



MD 4418 C1 2016.12.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **4418** (13) **C1**

(51) **Int.Cl:** *B01D 53/26* (2006.01)
B01D 53/62 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)
C02F 3/28 (2006.01)
C02F 101/30 (2006.01)
C02F 103/32 (2006.01)
C12M 1/00 (2006.01)
C12P 3/00 (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<p>(21) Nr. depozit: a 2015 0095 (22) Data depozit: 2015.09.30</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2016.05.31, BOPI nr. 5/2016</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD (72) Inventatori: COVALIOV Victor, MD; COVALIOVA Olga, MD; TIMOFTE Natalia, MD; MORARI Iurii, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD</p>	

(54) **Instalație combinată pentru extragerea selectivă a CO₂ din biogaz și creșterea microalgelor**

(57) **Rezumat:**

1

Invenția se referă la utilajul pentru intensificarea proceselor de cultivare a microalgelor prin extracția selectivă și introducerea CO₂ din biogazul epurat și poate fi utilizată în domeniul agroindustrial, precum și la stațiile de tratare biologică a apelor industriale uzate.

Instalația combinată pentru extragerea selectivă a CO₂ din biogaz și creșterea microalgelor include un bloc pentru extragerea CO₂ din biogaz, un reactor (18) pentru creșterea microalgelor și un bloc pentru evacuarea microalgelor. Blocul pentru extragerea CO₂ din biogaz include un recipient ermetic (1), executat din două secțiuni, secțiunea de jos a căruia conține un nod de epurare finală a biogazului, în interiorul căruia

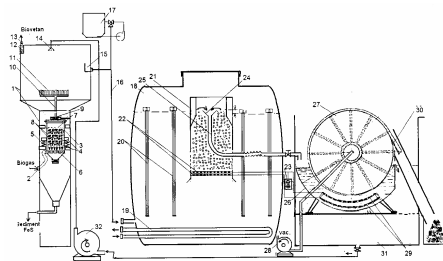
2

este amplasat un corp (3) cu fund conic. În interiorul corpului (3) este instalat un container reticulat (7) cu o încărcătură (8) din fier-cocs ce formează un cuplu galvanic, iar în partea de sus un vibrator electric (9) cu un racord (10), unit cu un barbotor (11), instalat în secțiunea de sus a blocului pentru extragerea CO₂ din biogaz, care mai conține un bloc de uscare a biogazului (12), un injector (14), un canal recircular (15), unit cu o conductă (16), care este unită cu un nod (17) pentru dozarea amestecului de amofos în reactorul (18) pentru creșterea microalgelor, în care sunt amplasate un schimbător de căldură (19), niște blocuri cu lămpi LED (20) și un bloc cilindric electroflotant (21), care conține un bloc de electrozi (22) încorporat congruent axei lui, conectat la o sursă de curent

MD 4418 C1 2016.12.31

continuu (23), și o pâlnie (24), unită cu un furtun (25), care comunică cu un rezervor (26) al unui filtru tambur (27) al blocului pentru evacuarea microalgelor, care mai conține un bloc de electrozi auxiliari (29), instalat în rezervorul (26) al filtrului tambur (27), o racletă (30) și o capacitate (31), unită cu o pompă de recirculare (32), ieșirea căreia printr-o conductă este unită cu injectorul (14), totodată filtrul tambur (27) este conectat la o pompă (28).

Revendicări: 2
Figuri: 1



(54) Combined plant for selective extraction of CO₂ from biogas and cultivation of microalgae

(57) Abstract:

1

The invention relates to the equipment for intensification of microalgae cultivation processes by selective extraction and introduction of CO₂ from the cleaned biogas and can be used in the agro-industrial field, as well as at industrial waste water biological treatment stations.

The combined plant for selective extraction of CO₂ from biogas and cultivation of microalgae comprises a block for CO₂ extraction from biogas, a microalgae cultivation reactor (18) and a microalgae removal block. The block for CO₂ extraction from biogas comprises a sealed container (1), made two-section, the lower section of which comprises a biogas post-treatment block, inside which is placed a housing (3) with conical bottom. Inside the housing (3) is installed a mesh container (7) with a load (8) of iron-coke galvanic pair, and in the upper part an electric vibrator (9) with a nozzle (10), connected to a bubbler (11), mounted in the upper section of the block for CO₂ extraction from biogas,

2

which also comprises a biogas drainage block (12), an injector (14), a downspout duct (15), connected to a conduit (16), which is connected to a node (17) for ammophos mixture dispensing into the microalgae cultivation reactor (18), in which are placed a heat exchanger (19), LED lamp units (20) and a cylindrical electroflotation block (21), comprising an electrode assembly (22) built-in congruently to its axis, connected to a constant-current source (23), and a funnel (24), connected to a hose (25), which communicates with a reservoir (26) of a drum filter (27) of the microalgae removal block, which further comprises an auxiliary electrode assembly (29), mounted in the reservoir (26) of the drum filter (27), a scraper (30) and a capacity (31), connected to a recirculation pump (32), the outlet of which is connected via a conduit to the injector (14), at the same time the drum filter (27) is connected to a pump (28).

Claims: 2

Fig.: 1

(54) Комбинированная установка для селективного извлечения CO_2 из биогаза и выращивания микроводорослей

(57) Реферат:

1

Изобретение относится к оборудованию для интенсификации процессов выращивания микроводорослей путем селективного извлечения и ввода CO_2 из очищаемого биогаза и может быть использовано в агроиндустриальной области, а также на станциях биологической очистки промышленных сточных вод.

Комбинированная установка для селективного извлечения CO_2 из биогаза и выращивания микроводорослей включает блок для извлечения CO_2 из биогаза, реактор (18) для выращивания микроводорослей и блок для отвода микроводорослей. Блок для извлечения CO_2 из биогаза включает герметичную емкость (1), выполненную двухсекционной, нижняя секция которой содержит узел доочистки биогаза, внутри которого размещен корпус (3) с коническим дном. Внутри корпуса (3) установлен сетчатый контейнер (7) с загрузкой (8) железококсовой гальванопары, а в верхней части электрический вибратор (9) с патрубком (10), соединенный с барботером (11), установленным в верхней секции блока для

2

извлечения CO_2 из биогаза, которая также содержит блок осушения биогаза (12), форсунку (14), переточный канал (15), соединенный с трубопроводом (16), который соединен с узлом (17) для дозирования смеси аммофоса в реактор (18) для выращивания микроводорослей, в котором размещены теплообменник (19), блоки светодиодных ламп (20) и цилиндрический электрофлотационный блок (21), содержащий конгруентно встроенный его оси электродный блок (22), подключенный к источнику постоянного тока (23), и воронку (24), подключенную к шлангу (25), который сообщается с резервуаром (26) барабанного фильтра (27) блока для отвода микроводорослей, который также содержит вспомогательный электродный блок (29), установленный в резервуаре (26) барабанного фильтра (27), скребок (30) и емкость (31), соединенную с рециркуляционным насосом (32), выход которого через трубопровод соединен с форсункой (14), при этом барабанный фильтр (27) подключен к насосу (28).

П. формулы: 2

Фиг.: 1

Descriere:

Invenția se referă la utilajul pentru intensificarea proceselor de cultivare a microalgelor prin extracția selectivă și introducerea CO₂ din biogazul epurat și poate fi utilizată în domeniul agroindustrial, precum și la stațiile de tratare biologică a apelor industriale uzate.

Este cunoscută instalația pentru creșterea microalgelor, care include un bazin pentru intensificarea creșterii microalgelor, realizată prin utilizarea apelor reziduale, dioxidului de carbon și energiei solare. Pentru asigurarea microalgelor cu dioxidul de carbon, necesar pentru activitatea vitală, prin această metodă se aplică tehnologia de emisie a dioxidului de carbon din gazele de ardere industriale [1].

Dezavantajele acestei instalații constau în productivitatea redusă din cauza concentrației scăzute de CO₂ în gazele de ardere și prezenței în componența lor a particulelor de cărbune, hidrocarburilor policiclice aromatice din clasa α -benzopirenelor sau a altor compuși, care sunt otrăvuri catalitice în procesele de asigurare a necesităților vitale, și eficiența scăzută a vibrosideratoarelor și decantoarelor utilizate la îngroșarea și deshidratarea algelor din starea suspensie cu concentrație scăzută.

Cea mai apropiată soluție este instalația, care include un bazin pentru creșterea microalgelor, un recipient ermetic cu un racord de admisie a biogazului și un racord de evacuare a biogazului epurat, dotat cu un barbotor, un bloc de uscarea a biogazului, o conductă de recirculare a apei, un injector și un distribuitor al amestecului nutritiv [2].

Dezavantajele instalației constau în productivitatea redusă, imposibilitatea îngroșării și deshidratării suspensiei de microalge pentru utilizarea acestora, caracterul sezonier de funcționare, deoarece aceasta nu poate fi utilizată în perioada rece a anului.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în simplificarea procesului de obținere și dozare a CO₂ pentru nutriția microalgelor și posibilitatea exploatarea instalației anul imprevizibil.

Instalația combinată pentru extragerea selectivă a CO₂ din biogaz și creșterea microalgelor înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un bloc pentru extragerea CO₂ din biogaz cu un racord de admisie a biogazului și un racord de evacuare a biogazului epurat, un reactor pentru creșterea microalgelor și un bloc pentru evacuarea microalgelor, totodată blocul pentru extragerea CO₂ din biogaz include un recipient ermetic, executat din două secțiuni, secțiunea de jos a căruia conține un nod de epurare finală a biogazului, în interiorul căruia este amplasat un corp cu fund conic, fixat cu joc prin intermediul unor console cu arcuri de pereții secțiunii și în interiorul căruia pe o bară de grătar este instalat un container reticulat cu o încărcătură din fier-cocs ce formează un cuplu galvanic, iar în partea de sus un vibrator electric cu un racord, unit cu un barbotor, instalat în secțiunea de sus a blocului pentru extragerea CO₂ din biogaz, care mai conține un bloc de uscarea a biogazului, un injector, un canal recircular, unit cu o conductă, care este unită cu un nod pentru dozarea amestecului de amofos în reactorul pentru creșterea microalgelor, în care sunt amplasate un schimbător de căldură, niște blocuri cu lămpi LED și un bloc cilindric electroflotant, care conține un bloc de electrozi încorporat congruent axei lui, conectat la o sursă de curent continuu, și o pâlnie, unită cu un furtun, care comunică cu un rezervor al unui filtru tambur al blocului pentru evacuarea microalgelor, care mai conține un bloc de electrozi auxiliari, instalat în rezervorul filtrului tambur, o racletă și o capacitate, unită cu o pompă de recirculare, ieșirea căreia printr-o conductă este unită cu injectorul, totodată filtrul tambur este conectat la o pompă. În calitate de lămpi de tip LED se utilizează lămpi cu un flux luminos alb de 1000...2000 lm sau de tip 5G LED GROW cu raportul culorilor roșie cu lungimea de undă de 660 nm și albastră cu lungimea de undă de 470 nm.

Rezultatul tehnic al prezentei invenții constă în posibilitatea exploatarea instalației continuu și în majorarea eficacității procesului de creștere și asigurare a condițiilor de creștere a microalgelor.

Acest rezultat se obține prin realizarea unui șir de factori:

1. Epurarea biogazului de hidrogenul sulfurat este asigurată prin faptul că în mediul apos și umed al încărcăturii fier-cocs, datorită diferenței mari de potențial electrochimic al fierului și cocsului se formează un cuplu galvanic, în care fără aplicarea surselor de curent externe și fără utilizarea reactivelor chimice, cocsul se polarizează catodic, pe

suprafața lui decurge reacția de reducere a oxigenului, iar pe suprafața piliturii de fier, fierul se oxidează cu eliberarea ionilor de Fe^{2+} și Fe^{3+} , care interacționează cu H_2S cu formarea sulfurilor FeS și FeS_2 .

2. Metanul, conținut în biogaz, practic este insolubil în apă, de aceea la barbotarea biogazului prin stratul apos, metanul se acumulează în zona superioară a blocului pentru extragerea CO_2 din biogaz, iar apoi, după deshidratare, prin blocul de uscare a biogazului este transmis spre utilizare.

3. Eficacitatea procesului de creștere a microalgelor este asigurată de introducerea continuă a dioxidului de carbon dizolvat pentru asigurarea necesităților vitale și dezvoltarea microalgelor, crearea condițiilor schimbului de masă înalt în instalație, de posibilitatea dozării cantităților minime în mediul acvatic al amestecurilor de îngrășăminte ce conțin compuși de fosfor, azot și potasiu. La acestea se referă amestecul de amofos (compoziția chimică: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$). Totodată absorbantul dioxidului de carbon este apa recirculantă din instalație, în care solubilitatea lui la o temperatură și presiune normală constituie 1174 mg/l, și care în formă îmbogățită se expediază pentru creșterea microalgelor cu consumare de CO_2 și eliminare de O_2 în condițiile fotosintezei.

Astfel, microalgele în procesul activității lor vitale consumă din mediul apos 94% de dioxid de carbon la o unitate de biomasă și numai 6% - de alte substanțe dizolvate în mediul apos. Pentru formarea a 1 kg de biomasă uscată din microalge sunt absorbite 1,83 kg de dioxid de carbon și sunt generate 2 kg de oxigen gazos (O_2) emis în atmosferă. Mai mult ca atât, microalgele acumulează în calitate de material pentru structura membranei diverse lipide și acizi grași, totodată conținutul lor variază la diverse tipuri de alge în limitele de 2...40% din greutatea totală.

Invenția se explică prin desenul din figură, care reprezintă instalația combinată pentru extragerea selectivă a CO_2 din biogaz și creșterea microalgelor.

Instalația combinată pentru extragerea selectivă a CO_2 din biogaz și creșterea microalgelor include un bloc pentru extragerea CO_2 din biogaz cu un racord de admisie 2 a biogazului și un racord 13 de evacuare a biogazului epurat, un reactor 18 pentru creșterea microalgelor și un bloc pentru evacuarea microalgelor. Blocul pentru extragerea CO_2 din biogaz include un recipient ermetic 1, executat din două secțiuni, secțiunea de jos a căruia conține un nod de epurare finală a biogazului, în interiorul căruia este amplasat un corp 3 cu fund conic, fixat cu joc prin intermediul unor console 4 cu arcuri 5 de pereții secțiunii și în interiorul căruia pe o bară de grătar 6 este instalat un container reticulat 7 cu o încărcătură 8 din fier-cocs ce formează un cuplu galvanic, iar în partea de sus a blocului pentru extragerea CO_2 din biogaz, care mai conține un bloc de uscare a biogazului 12, un injector 14, un canal recircular 15, unit cu o conductă 16, care este unită cu un nod 17 pentru dozarea amestecului de amofos în reactorul 18 pentru creșterea microalgelor, în care sunt amplasate un schimbător de căldură 19, niște blocuri cu lămpi LED 20 și un bloc cilindric electroflotant 21, care conține un bloc de electrozi 22 încorporat congruent axei lui, conectat la o sursă de curent continuu 23, și o pâlnie 24, unită cu un furtun 25, care comunică cu un rezervor 26 al unui filtru tambur 27 al blocului pentru evacuarea microalgelor, care mai conține un bloc de electrozi auxiliari 29, instalat în rezervorul 26 al filtrului tambur 27, o racletă 30 și o capacitate 31, unită cu o pompă de recirculare 32, ieșirea căreia printr-o conductă este unită cu injectorul 14, totodată filtrul tambur 27 este conectat la o pompă 28.

Instalația combinată pentru extragerea selectivă a CO_2 din biogaz și creșterea microalgelor funcționează în modul următor.

Recipientul ermetic 1 se umple cu apă, care prin canalul de recirculare 15 se scurge în reactorul 18 până la un nivel prestabilit. Totodată, prin nodul 17 cu ventilul deschis se introduce cantitatea necesară de amestec de îngrășăminte. După umplerea reactorului 18 cu apă până la nivelul stabilit, apa din bazin este saturată cu spori de microalge de tipul *Spirulina platensis* și/sau *Lemna* și/sau *Chlorella pyrenoidosa*, pentru utilizarea lor ca supliment furajer pentru animale. În caz de necesitate pentru menținerea temperaturii în reactorul 18, în schimbătorul de căldură 19 se furnizează agent termic și se asigură o temperatură constantă predeterminată până la 27°C.

Apoi, prin racordul de admisie 2 în secțiunea de jos a recipientului 1 se furnizează biogaz, în componența căruia de obicei intră biometan 60...80% vol, dioxid de carbon

15...25%vol, hidrogen sulfurat agresiv sau derivații săi 0,2...0,8% vol, dar și o serie de alte impurități inerte, cum ar fi oxigenul, hidrogenul sau azotul.

5 Ca rezultat al trecerii biogazului prin încărcătura 8 din fier-cocs ce formează un cuplu galvanic, decurg o serie de procese de oxido-reducere, care conduc la interacțiunea ionilor de fier formați (II) și (III) cu H₂S cu formarea compușilor insolubili de sulfuri de fier.

10 După aceasta, biogazul epurat de hidrogenul sulfurat este furnizat prin conductă în mediul acvatic la barbotor, unde se asigură epurarea continuă a biogazului de dioxidul de carbon la viteze mici. Apa, îmbogățită cu dioxid de carbon, este expediată pentru creșterea microalgelor ca supliment proteic furajer, unde ca rezultat al activității lor vitale în condițiile fotosintezei are loc consumarea de CO₂ și eliminarea de O₂. În componența microalgelor, crescute în procesul fotosintezei, de tipul *Spirulina platensis* și/sau *Lemna* și/sau *Chlorella pyrenoidosa* se conțin 68...70% de proteine și oligoelemente, datorită cărui fapt acestea sunt niște suplimente furajere eficiente pentru animale. Totodată, la fotosinteza unui kilogram de biomasă se obțin 2 kg de oxigen gazos (O₂) emis în atmosferă, astfel, se reduce eliminarea dioxidului de carbon tehnogen în atmosferă, iar biometanul epurat poate fi

15 utilizat mai eficient ca sursă de căldură și energie electrică.
Biometanul, care este practic insolubil în apă, se acumulează deasupra suprafeței apei în secțiunea de sus a blocului pentru extragerea CO₂ din biogaz și prin blocul de uscare a biogazului 12 și duza 13 în regim continuu se transferă în formă epurată pentru utilizare. Astfel, în calitate de material substituibil hidroabsorbant pentru îndepărtarea umidității remanente în biogazul epurat se utilizează diatomitul sau zeolitul, care este amplasat în blocul de uscare a biogazului 12.

20 Utilizarea lămpilor de tip LED cu un flux luminos alb de 1000...2000 lm sau de tip 5G LED GROW cu raportul culorilor roșie cu lungimea de undă de 660 nm și albastră cu lungimea de undă de 470 nm, care sunt optime pentru creșterea microalgelor, asigură posibilitatea conectării și deconectării în serie, respectiv, pe timp de zi și noapte. Pentru a accelera dezvoltarea lor poate fi efectuată suplimentar dozarea în apă prin nodul 17 a microaditivilor de azot, fosfor și potasiu.

25 Existența blocului cilindric electroflotant 21 în mediul acvatic al microalgelor asigură posibilitatea îndepărtării continue a microalgelor crescute prin îngroșarea și deshidratarea acestora. La alimentarea cu curent electric a blocului de electrozi 22 de la sursa de curent continuu 23, în urma electrolizei apei se asigură formarea microbulelor de hidrogen, care au o diferență mare de potențial în raport cu suprafața particulelor de microalge, datorită cărui fapt ele se lipesc de suprafața bulelor de gaz, și în condițiile laminare ale fluxului datorită flotației și airliftului, se aduc la suprafață și se concentrează sub formă de produs spumos, care apare datorită formării amestecului de gaz-lichid cu o greutate specifică mai scăzută în raport cu apa din bazin. Apariția airliftului în aceste condiții se explică prin diferența de densitate a fazei gaz-lichid și produsului cu spumă, care are o greutate specifică mai mică în volumul blocului cilindric electroflotant 21 în comparație cu apa în volumul reactorului 18, care are o greutate specifică mai mare, ceea ce duce la formarea airliftului. Prin urmare, faza spumă-lichid a microalgelor îngroșate, ridicându-se deasupra nivelului apei în reactor, se scurge prin pâlnia 24. Aceasta asigură apariția fluxului de lichid în zona blocului cilindric electroflotant 21, de jos în sus, și îndepărtarea ulterioară a biomasei concentrate de microalge în pâlnia 24 și prin furtunul 25 în rezervorul 26 al filtrului tambur 27, care este conectat la pompa 28.

30 Datorită blocului de electrozi auxiliari 29, prin flotarea microalgelor spre partea inferioară a suprafeței filtrului tambur 27 și prezența vacuumului în interiorul tamburului, acestea se depun într-un strat dens pe suprafața sa exterioară. Totodată, astfel de filtre tambur sunt prevăzute cu un sistem de alimentare inversă cu aer comprimat în zona racletei 30, prin urmare, precipitatul microalgelor se afânează și ușor se separă de filtrul tambur 27, iar apoi se evacuează sub formă de pastă deshidratată cu umiditatea reziduală de 40...70%. Apa limpezită din rezervorul 26 de sub filtrul tambur 27 este evacuată în capacitatea 31 și prin intermediul pompei de recirculare 32 este recirculată prin injectorul 14 în blocul pentru extragerea CO₂ din biogaz și apoi în reactorul 18 de creștere a microalgelor.

55 Astfel se asigură posibilitatea exploatării instalației continuu și majorarea eficacității procesului de creștere și asigurare a condițiilor de utilizare la creșterea microalgelor.

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. Газоочистные и пылеулавливающие системы. <<http://www.neroaera.com/>>, 2007.11.15
2. MD 4130 B1 2011.10.31

(57) Revendicări:

1. Instalație combinată pentru extragerea selectivă a CO₂ din biogaz și creșterea microalgelor, care include un bloc pentru extragerea CO₂ din biogaz cu un racord de admisie (2) a biogazului și un racord (13) de evacuare a biogazului epurat, un reactor (18) pentru creșterea microalgelor și un bloc pentru evacuarea microalgelor, totodată blocul pentru extragerea CO₂ din biogaz include un recipient ermetic (1), executat din două secțiuni, secțiunea de jos a căruia conține un nod de epurare finală a biogazului, în interiorul căruia este amplasat un corp (3) cu fund conic, fixat cu joc prin intermediul unor console (4) cu arcuri (5) de pereții secțiunii și în interiorul căruia pe o bară de grătar (6) este instalat un container reticulat (7) cu o încărcătură (8) din fier-cocs ce formează un cuplu galvanic, iar în partea de sus un vibrator electric (9) cu un racord (10), unit cu un barbotor (11), instalat în secțiunea de sus a blocului pentru extragerea CO₂ din biogaz, care mai conține un bloc de uscare a biogazului (12), un injector (14), un canal recircular (15), unit cu o conductă (16), care este unită cu un nod (17) pentru dozarea amestecului de amofos în reactorul (18) pentru creșterea microalgelor, în care sunt amplasate un schimbător de căldură (19), niște blocuri cu lămpi LED (20) și un bloc cilindric electroflotant (21), care conține un bloc de electrozi (22) încorporat congruent axei lui, conectat la o sursă de curent continuu (23), și o pâlnie (24), unită cu un furtun (25), care comunică cu un rezervor (26) al unui filtru tambur (27) al blocului pentru evacuarea microalgelor, care mai conține un bloc de electrozi auxiliari (29), instalat în rezervorul (26) al filtrului tambur (27), o racletă (30) și o capacitate (31), unită cu o pompă de recirculare (32), ieșirea căreia printr-o conductă este unită cu injectorul (14), totodată filtrul tambur (27) este conectat la o pompă (28).

2. Instalație combinată pentru extragerea selectivă a CO₂ din biogaz și creșterea microalgelor, conform revendicării 1, în care se utilizează lămpi de tip LED cu un flux luminos alb de 1000...2000 lm sau de tip 5G LED GROW cu raportul culorilor roșie cu lungimea de undă de 660 nm și albastră cu lungimea de undă de 470 nm.

Șef adjunct Direcție Brevete:

IUSTIN Viorel

Șef Secție Examinare:

LEVIȚCHI Svetlana

Examinator:

GROSU Viorel

