



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89314 (13) C2

(51) МПК (2009)

A01G 31/00

A01G 33/00

C12M 1/00

C12M 3/00

C12N 1/00

A01G 7/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

1

2

(21) а200808888

(22) 07.07.2008

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) ЧЕРНОВ ПЕТРО ЯКОВИЧ, ІВКО СЕРГІЙ
ГЕННАДІЙОВИЧ(73) ЧЕРНОВ ПЕТРО ЯКОВИЧ, ІВКО СЕРГІЙ
ГЕННАДІЙОВИЧ

(56) US 4868123 A, 19.09.1989

WO 2008008262 A2, 17.01.2008

US 20080009055 A1, 10.01.2008

WO 2007025145 A2, 01.03.2007

WO 2006020177 A1, 23.02.2006

JP 2000287546 A 17.10.2000

US 5659977 A, 26.08.1997

WO 2008079896 A1, 03.07.2008

WO 2008070280 A2, 12.06.2008

US 20080090284 A1, 17.04.2008

US 4341038 A 27.07.1982

(57) 1. Установа для вирощування та переробки мікроводоростей, що містить зв'язані між собою технологічними трубопроводами і запірно-регулюючою арматурою і розташовані по ходу технологічного процесу фотобіореактор (1), виконаний у вигляді набору труб, що виконані з можливістю сполучення, виготовлених з прозорого матеріалу, ємкість (2) регенерації живильного розчину, насос (3) циркуляції культурального середовища, генератор (4) для отримання вуглекислого газу (CO₂) і оксидів азоту (NO_x), необхідних для фотосинтезу мікроводоростей, барботер (5) для насичення культурального середовища газами від генератора (4), дегазатор (6) для видалення з культурального середовища кисню, що виділяється мікроводоростями в процесі фотосинтезу, роздільник (7) для відділення мікроводоростей від живильного розчину, маслоекстрактор (8) і накопичувальну ємкість (9) для збору масла, яка **відрізняється** тим, що як генератор (4) вуглекислого газу (CO₂) і оксидів азоту (NO_x) використаний

електрогенератор (10) з приводом від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) і фільтр (11) очищення газів, при цьому до електрогенератора (10) електрично підключені лампи ультрафіолетового випромінювання (УФ) (12) і лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ) (13), встановлені в зоні фотобіореактора (1) для опромінювання культурального середовища в ньому, а технологічно підключений теплообмінник-рекуператор (14) для підігріву культурального середовища, що використовує тепло, що виділяється з ДВЗ електрогенератора (10).

2. Установа для вирощування та переробки мікроводоростей за п. 1, яка **відрізняється** тим, що насос (3) циркуляції культурального середовища забезпечений частотним перетворювачем (15) для регулювання робочої характеристики насоса (3).

3. Установа для вирощування та переробки мікроводоростей за п. 1, яка **відрізняється** тим, що ємкість (2) регенерації живильного розчину містить патрубок (16) введення біологічних стимуляторів зростання мікроводоростей.

4. Установа для вирощування та переробки мікроводоростей за п. 1, яка **відрізняється** тим, що маслоекстрактор (8) містить сушарку (17) і маслопрес (18).

5. Установа для вирощування та переробки мікроводоростей за п. 4, яка **відрізняється** тим, що за маслопресом (18) маслоекстрактора (8) послідовно встановлені маслоприймач (19) з насосом (20), фільтр (21) грубого очищення масла і фільтр (22) тонкого очищення масла.

6. Установа для вирощування та переробки мікроводоростей за п. 1, яка **відрізняється** тим, що містить ємкість (23) для дозованого відбору суспензії мікроводоростей, вхід якої сполучений з фотобіореактором (1) через електрокерований шланговий затвор (24), а вихід сполучений з роздільником (7) через насос (25).

(13) C2

(11) 89314

(19) UA

7. Установа для вирощування та переробки мікроводоростей за п. 1, яка **відрізняється** тим, що фотобіореактор (1) забезпечений різнополярними, сполученими послідовно, гальванічними електро-

дами (26, 27) для знімання зовнішнім споживачем енергії вільних електронів, що виникають при окислювально-відновних реакціях в процесі фотосинтезу.

Винахід належить до біотехнології, зокрема до пристроїв для культивування фотосинтезуючих масличних мікроводоростей для отримання масла, що є переважно початковим продуктом при виробництві біопалива.

Мікроводорості - це одноклітинні «фабрики», які перетворюють сонячну енергію, поглинаючи вуглекислий газ і виділяючи кисень, в масло, яке може бути перероблене в біопаливо (біодизель або біоетанол), корми і високоцінні біологічно активні компоненти.

В даний час при світових запасах нафтопродуктів, що виснажуються, починають нарощувати виробництво біодизеля переважно з рослинного масла.

Але вирощування масличних культур, наприклад рапсу, для переробки на біодизель не завжди виправдано, оскільки вимагає великих площ землі, що суттєво скорочує можливості вирощування сільськогосподарських культур, необхідних для виробництва продуктів харчування людей і корму тварин.

При фотосинтезі мікроводорості, як правило, подвоюють свою біомасу протягом 24 годин, містять в середньому 40-60% масла, а установки для вирощування і переробки мікроводоростей не вимагають великих площ і розміщуються на землях непридатних для вирощування сільськогосподарських культур.

Тому такі переваги, як інтенсивне зростання біомаси, високий вміст масла і компактність площ вирощування фотосинтезуючих масличних мікроводоростей, знайшли втілення в нижче наступних відомих з рівня техніки установках штучного культивування мікроводоростей, призначених надалі для виробництва з них масла.

Вироблене масло надалі може бути використане, наприклад, для виробництва біодизеля, кормів, добрив, фармацевтичних засобів або інших високоцінних біологічно активних компонентів.

До установок штучного культивування мікроводоростей, призначених надалі для виробництва з них масла, можна віднести наступні установи для вирощування та переробки мікроводоростей:

«Апарат для вирощування фотосинтезуючих мікроводоростей» UA28193A (Пшеничний М.Ф., UA, Запорожець М.Ф., UA), C12M1/02, A01G33/00, A01G33/02, 16.10.2000;

«Установка для производства фотоавтотрофных микроорганизмов» SU865180 (Всесоюзный научно-исследовательский биотехнический институт, SU) A01G31/02, 23.09.1981;

«Аппарат для выращивания фотосинтезирующих микроорганизмов» SU1062258A (Всесоюзный научно-исследовательский биотехнический институт, SU) C12M1/00, A01G33/02, 23.12.1983;

«Фотореактор для выращивания микроводорослей» SU1578185A1 (Ставропольский сельскохозяйственный институт, SU) C12M1/00, A01G31/02, 15.07.1990;

«Apparatus for intensive, controlled production of microorganisms by photosynthesis» US4868123 (Commissariat Energie Atomique, FR), C12M1/00; C12M3/00, 19.09.1989;

«Integrated photobioreactor-based pollution mitigation and oil extraction processes and systems» US2008009055A1 (Greenfuel Technologies Corp., US) C02F3/34, C02F11/02, 10.01.2008;

«Photobioreactor systems and methods for treating CO₂-enriched gas and producing biomass» WO2008008262A2 (Greenfuel Technologies Corp., US) C12M1/00, B01D53/84, 17.01.2008;

«Photobioreactor for photosynthetic microorganism culture» WO2008010737A1 (Tecnica processos e equipamento industriais e ambientais, PT) C12M1/00, C12N1/12, B01J19/12, 24.01.2008.

Основними недоліками відомих установок є недостатня ефективність і продуктивність, викликані недосконалістю їх конструкцій.

З рівня техніки відома також найбільш близька до тієї, що заявляється по кількості загальних ознак і результату, що досягається, установка для вирощування та переробки мікроводоростей, така, що містить зв'язані між собою технологічними трубопроводами і запірно-регулюючою арматурою і розташовані по ходу технологічного процесу фотобіореактор, виконаний у вигляді набору трубок, що сполучаються, виготовлених з прозорого матеріалу, ємкість регенерації живильного розчину, насос циркуляції культурального середовища, генератор для отримання вуглекислого газу (CO₂) і оксидів азоту (NO_x), необхідних для фотосинтезу мікроводоростей, барботер для насичення культурального середовища газами від генератора, дегазатор для видалення з культурального середовища кисню, що виділяється мікроводоростями в процесі фотосинтезу, роздільник для відділення мікроводоростей від живильного розчину, маслоекстрактор і накопичувальну ємкість для збору масла /«Method, apparatus and system for biodiesel production from algae» WO2007025145A2 (Sunsources Industries, US; Sears, James T., US) C12P7/64, C07C51/43, C12N1/12, 01.03.2007, найбільш близький аналог-прототип/.

Як генератор вуглекислого газу (CO₂) і оксидів азоту (NO_x) використана стаціонарна теплова електростанція (ТЕС), поряд з якою розміщена установка для вирощування та переробки мікроводоростей.

Період фотосинтезу обмежений тривалістю світлового дня, що знижує ефективність роботи і продуктивність установки.

Крім того, установка містить низькоефективні засоби стабілізації (тепловий бар'єр) оптимальної температури ($T=25\pm 5^\circ\text{C}$) культурального середовища, що знижує темпи зростання біомаси мікрободоростей у фотобіореакторі і, як наслідок, знижує продуктивність установки.

Технічною задачею, на вирішення якої направлений винахід, є удосконалення установки так, щоб вона не була прив'язана до стаціонарного генератора вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x), яким є ТЕС, могла працювати за межами світлового дня, і забезпечувала стабільну оптимальну температуру ($T=25\pm 5^\circ\text{C}$) культурального середовища, що підвищує темпи зростання біомаси мікрободоростей у фотобіореакторі.

Технічний результат, який досягається при використанні вдосконаленої установки, полягає в підвищенні ефективності і продуктивності вирощування і переробки мікрободоростей.

Поставлена технічна задача вирішується, а технічний результат досягається тим, що в установці для вирощування та переробки мікрободоростей, що містить зв'язані між собою технологічними трубопроводами і запірно-регулюючою арматурою і розташовані по ходу технологічного процесу фотобіореактор, виконаний у вигляді набору труб, що сполучаються, виготовлених з прозорого матеріалу, ємкість регенерації живильного розчину, насос циркуляції культурального середовища, генератор для отримання вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x), необхідних для фотосинтезу мікрободоростей, барботер для насичення культурального середовища газами від генератора, дегазатор для видалення з культурального середовища кисню, що виділяється мікрободоростями в процесі фотосинтезу, роздільник для відділення мікрободоростей від живильного розчину, маслоекстрактор і накопичувальну ємкість для збору масла, згідно винаходу, як генератор вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x) використаний електрогенератор з приводом від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) і фільтр очищення газів, при цьому до електрогенератора електрично підключені лампи ультрафіолетового випромінювання (УФ) і лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ), встановлені в зоні фотобіореактора для опромінювання культурального середовища в ньому, а технологічно підключений теплообмінник-рекуператор для підігріву культурального середовища, що використовує тепло, що виділяється ДВЗ електрогенератора.

Приведені ознаки, які характеризують винахід, є суттєвими, оскільки в сукупності достатні для забезпечення працездатності і рішення поставленої технічної задачі, а кожен окремо необхідний для ідентифікації і відмінності заявленої установки для вирощування та переробки мікрободоростей від відомих в техніці аналогічних технічних рішень.

Причинно-наслідковий зв'язок відмітних ознак при їх взаємодії з відомими ознаками в досягненні очікуваного технічного результату, обумовленого поставленою технічною задачею, полягає в наступному.

Використання електрогенератора з приводом від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) як гене-

ратор вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x) дозволяє використовувати установку територіально в будь-якому місці, оскільки вона не прив'язана до стаціонарного генератора згаданих вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x), яким є ТЕС, що суттєво підвищує ефективність її застосування для вирощування і переробки мікрободоростей.

Використання двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) як привод електрогенератора і фільтру очищення газів дозволяє отримувати з продуктів згорання необхідну кількість очищеного вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x), що поглинаються мікрободоростями в процесі фотосинтезу, забезпечує насичення барботером культурального середовища очищеними газами, необхідними для фотосинтезу, і підвищує якість і об'єм вирощуваної біомаси мікрободоростей.

У зв'язку з тим, що в установці до електрогенератора електрично підключені лампи ультрафіолетового випромінювання (УФ) і лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ), встановлені в зоні фотобіореактора для опромінювання культурального середовища в ньому, досягається можливість використання установки за межами світлового дня, що розширює період ефективної роботи і підвищує продуктивність установки.

А за рахунок того, що в установці до електрогенератора технологічно підключений теплообмінник-рекуператор для підігріву культурального середовища, що використовує тепло, що виділяється ДВЗ електрогенератора, забезпечується стабільна оптимальна температура ($T=25\pm 5^\circ\text{C}$, переважно $T=25^\circ\text{C}$) культурального середовища у будь-який час року, що забезпечує ефективний фотосинтез і підвищення темпів зростання біомаси мікрободоростей у фотобіореакторі.

В цілому згадані удосконалення установки дозволяють підвищити ефективність і продуктивність вирощування і переробки мікрободоростей.

Установка для вирощування та переробки мікрободоростей має і інші відмінності, які використовуються в окремих випадках її виконання і створюють додатковий технічний результат.

В установці для вирощування та переробки мікрободоростей, згідно винаходу, насос циркуляції культурального середовища забезпечений частотним перетворювачем для регулювання робочої характеристики згаданого насоса.

Це дозволяє змінювати робочу характеристику насоса при збільшенні (в процесі експлуатації установки) об'єму циркулюючого через фотобіореактор культурального середовища.

В установці для вирощування та переробки мікрободоростей, згідно винаходу, ємкість регенерації живильного розчину містить патрубок введення біологічних стимуляторів зростання мікрободоростей.

За рахунок цього збільшується інтенсивність зростання мікрободоростей, внаслідок чого підвищується ефективність і продуктивність установки.

В установці для вирощування та переробки мікрободоростей, згідно винаходу, маслоекстрактор містить сушарку і маслопрес.

Це забезпечує максимальне видалення вологи з біомаси мікроводоростей в сушарці і ефективне виділення масла з висушеної біомаси мікроводоростей на маслопресі.

В установці для вирощування та переробки мікроводоростей, згідно винаходу, за маслопресом маслоекстрактора послідовно встановлені маслоприймач з насосом, фільтр грубого очищення масла і фільтр тонкого очищення масла.

За рахунок цього досягається збір масла з маслопреса екстрактора і подача його насосом на двоступінчате очищення в згаданих фільтрах, що підвищує споживчі властивості отриманого масла з мікроводоростей.

Установка для вирощування та переробки мікроводоростей, згідно винаходу, містить ємкість для дозованого відбору суспензії мікроводоростей, вхід якої сполучений з фотобіореактором через електрокерований шланговий затвор, а вихід сполучений з роздільником через насос.

Наявність такої ємкості забезпечує дозований відбір суспензії мікроводоростей з циркулюючого культурального середовища при відкритті електрокерованого шлангового затвора і перекачування її насосом в роздільник для відділення мікроводоростей від культурального середовища незалежно від процесу роботи фотобіореактора, що забезпечує ефективність і стабільність роботи установки.

В установці для вирощування та переробки мікроводоростей, згідно винаходу, фотобіореактор забезпечений різнополярними, сполученими послідовно, гальванічними електродами, для знімання зовнішнім споживачем енергії вільних електронів, що виникають при окислювально-відновних реакціях в процесі фотосинтезу.

За рахунок цього фотобіореактор стає джерелом електроенергії для зовнішнього малопотужного споживача, що підвищує ефективність установки.

З рівня техніки заявник не виявив рішення, співпадаючі з сукупністю загальних і відмітних суттєвих ознак вдосконаленої установки для вирощування та переробки мікроводоростей, внаслідок чого можна зробити висновок, що технічне рішення, що заявляється, не є частиною рівня техніки і відповідає критерію винаходу «новизна».

З рівня техніки заявник також не виявив рішення, співпадаючі з відмітними суттєвими ознаками вдосконаленої установки для вирощування і переробки мікроводоростей, внаслідок чого можна зробити висновок, що технічне рішення, що заявляється, для фахівця не є очевидним, не впливає з рівня техніки і відповідає критерію винаходу «винахідницький рівень».

Надалі вдосконалена установка для вирощування і переробки мікроводоростей пояснюється докладним описом прикладу її переважного виконання і роботи з посиланнями на креслення, що додаються.

На Фіг.1 зображена установка для вирощування та переробки мікроводоростей; схема.

На Фіг.2 зображений електрогенератор установки для вирощування та переробки мікроводоростей, до якого електрично через систему управління і контролю підключені лампи

ультрафіолетового випромінювання (УФ) і лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ), встановлені в зоні фотобіореактора, схема.

Установка для вирощування і переробки мікроводоростей (Фіг.1, 2) містить зв'язані між собою технологічними трубопроводами і запірнорегулюючою арматурою і розташовані по ходу технологічного процесу фотобіореактор 1 (Фіг.1), виконаний у вигляді набору труб, що сполучаються, виготовлених з прозорого матеріалу, ємкість 2 регенерації живильного розчину, насос 3 циркуляції культурального середовища, генератор 4 для отримання вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x), необхідних для фотосинтезу мікроводоростей, барботер 5 для насичення культурального середовища газами від генератора 4, дегазатор 6 для видалення з культурального середовища кисню, що виділяється мікроводоростями в процесі фотосинтезу, роздільник 7 для відділення мікроводоростей від живильного розчину, маслоекстрактор 8, і накопичувальну ємкість 9 для збору масла.

Особливістю установки є те, що як генератор 4 вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x) використаний електрогенератор 10 з приводом від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) і фільтр 11 очищення газів.

При цьому до електрогенератора 10 електрично (через систему 42 управління і контролю) підключені лампи ультрафіолетового випромінювання (УФ) 12 і лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ) 13 (Фіг.2), встановлені в зоні фотобіореактора 1 (Фіг.1) для опромінювання культурального середовища в ньому, а технологічно підключений теплообмінник-рекуператор 14 для підігріву культурального середовища, що використовує тепло, що виділяється ДВЗ електрогенератора 10.

Насос 3 циркуляції культурального середовища забезпечений частотним перетворювачем 15 для регулювання робочої характеристики згаданого насоса 3.

Ємкість 2 регенерації живильного розчину служить для введення до складу розчину живильних речовин (азот - N, фосфор - P, калій - K) і мікроелементів, а також містить патрубок 16 введення біологічних стимуляторів зростання мікроводоростей.

Маслоекстрактор 8 містить сушарку 17 і маслопрес 18.

За маслопресом 18 маслоекстрактора 8 послідовно встановлені маслоприймач 19 з насосом 20, фільтр 21 грубого очищення масла і фільтр 22 тонкого очищення масла.

Установка також містить ємкість 23 дозованого відбору суспензії мікроводоростей, вхід якої сполучений з фотобіореактором 1 через електрокерований шланговий затвор 24, а вихід сполучений з роздільником 7 через насос 25.

Фотобіореактор 1, виконаний у вигляді набору труб, що сполучаються, виготовлених з прозорого матеріалу, може включати декілька секцій.

Крім того, в міру необхідності, до вже встановлених секцій фотобіореактора 1 можуть бути підключені додаткові секції.

Фотобіореактор 1 забезпечений різнополярними, сполученими послідовно, гальванічними електродами 26, 27 для знімання зовнішнім споживачем енергії вільних електронів, що виникають при окислювально-відновних реакціях в процесі фотосинтезу.

Установка для вирощування та переробки мікроводоростей містить рециркуляційну ємкість 28, в якій проводиться газообмін (насичення CO_2 , NO_x і видалення кисню), прийом регенованого живильного розчину, введення початкової порції культури при запуску установки.

Ємкість 2 регенерації живильного розчину забезпечена насосом 29 для подачі приготованого розчину в рециркуляційну ємкість 28.

Установка для вирощування та переробки мікроводоростей містить наступні технологічні трубопроводи:

- трубопровід 30 для подачі культурального середовища у фотобіореактор 1;
- трубопровід 31 для відведення культурального середовища з фотобіореактора 1 в рециркуляційну ємкість 28;
- трубопровід 32 для повернення розчину в ємність 2 регенерації після обробки суспензії роздільником 7;
- трубопровід 33 для подачі культурального середовища з ємкості 23 дозованого відбору суспензії на роздільник 7;
- трубопровід 34 для повернення регенованого розчину з ємкості 2 регенерації в рециркуляційну ємкість 28;
- трубопровід 35 для подачі масла в накопичувальну ємкість 9;
- трубопровід 36 для подачі газів з генератора 4 в барботер 5.

Установка для вирощування і переробки мікроводоростей містить також наступну технологічну запірно-регулюючу арматуру:

- крани 37 і 38 для коректування витрати культурального середовища через фотобіореактор 1 і його відключення від контура циркуляції при регламентних роботах;
- кран 39 для подачі очищеного масла на виробництво біодизеля;
- кран 40 для подачі очищеного масла споживачеві.

До складу установки може бути включена лінія 41 для виробництва біодизеля, виконана, наприклад за патентом UA18187U, і що використовує масло з накопичувальної ємкості 9 установок, а вироблений біодизель може бути використаний як паливо двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) електрогенератора 10 генератора 4 для отримання вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x) і підігріву біомаси за допомогою теплообмінника-рекуператора 14.

У установці управління вузлами, агрегатами і запірно-регулюючою арматурою здійснюють за допомогою системи 42 управління і контролю.

Установка для вирощування та переробки мікроводоростей працює таким чином (Фіг.1).

Здійснення процесу вирощування і переробки мікроводоростей проводиться послідовно в три етапи:

перший етап - підготовка установки (приготування живильного розчину, заповнення системи, вирощування культури мікроводоростей в лабораторних умовах);

другий етап - введення вирощеної культури в систему і виведення установки на робочий режим вирощування мікроводоростей;

третій етап - відбір і переробка вирощуваної біомаси в промисловому масштабі.

На першому етапі в ємкості 2 проводиться приготування живильного розчину і заповнення ним рециркуляційної ємкості 28 і фотобіореактора 1 за допомогою насоса 3 циркуляції через трубопроводи 30 і 31.

При цьому до складу розчину, окрім живильних речовин (азот - N, фосфор - P, калій - K) і мікроелементів, в ємкість 2 через патрубок 16 вводяться біостимулятори зростання біомаси.

В процесі заповнення системи проводиться розігрів розчину (за рахунок роботи генератора 4 і теплообмінника-рекуператора 14) до оптимальної температури ($T=25\pm 5^\circ\text{C}$, переважно $T=25^\circ\text{C}$), що контролюється системою 42 управління і контролю.

На другому етапі після завершення заповнення системи і розігрівання розчину в ємкість 28 вводиться порція вирощеної в лабораторних умовах (придбаною у постачальника установок) культури мікроводоростей, призначеної для вирощування і переробки.

Як вирощувана культура рекомендується використання мікроводорості *Botryococcus braunii*.

Залежно від об'єму циркулюючої маси (кількості секцій фотобіореактора 1) за допомогою частотного перетворювача 15 встановлюється необхідна робоча характеристика (тиск і витрата) насоса 3 циркуляції для забезпечення необхідної швидкості руху культурального середовища через фотобіореактор 1.

Додаткова корекція витрати через фотобіореактор 1 здійснюється кранами 37 і 38.

Для забезпечення і стабілізації процесу фотосинтезу включаються лампи ультрафіолетового випромінювання (УФ) 12 і лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ) 13.

Параметри режиму роботи ламп 12, 13 (інтенсивність випромінювання, періодичність і тривалість включення) забезпечуються системою 42 управління і контролю, оскільки лампи ультрафіолетового випромінювання (УФ) 12 і лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ) 13 електрично підключені до джерела живлення, тобто до електрогенератора 10 через систему 42 управління і контролю (Фіг.2).

Паралельно в культуральне середовище за допомогою барботера 5, встановленого в рециркуляційній ємкості 28, подається заздалегідь очищена фільтром 11 очищення газів газова суміш (CO_2 і NO_x) від приводу (ДВЗ) електрогенератора 10, забезпечуючи необхідне для фотосинтезу насичення розчину вказаними газами (Фіг.1).

Відбір параметрів процесу проводиться за наслідками лабораторного контролю темпів зростання об'єму введеної порції культури мікроводорос-

тей і забезпечується у встановлених оптимальних параметрах системою 42 управління і контролю.

На третьому етапі після досягнення концентрації мікроводоростей в культуральному середовищі не менше 3кг/м^3 розчину, починається дозування, за допомогою електрокерованою системою 42 управління і контролю шлангового затвора 24, відбір культурального середовища в ємкість 23 дозованого відбору суспензії мікроводоростей для подальшої переробки.

При цьому дефіцит циркулюючого розчину системою 42 управління і контролю автоматично заповнюється подачею розчину з ємкості 2 регенерації живильного розчину в рециркуляційну ємність 28 по трубопроводу 34 насосом 29, що забезпечує стабільність параметрів технологічного процесу вирощування мікроводоростей.

Відібрана в ємкість 23 для дозованого відбору суспензії культуральне середовище насосом 25 по трубопроводу 33 подається на роздільник 7 для відділення мікроводоростей від живильного розчину.

Відокремлені концентровані мікроводорості поступають на маслоекстрактор 8, що містить сушарку 17 для доведення маси до необхідної вологості і далі на маслопрес 18 для витягання масла з біомаси, а освітлений живильний розчин самоплив по трубопроводу 32 поступає в ємкість 2 для регенерації розчину і далі, в міру необхідності, повертається в систему циркуляції.

Отримане за допомогою маслопреса 18 масло водоростей поступає в маслоприймач 19, звідки насосом 20 подається на фільтр 21 грубого очищення і на фільтр 22 тонкого очищення, які забезпечують покращені споживчі властивості масла за рахунок відсутності в кінцевому продукті механічних включень мінерального і рослинного походження, а макуха віддаляється з маслопреса 18 для подальшого використання.

Очищене масло по трубопроводу 35 поступає в накопичувальну ємкість 9.

З накопичувальної ємкості 9 очищене масло поступає споживачеві.

З накопичувальної ємкості 9 очищене масло може бути направлено через кран 39 на виробництво палива на лінію 41 виробництва біодизеля, виконану, наприклад за патентом UA18187U, і що використовує масло з накопичувальної ємкості 9 установки.

Вироблений біодизель може бути використаний як паливо двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) електрогенератора 10 генератора 4 для отримання вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x) і підігріву маси за допомогою теплообмінника-рекуператора 14 або відвантажений споживачеві.

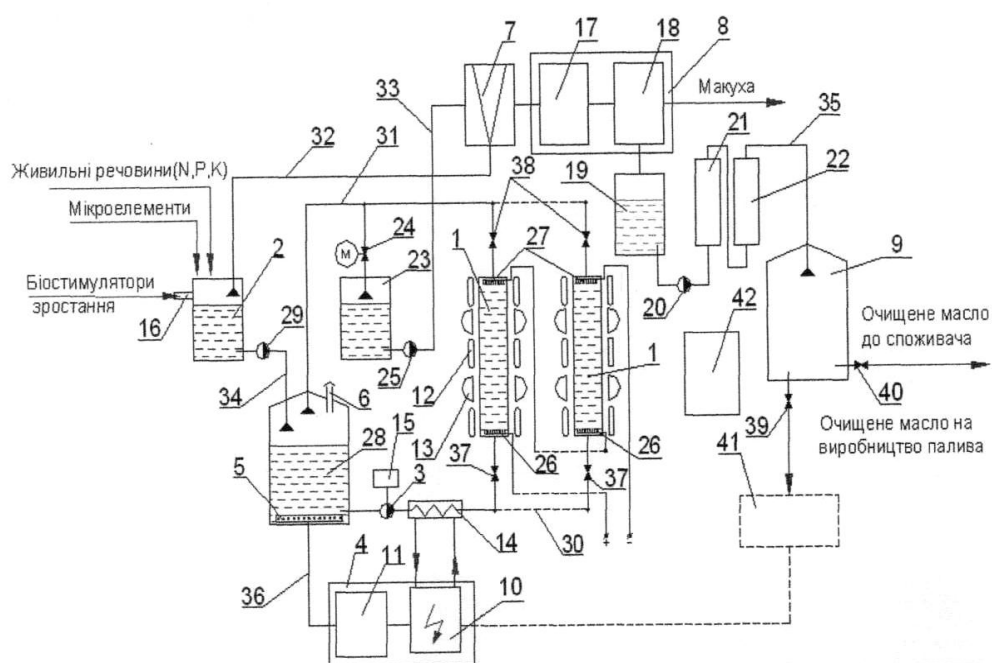
Наявність у складі установки кранів 37 і 38 дозволяє здійснювати регламентні роботи (очищення, ремонт) в будь-якій секції фотобіореактора 1 (за рахунок відключення від контура циркуляції) без впливу на технологічний процес і не вимагає зупинки роботи всієї установки.

Завдяки тому, що фотобіореактор 1 забезпечений різнополярними, сполученими послідовно гальванічними електродами 26 і 27 для знімання зовнішнім споживачем енергії вільних електронів, що виникають при окислювально-відновних реакціях в процесі фотосинтезу, фотобіореактор 1 стає джерелом електроенергії для зовнішнього малопотужного споживача, що підвищує ефективність установки.

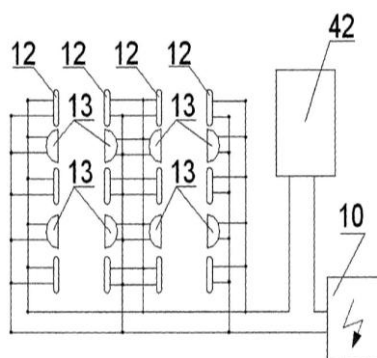
Приведені відомості підтверджують можливість промислового здійснення установки для вирощування та переробки мікроводоростей, що свідчить про те, що пропонуване технічне рішення відповідає критерію винаходу «промислова придатність».

Перелік позначень

1. фотобіореактор
2. ємкість регенерації живильного розчину
3. насос циркуляції культурального середовища
4. генератор для отримання вуглекислого газу (CO_2) і оксидів азоту (NO_x)
5. барботер для насичення культурального середовища газами від генератора
6. дегазатор для видалення з культурального середовища кисню, що виділяється мікроводоростями в процесі фотосинтезу
7. роздільник для відділення мікроводоростей від живильного розчину
8. маслоекстрактор
9. накопичувальна ємкість для збору масла
10. електрогенератор з приводом від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ)
11. фільтр очищення газів
12. лампи ультрафіолетового випромінювання (УФ)
13. лампи інфрачервоного випромінювання (ІЧ)
14. теплообмінник-рекуператор
15. частотний перетворювач
16. патрубок введення біологічних стимуляторів зростання мікроводоростей
17. сушарка
18. маслопрес
19. маслоприймач
20. насос
21. фільтр грубого очищення масла
22. фільтр тонкого очищення масла
23. ємкість для дозованого відбору суспензії мікроводоростей
24. електрокерований шланговий затвор
25. насос
26. електрод
27. електрод
28. рециркуляційна ємкість
29. насос
- 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36. трубопроводи
- 37, 38, 39, 40. крани
41. лінія для виробництва біодизеля
42. система управління і контролю



Фіг.1



Фіг.2