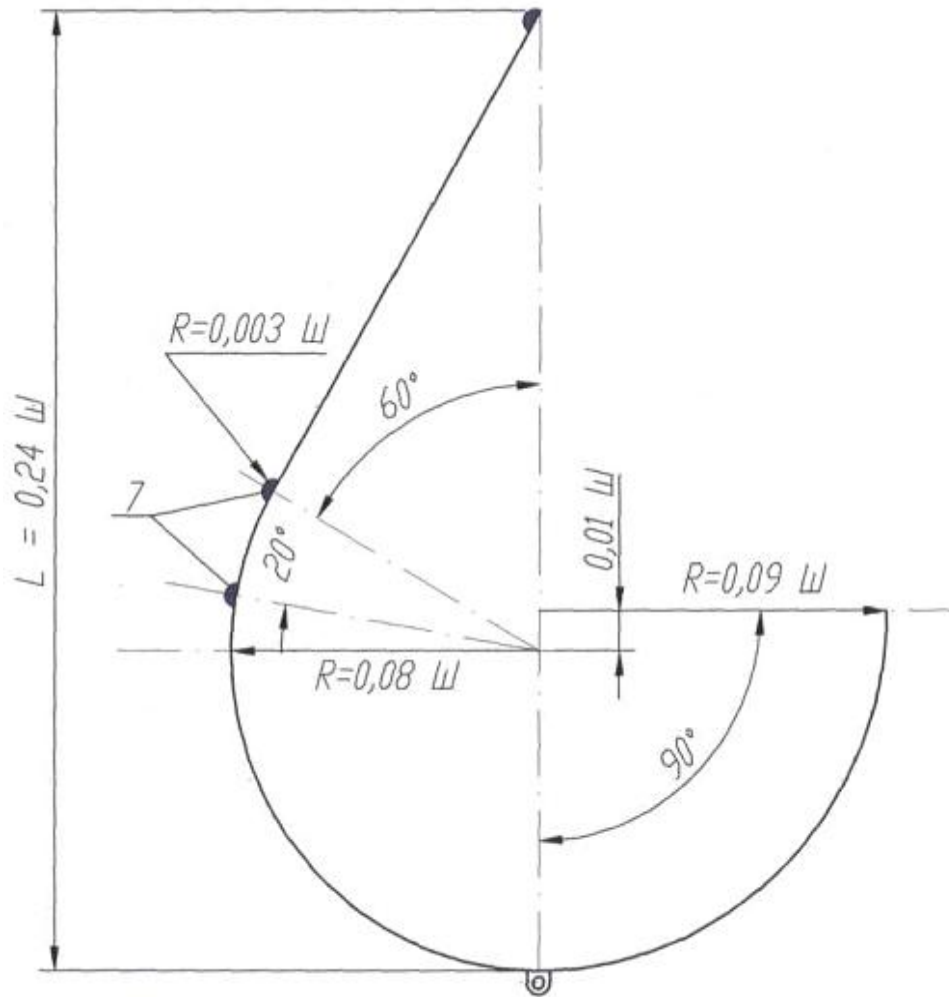
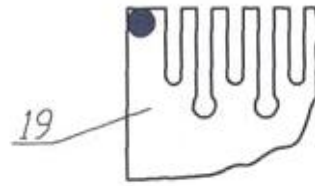
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка С. Чулій

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

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