

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 331.4:662.767.2

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан механіко-технологічного факультету Завідувач кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві

Братішко В.В.
« » 2021 р.

В.С. Хмельовський
“ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: “Обґрунтування технології та вибір обладнання отримання енергетичного газу з відходів тваринництва з розробленням заходів охорони праці”

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»
Освітня програма – Агроінженерія
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи
професор Поліщук В.М.

Виконав Сарган О.С.

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри охорони праці та
біотехнічних систем у тваринництві

В.С. Хмельовський

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Саргану Олексію Сергійовичу

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської роботи “Обґрунтування технології та вибір обладнання
отримання енергетичного газу з відходів тваринництва з розробленням заходів охоро-
рони праці”

Затверджена наказом ректора НУБіП України від "01" лютого 2021 р. за №
189 "С".

Термін подання завершеної роботи на кафедру – 15.11.2021 року.

Вихідні дані до магістерської роботи:

– поголів'я ВРХ в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської

обл.;

– фізико-механічні властивості біогазу;

– фізико-механічні властивості гною ВРХ.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

– провести аналіз способів та технічних засобів отримання біогазу;

– встановити конструкційно-технологічні параметри метантенка біогазової

установки для впровадження в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.;

– здійснити експериментальне дослідження виходу біогазу при метановому зброджуванні гною ВРХ;

– провести техніко-економічне оцінювання проекту;

– встановити виробничі небезпеки та розробити заходи з охорони праці при експлуатації біогазової установки в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.

Дата видачі завдання 10.02.2021 р.

Керівник магістерської роботи

Поліщук В.М.

Завдання прийняв до виконання

Сарган О.С.

ЗМІСТ

Завдання до виконання магістерської роботи.....	2
Зміст.....	4
Реферат.....	6
Вступ.....	8
Розділ 1. Технічні засоби та способи отримання біогазу.....	11
Висновки до розділу 1.....	16
Розділ. 2. Визначення конструкційно-технологічних параметрів метантенка біогазової установки для ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.....	17
2.1. Характеристика господарства.....	17
2.2. Порядок розрахунку головних конструкційно-технологічних характеристик метантенка.....	17
2.2.1. Методика визначення виходу гною сільськогосподарських тварин..	17
2.2.2. Методика визначення величини відносної вологості гноївки.....	18
2.2.3. Порядок розрахунку об'єму ферментатора.....	18
2.2.4. Методика визначення конструкційно-технологічних параметрів мішалки для біогазової установки.....	20
2.3. Визначення основних конструкційно-технологічних параметрів метантенка біогазової установки для ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.....	21
2.3.1. Визначення величини виходу гною ВРХ в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.....	21
2.3.2. Визначення значення коефіцієнта відносної вологості гноївки в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.....	22
2.3.3. Визначення об'єму реактора для ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.....	22
2.4. Вибір біогазової установки для молочнотоварної ферми ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.....	23
2.5. Удосконалення конструкції біореактора біогазової установки БГУ-100....	25

2.6. Визначення конструкційно-технологічних параметрів пропелерної занурювальної мішалки.....	29
Висновки до розділу 2.....	34
Розділ 3. Експериментальне дослідження виходу біогазу при метановому зброджуванні гною ВРХ.....	36
3.1. Конструкція експериментальної біогазової установки.....	36
3.2. Методика виконання експериментальних досліджень і обробки результатів.....	37
3.3. Визначення СР і СОР гною ВРХ.....	40
3.4. Результати експериментальних досліджень.....	40
Висновки до розділу 3.....	42
Розділ 4. Охорона праці.....	43
4.1. Виробничі небезпеки процесу отримання біогазу.....	43
4.2. Перелік заходів з технічного обслуговування, моніторингу та ремонту біогазових установок.....	44
4.3. Заходи для організації безпечних умов виробництва і використання біогазу.....	51
Висновки по розділу 4.....	53
Розділ 5. Техніко-економічна оцінка проекту.....	54
Висновки до розділу 5.....	60
Висновки.....	61
Список використаних джерел.....	63
Додатки.....	68
Додаток А. Результати експериментальних досліджень виходу біогазу при метановому зброджуванні гною ВРХ за температури бродіння 40 °С.....	69
Додаток Б. Креслення магістерської роботи.....	72

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему "Обґрунтування технології та вибір обладнання отримання енергетичного газу з відходів тваринництва з розробленням заходів охорони праці" складається із розрахунково-пояснювальної записки загальним обсягом 77 сторінок машинописного тексту, в т.ч. 32 формули, 19 рисунків, 10 таблиць, 40 літературних джерела, 2 додатків та ілюстративного матеріалу на 21 слайді.

У вступі акцентовано на необхідності пошуку альтернативних до викопних видів палива.

У першому розділі здійснений аналіз біотехнологічного процесу метанового зброджування, проведено аналіз способів та технічних засобів отримання біогазу.

У другому розділі для молочнотоварної ферми на 100 голів ВРХ ФГ "Межирічка" що розташоване в селі Межирічка Радомишльського р-ну Житомирської обл., визначена технологічна схема виробництва і використання біогазу, для переробки гною розраховані технологічні параметри метантенка біогазової установки; прийнята біогазова установка БГУ-100, що виробляється в Україні, із її вдосконаленням заміною перемішувачої гідравлічної системи на механічну систему, як більш надійну; встановлені конструкційно-технологічні параметри механічної мішалки для біогазової установки БГУ-100.

У третьому розділі здійснене експериментальне дослідження виходу біогазу при метановому зброджуванні гною ВРХ. Встановлено, що середній вихід біогазу при квазібезперервній системі завантаження при метановому зброджуванні гною ВРХ за температури бродіння 40°C становить 0,71 л/(год·кг СОР).

В четвертому розділі визначені виробничі небезпеки при експлуатації біогазових установок та встановлені шляхи їх усунення, розроблений щоденний регламент технічного обслуговування обладнання біогазової установки.

У п'ятому розділі обґрунтовано техніко-економічну ефективність проекту. Встановлено, що впровадження вдосконалених метантенків біогазової установки БГУ 100 дозволить отримати річний прибуток 523433 грн. При цьому термін окупності інвестицій становить 2,77 років.

У висновках наведені основні результати магістерської роботи.

НУБІП України
МЕТАНГЕНК, БІОГАЗОВА УСТАНОВКА, МЕТАНОВЕ БРОДІННЯ,
БІОГАЗ, ПРОЦЕЛЕРНА МІШАЛКА, АНАЕРОБНІ БАКТЕРІЇ, ЕКОНОМІЧНА
ЕФЕКТИВНІСТЬ, КОНСТРУКЦІЯ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Енергія і паливо – ці категорії нашого існування завжди суттєво впливали на розвиток суспільства. На даний час домінуючою тенденцією світу в області енергетики є збільшення вартості викопних палив. Тому в світі поширюються технології використання біомаси в енергетичних цілях. Широкого розповсюдження набуває вирощування енергетичних лісових насаджень та польових культур. В багатьох країнах аграрна галузь починає активно займатись виробництвом власних енергетичних ресурсів, відводячи для цього до 15% ріллі. Відбувається поступове заміщення викопних видів палива відповідними аналогами тваринного та рослинного походження.

В Україні освоєння нових джерел енергетичного забезпечення сільського господарства зумовлений скороченням запасів викопних палив, зміною структури агропромислового виробництва, зростанням диспаритету цін на сільськогосподарську, промислову та енергетичну продукцію. Вітчизняний агропромисловий комплекс реально перетворюється на виробника всіх видів біопалива (газоподібного, рідкого й твердого) із значним потенціалом в майбутньому. Біопаливо суттєво покращує параметри емісії викидних газів ДВЗ, сприяє зменшенню техногенного навантаження на навколишнє середовище та безпечній утилізації тваринницьких відходів.

Головною сировиною для виробництва біопалива в Україні є сільськогосподарська продукція. Динаміка внутрішнього аграрного ринку говорить про можливість відведення щороку для польових культур від 2 до 3 млн. га ріллі на енергетичні потреби. Це дозволить істотно збільшити посівні площі під енергетичними культурами, підготувати сировинну базу із різних видів біомаси до впровадження нових технологій біоенергетики. Виробництво і використання біопалива для сільської місцевості – це актуальне завдання, виклик часу, яке потрібно вирішувати у короткі терміни.

Отже, не викликає сумніву актуальність теми роботи.

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності господарювання в

ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл. шляхом обґрунтування технології виробництва біогазу з гною ВРХ із удосконаленням метантенка біогазової установки ВГУ-100.

Для досягнення мети магістерської роботи потрібно вирішити такі завдання:

– провести аналіз способів та технічних засобів отримання біогазу;

– встановити конструкційно-технологічні параметри метантенка біогазової установки для впровадження в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.;

– здійснити експериментальне дослідження виходу біогазу при метановому

зброджуванні гною ВРХ;

– провести техніко-економічне обґрунтування проекту;

– встановити виробничі небезпеки та розробити заходи з охорони праці при експлуатації біогазової установки в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.

Об'єктом досліджень є технологія та обладнання отримання біогазу з відходів тваринництва.

Предметом досліджень є обґрунтування технології та вибір обладнання отримання біогазу з відходів тваринництва з розробленням заходів охорони праці.

Очікуванні результати магістерської роботи:

– проведений аналіз способів та технічних засобів отримання біогазу;

– встановлені конструкційно-технологічні параметри метантенка біогазової установки для впровадження в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.;

– здійснене експериментальне дослідження виходу біогазу при метановому зброджуванні гною ВРХ;

– проведене техніко-економічне обґрунтування проекту;

– встановлені виробничі небезпеки та розроблені заходи з охорони праці при експлуатації біогазової установки в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.

В основі магістерської роботи лежать такі методи наукових досліджень:

– аналіз і синтез біотехнологічних основ виробництва біогазу;
– обґрунтування за відомою методикою конструкційно-технологічних параметрів метантенка біогазової установки;
– аналіз системи “субстрат-метантенк-біогаз”.

На захист вноситься:

– обґрунтування за відомою методикою конструкційно-технологічних параметрів метантенка біогазової установки;
– визначення конструкційно-технологічних параметрів пропелерної занурювальної мішалки;

– експериментальне дослідження виходу біогазу при метановому зброджуванні ґною ВРХ.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1.

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА СПОСОБИ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ

В Україні обсяг отриманого природного газу на теперішній час дорівнює 17,8 млрд. м³, тоді як необхідність у ньому становить 33,2 млрд. м³. Очевидно, що існує значний дефіцит який доводиться компенсувати за рахунок імпортування. Як відомо, в енергобалансі нашої країни відсоток природного газу дорівнює 31,5% [33]. Частина дефіциту природного газу можна компенсувати за рахунок біологічного палива, до якого відноситься біогаз, який виробляється із відходів, в тому числі відходів тваринництва.

У відповідності з Законом України щодо альтернативних видів палива, із врахуванням вищесених змін та доповнень, біологічним паливом або біопаливом вважається рідке, тверде та газове паливо, отримане з біологічно відновлювальних матеріалів (біомаси), яке може бути використане в вигляді палива або компонента в складі певних видів пального. Біомасою вважається речовина органічної природи, що здатна біологічно відновлюватись, що зазнала біологічного розпаду (сільськогосподарські відходи (рослинні і тваринні), відходи та залишки лісозаготівлі та переробки, а також відходи технологічно пов'язані з цими галузями, крім того органічна складова побутових та промислових відходів [33].

Біогазом вважається суміш газів, отриманих при метановому зброджуванні біомаси в анаеробних умовах, до складу якого входить метан, вуглекислий газ, сірководень і домішки оксиду азоту, оксиду аміаку, водень тощо. Анаеробним бродінням з отриманням метану вважається мікробіологічне анаеробне (за умов відсутності повітря) зброджування органічних речовин за участі переліку метаногенних (метаноутворюючих мікроорганізмів) [34]. В результаті метанового зброджування відходів в біореакторах отримується дигестат - органічне добриво (отримується тверда частина – дигестат, і рідка – фільтрат), а більша частина отриманого вуглецю утворює метан - енергетичний газ, який, змішавшись з вуглекислим газом і деякими іншими газами дає біогаз [37]. Процес перетворення біомаси за допомогою метаноутворюючих бактерій умовно поділяються на чотири фази (рис. 1.1).

Чинники, що впливають на ефективність процесу отримання біогазу, наведені на рис. 1.2.



Рис. 1.1 Процес метанового бродіння [12; 35; 36]

Біогаз виробляють у біогазовій установці (рис. 1.3), до складу якої входять сховище зберігання твердих субстратів (жом, силос, твердий гній тощо) і ємність попереднього накопичення рідких відходів (осад стічних вод, гноївка тощо), механізм завантаження сировини, система підготовки сировини до зброджування, метантенк-біореактор і ємність для доброджування (реактор, в якому субстрат доброджується після попереднього зброджування, після процесу доброджування додатково отримується біля 20% біогазу), в цих спорудах наявні пристрої, що підтримують температурний режим процесів зброджування та пристрої для перемішування сировини, що зброджується (рис. 1.3). Отриманий в метантенку і доброджувачі біогаз направляється для зберігання до газгольдера а потім до системи очищення.

Очищений від вологи та сірководню біогаз направляється до когенераційної установки, де перетворюється у електричну та теплову енергію. Отримана

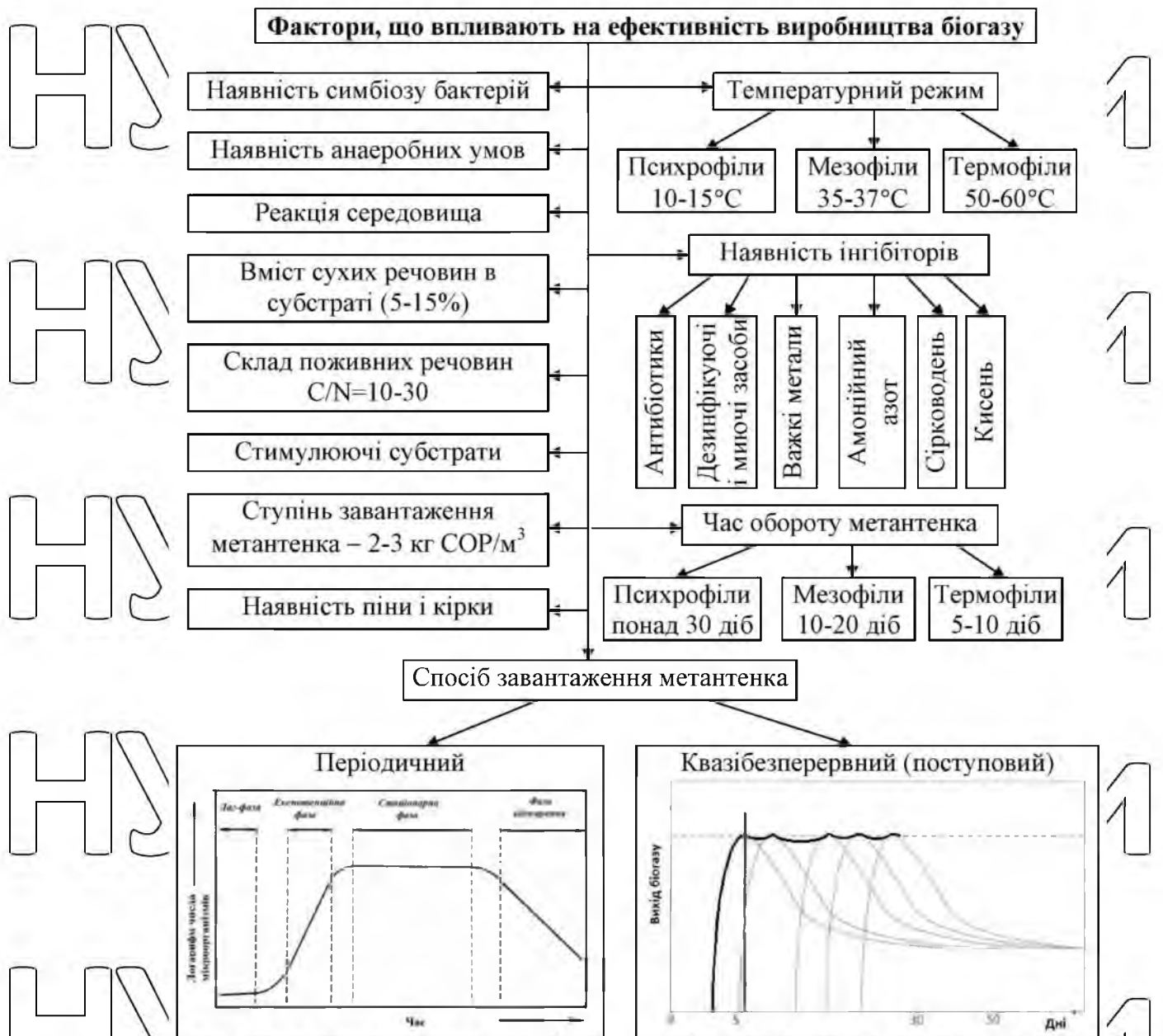


Рис. 1.2 Фактори, які впливають на ефективність виробництва біогазу [34]

з біогазу електрична енергія надходить до електричної мережі, а тепла підтримує тепловий баланс роботи метантенків, а надлишки теплової енергії використовують в побутових потребах. До моменту пуску когенераційної установки та у випадку аварійної ситуації при потребі швидкого спалювання біологічного газу, передбачена аварійна факельна установка. Дигестат (зброджений субстрат) з реактора-доброджувача надходить до сепаратора, де розділяється на дві фракції - тверду та ріdkу. Тверда фракція надходить до сховища твердої фракції збродженого субстрату, звідки транспортується на сільгоспуділля і використовується в якості органічних

добрив, частина рідкої складової зброженого субстрату іде на приготування наступного об'єму субстрату, а решта поступає в ємність для зберігання фільтрату (рідкої складової дигестату), звідки надходить на поля і підживлює сільськогосподарські насадження [36]

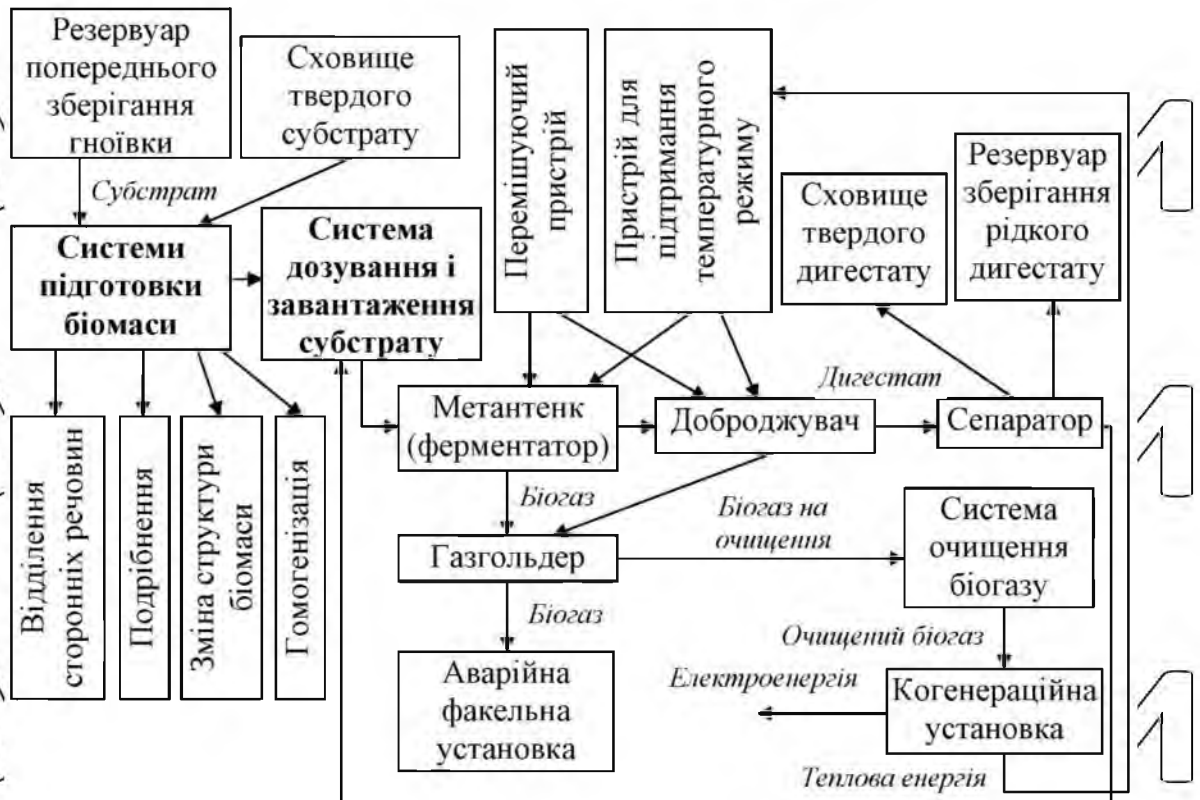


Рис. 1.3. Складові біогазової установки [34]

Оснoву біогазової устанoвки склaдає метaнтeнк (іншa нaзвa – дaйджeстeр, фeрмeнтaтoр, бiорeактoр), в якoму вiдбувaєтьсa рiдкoфaзнe збрoджувaння субстрaту. Зa спoсoбoм рoзмiщeння вoни викoнoвуютьсa зaглиблeними, нaпiвзaглиблeними i нaзeмними. Мeтaнтeнки будують рiзнoї фoрми: цилiндричнoї вeртикaльнoї aбo гoризoнтaльнoї, з кoнусeними вeрхнoю aбo i нижнoю чaстинaми aбo бeз них, з рeзeрвуaрoм ящeнoдiбнoї фoрми, у виглядi трaншeї, виритoї у ґрунті, кубiчнoї фoрми тoщo. Нaйчaстiшe мeтaнтeнки будуютьсa сумiщeними iз гaзгoльдeрaми, щo мaють вигляд нaтягнутoї нa рeзeрвуaр плiвки aбo вигoтoвлeнoгo з мeтaлу кoпoлa, щo плaвae нa пoвeрхнi субстрaту.

Длa нaкoпичeння бioгaзу викoристoвуютьсa вeликi рeзeрвуaри, якi мaють нaзву гaзгoльдeри. Нaйпрoстiшим гaзгoльдeрoм є «мoкрий» гaзгoльдeр пoплaвкoвoгo типу, який явлeє сoбoю плaвaючoу нa пoвeрхнi субстрaту у мeтaнтeнку у виглядi

виритої у ґрунті траншеї еластичний поплавок-кришку, яка підтримується на плаву пінопластовими плитами, газгольдер дзвонової форми – плаваючий у метантенку-колдязі купол. Більш складнішими є телескопічні дзвонові газгольдери, які мають вигляд нерухомої ємності, який наповняється водою, в резервуарі знаходиться рухома частина – перевернута ємність у вигляді дзвону або стакану. Між дзвоном і нерухомою ємністю встановлені рухомі проміжні складові телескопічної конструкції, що з'єднуються між собою гідрозатворами. Під резервуар у вигляді дзвону газ надходить газовідвідним стояком, який проходить крізь його днище. Дзвін підвищує тиск газу. Вода в резервуарі виконує функцію гідравлічного ущільнення, яке не дозволяє газу виходити з-під дзвону, а при виході газу ослабляє поршень, котрий витісняє газ із рухомих ланок. Газгольдери дзвонової форми розрізняють за конструкцією направляючих: гвинтові або вертикальні. У газгольдерів із направляючими вертикальної конструкції дзвін рухається у вертикальному напрямку за допомогою роликів, а у газгольдерах з направляючими гвинтової конструкції – переміщується по гвинтовій траєкторії. До недоліків мокрих газгольдерів дзвонової конструкції відноситься: можливе замерзання рідини гідрозатворів, що може призвести до перекосу рухомих ланок, та складність їх конструкції. Сухі газгольдери дешеві у виготовленні та простіші в обслуговуванні та експлуатації, вони не вимагають присутності водяного резервуара і приладів для підігріву води у зимовий період. Вони бувають наступних виконань: еластичні, манжетні, поршневі, та суміщені із біореактором. В газгольдерах, працюючих за поршневим принципом, біогаз нагнітається з певним тиском під поршень, піднімаючи його до гори до граничного рівня; при вивітанні біогазу відбувається зворотній процес, поршень своєю вагою витісняє біогаз в трубопровід. Для недопущення перекосу поршня на газгольдері містяться два ряди роликів, які переміщуються по його корпусу. Для недопущення витіку біологічного газу в проміжку корпусу газгольдера та поршнем встановлюються гідрозатвори різноманітної конструкції. В газгольдерах манжетного типу для забезпечення постійного тиску використовується диск з ущільненням в вигляді гнучкої секції (мембрани) у формі кільця, який виготовляється з прогумованої тканини. Він

герметично кріпиться і до рухомого диску і до ємності. Для виготовлення еластичних газгольдерів використовують плівку з EPDM-каучуку високої якості, вони відносно дешеві і легкі в транспортуванні. Газгольдери, що суміщені з реактором, виготовляються, замінивши кришку метантенка на газонепроникну плівку. Їх конструкції поділяються на газгольдери, що опираються на центральну опору, та ковпаком із одношарової плівки ПВХ, плівковий ковпак яких за відсутності газу лягає на перекриття із дерева, закріплене на центральній опорі та на стінках бетонного резервуару. Існують газгольдери з надувним куполом, що складається з розташованих одна над одною двох куполів, виготовлених з ПВХ плівки, між якими нагнітається повітря, в ньому верхній купол завжди піднятий над дайджестером, а нижній купол виконує функцію газгольдеру. Газгольдери, суміщені з ферментатором, відносно дешеві, вони легко демонтуються для виконання технічного обслуговування біореактора [34].

Висновки до розділу 1

1. Біогаз виробляється в процесі метанового бродіння симбіозом метаноутворюючих бактерій. Процес метанового бродіння складається з чотирьох етапів, при цьому відходи життєдіяльності бактерій, які задіяні в попередньому етапі, є поживним середовищем для бактерій наступного етапу.
2. Метанове бродіння субстрату з виробництвом біогазу відбувається в біогазовій установці, яка складається з метантенка, газгольдера, системи підготовки біомаси, системи дозування і завантажування субстрату, системи очищення біогазу, когенераційної установки.

РОЗДІЛ 2.

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕТАНГЕНКА БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФГ "МЕЖИРІЧКА" РАДОМИШЛЬСЬКОГО Р-НУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛ.

2.1. Характеристика господарства

ФГ "Межирічка" функціонує в селі Межирічка Радомишльського р-ну Житомирської обл. Основним напрямком діяльності є вирощування технічних та зернових культур, багчевих культур і овочів, клубнеплодів і коренеплодів [2]. Як правило, 1200 га відводиться під кукурудзу (із яких 1000 га – кукурудза на зерно 200 га – на силос), 1000 га – під зернові культури, 300 га – під картоплю та 50 га – під овочі. Також в сівозміну додається соя – 120 га та овес – 150 га, іноді горох [29].

Окрім рослинництва, в ФГ «Межирічка» розвивається м'ясо-молочне тваринництво. Існує ферма на 100 голів ВРХ породи джерсей. Господарство саме займається заготівлею кормів, сіють кукурудзу на силос, сінаж та сіно також свої, ще й збудували невеликий комбикормовий завод. Молоко із ферми постачається на Радомишльський молокозавод [40].

В ФГ "Межирічка" працює 50 людей, а у сезон ще додатково наймають 30 працівників [29].

2.2. Порядок розрахунку головних конструкторсько-технологічних характеристик метангенка

2.2.1. Методика визначення виходу гною сільськогосподарських тварин

Кількість отриманого безпідстилкового гною сільськогосподарських тварин за добу розраховується за виразом [21]:

$$Q_{\text{доб}} = (Q_g + Q_{\text{ВГ}}) \cdot n \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{доб}}$ – Кількість отриманого безпідстилкового гною с/г тварин за добу, кг; Q_g – загальна кількість гною однієї тварини за добу, кг/доб.; $Q_{\text{ВГ}}$ – обсяг води,

що використовується для видалення відходів та обсяг води, розрахованої на одну тварину, яка надходить до мережі гноєвидалення, з урахуванням виробничих потреб (прибирання підлог, обладнання, миття каналів мережі гноєвидалення, підтікання водопроводу та автопоїлок), м³/доб.; n – кількість тварин, що входять до однієї групи за статевовіковими ознаками та одного виду.

Кількість гноівки напряду залежить від кількості голів тварин, їх годування, віку та виду. Вихід гноівки в середньому на добу Q_г різних тварин по групах наведений в [21].

Обсяг води для транспортування екскрементів Q_{ВГ} вираховуємо за виразом [21]:

$$Q_{ВГ} = K \cdot Q_{г} \quad (2.2)$$

де K – коефіцієнт, що залежить від кількості гною за добу.

2.2.2. Методика визначення величини відносної вологості гноівки

При утриманні сільськогосподарських тварин без використання підстилки одержується рідкий гній, до складу якого входять екскременти, кормові залишки, вода, що потрапляє під час видалення гноівки, прибирання обладнання, протікання автопоїлок та мереж водогону тощо.

Показник відносної вологості гноівки сільськогосподарських тварин W_г отримуємо за виразом [22]:

$$W_{г} = \frac{W_{г} + 100K}{1 + K} \quad (2.3)$$

де W_г – Показник відносної вологості гноівки, %, K – значення показника, що враховує обсяг води, що іде на гноєвидалення.

Показники W_г та K наведені в [22].

2.2.3. Порядок розрахунку об'єму ферментатора

Завантаження ферментатора за добу повинен дорівнювати кількості виходу

гноївки за добу, за умов оптимальної відносної вологості. Його визначають за допомогою виразу [23]:

$$Q_{M_доб} = \frac{Q_{доб} \cdot W_1^2}{W_1 \cdot \rho_r} \quad (2.4)$$

де $Q_{M_доб}$ – завантаження ферментатора за добу, м³/добу; $Q_{доб}$ – отриманий за добу гній, кг/добу; W_1 – величина відносної вологості гноївки, що надходить з ферми, %; W_2 – величина оптимальної відносної вологості екскрементів, %; ρ_r – величина густини гноївки при оптимальній вологості, кг/м³.

Величина відносної вологості гноївки, що завантажується в ферментатор W_2 , повинна бути більшою 85 % зимової пори року і 92 % літньої [23].

Показник густини гноївки ρ_r отримуємо з виразу [23]:

$$\rho_r = 1624 - 6,24 \cdot W_r \quad (2.5)$$

де ρ_r – показник густини гноївки, кг/м³.

Обсяг води $Q_{води}$, необхідної для розбавлення тваринних відходів з метою досягнення необхідної вологості (встановлюємо величину вологості - 92%), отримуємо з виразу [23]:

$$Q_{води} = \frac{Q_{M_доб} \cdot (W_2 - W_1)}{(100 - W_2)} \quad (2.6)$$

де W_1 , W_2 – значення початкової і кінцевої величини вологості сировини, %.

Добовий обсяг сировини для зброджування у ферментаторі біогазової установки визначається як сумарне завантаження ферментатора водою та гноївкою за добу [23].

$$Q_{доб} = Q_{M_доб} + Q_{води} \quad (2.7)$$

Обсяг ферментатора для зброджування субстрату отримуємо з виразу [24]:

$$V_M = \frac{Q_{доб} \cdot t_{брод}}{k - q} \quad (2.8)$$

де V_M – обсяг ферментатора для зброджування субстрату, м³; k – значення

показника спорожнення ферментатора; φ – значення показника заповнення ферментатора; $t_{\text{брод}}$ – термін, протягом якого відбувається зброджування, д/б.

Значення показника заповнення ферментатора φ залежить від інтенсивності процесів зброджування та утворення піни і знаходиться в рамках 0,4-0,9. Значення показника спорожнення ферментатора з періодичним завантаженням дорівнює 0,3-0,6 [24].

2.2.4. Методика визначення конструкційно-технологічних параметрів мішалки для біогазової установки

Діаметр змішувача пропелерного типу визначаємо з виразу [5]:

$$d_M = (0.1 \dots 0.5) D, \quad (2.9)$$

де d_M – величина діаметра змішувача, м; D – діаметр ферментатора, м.

Окружна швидкість розроблюваного змішувач визначається з формули

$$\omega = n \cdot \pi \cdot d_M, \quad (2.10)$$

де ω – величина окружної швидкості змішувача, м/с; n – частота обертання валу змішувача, об/хв.

Витрати потужності змішуючого пристрою на перемішування визначається із залежності відцентрового числа Рейнольдса. Величина відцентрового числа Рейнольдса розраховується з виразу [31]:

$$Re_{\text{вц}} = \frac{\rho_c \cdot n \cdot d_M^2}{\mu_c}, \quad (2.11)$$

де $Re_{\text{вц}}$ – значення відцентрового критерію Рейнольдса; μ_c – показник динамічної в'язкості субстрату, що перемішується, Па·с; ρ_c – величина густини субстрату, що перемішується, кг/м³; n – частота обертання валу змішувача, с⁻¹.

За умов, коли $Re_{\text{вц}} > 1000$, під час перемішування може виникнути турбулентний рух [31].

При умові турбулентності руху потужність, витрачена на перемішування змішувачем, визначається з виразу [31]:

$$N_M = K_N \cdot \rho_c \cdot n^3 \cdot d_M^5 \quad (2.12)$$

де N_M – потужність, необхідна для перемішування, Вт; K_N – величина критерію потужності.

Графіки, що демонструють залежності для визначення критерію потужності K_N змішувачів від відцентрового показника критерію Рейнольда представлені в роботі [8].

2.3. Визначення основних конструкційно-технологічних параметрів метантенка біогазової установки для ФГ "Межирічка"

Радомишльського р-ну Житомирської обл.

2.3.1 Визначення величини виходу гною ВРХ в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.

Визначаємо добовий вихід гноївки за формулою (2.1).

Сумарна маса гною Q_g від однієї корови на добу визначаємо з виразу [21] і вона становить $Q_g = 55$ кг/добу.

Коефіцієнт K , який розраховується від добового виходу екскрементів тварин при транспортерній системі видалення гною становить $K = 0,1$ [21].

При транспортерному видаленні гною однієї корови необхідність у воді визначається з виразу (2.2) і становить:

$$Q_{ВГ} = 55 \cdot 0,1 = 5,5 \text{ кг/добу.}$$

Сумарна маса гною від однієї корови на добу з виразу (2.1) становить:

$$Q_{доб} = 55 + 5,5 = 60,5 \text{ кг/добу.}$$

Сумарна маса гною від 100 корів на добу становитиме:

$$Q_{доб} = 60,5 \cdot 100 = 6050 \text{ кг/добу, або } 6,05 \text{ т/добу.}$$

Сумарна маса гною за рік дорівнюватиме добутку виходу гною на добу і числа днів у році:

$$Q_{\text{рік}} = 6,05 \cdot 365 = 2208 \text{ т/рік.}$$

2.3.2. Визначення значення коефіцієнта відносної вологості гноївки

в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.

Відповідно до [22], середнє значення показника відносної вологості гноївки ВРХ становить 86,3%. Величина коефіцієнта K отримують з [21]. При ручному видаленні гною він становить 0,1.

Отже значення відносної вологості екскрементів свиней за виразом (2.3) становить:

$$W_r = \frac{86,3 + 100 \cdot 0,1}{1 + 0,1} = 87,7\%$$

2.3.3. Визначення об'єму реактора для

ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.

Визначаємо значення густини екскрементів з виразу (2.5):

– екскрементів свиней:

$$\rho_r = 1624 - 6,24 \cdot 87,7 = 1077 \text{ кг/м}^3$$

Обсяг добового завантаження реактора гном ВРХ за формулою (2.6) становить:

$$Q_{M_доб.} = \frac{6050 \cdot 92}{87,7 \cdot 1077} = 5,9 \text{ м}^3/\text{добу, або}$$

$$5,9 / 1077 = 6050 \text{ кг/добу.}$$

Обсяг води $Q_{води}$, яка необхідна для додавання до гною ВРХ для досягнення необхідної вологості (92%), з виразу (2.6) становить:

$$Q_{води} = \frac{5,9 \cdot (92 - 87,7)}{(100 - 92)} = 3,15 \text{ м}^3/\text{добу} = 3150 \text{ кг}/\text{добу}.$$

Завантаження ємності реактора розбавленою водою гноювкою до досягнення вологості 92%, становить: $5,9 + 3,15 = 9,05$ м³/добу.

Сумарна складова екскрементів ВРХ в суміші дорівнює:

$$\frac{6050 \cdot 100}{6050 + 3150} = 66 \%$$

Сумарна складова води в розчині дорівнює:

$$\frac{3150 \cdot 100}{6050 + 3150} = 34 \%$$

Тоді величина густини субстрату, розбавленого водою до значення вологості 92%, дорівнюватиме:

$$\frac{1077 \cdot 66 + 1000 \cdot 34}{100} = 1050 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Кількість гною ВРХ, переробленого за добу в ферментаторі установки з отримання біогазу з виразу (2.7) становитиме:

$$Q_{об} = 5,9 + 3,15 = 9,05 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Вважається, що значення коефіцієнту заповнення реактора $q=0,9$. Завантажуватись реактор буде з певним періодом з тієї причини, що величина коефіцієнту спорожнення установки дорівнюватиме 0,8. Час зброджування сировини в ферментаторі - 8 діб.

Об'єм ферментатора з формули (2.8) становитиме:

$$V_{м} = \frac{9,05 \cdot 8}{0,9 \cdot 0,8} = 100 \text{ м}^3.$$

Отже об'єм ферментатора становить 100 м³.

2.4. Вибір біогазової установки для молочнотоварної ферми

ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл.

Для впровадження на молочнотоварній фермі ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл. обираємо установку БСУ-100 для отримання біогазу, вартість якої 40000 \$, випускається вона на підприємстві "Екотенк ООО", що розташоване в м. Слов'янську Донецької обл. [1].

До комплекту установки належать 2 метантенки (рис. 2.1) об'ємом по 50 м³ (висотою – 6 м, діаметром – 3,3 м) теплоізольовані, оснащені системою обігріву, полімерний газгольдер (рис. 3.2, а), місткість для попереднього накопичення і приготування субстрату до зброджування, ємність для накопичення біошламу, змішувач субстрату з електричним приводом, ємності для зброджування субстрату, насос для фекалій, потужність якого 2,75 кВт (рис. 2.2, б), висушувач отриманого біогазу з видалення вологи (рис. 2.2, в), біогазів десульфатор для видалення сірководню (рис. 2.2, г), пристрій для забезпечення згравлювання біогазу (рис. 2.2, д), газовий компресор, для забезпечення робочого тиску в системі 0,05 атм (рис. 2.2, е), лічильник біогазу, котел для спалювання біогазу проточного типу водогрійний з циркуляційним насосом (рис. 2.3, ж), резервний електричний котел, комплект трубопроводів, клапани, фітінги, система керування підтриманням режиму температур. Додатково до установки поставляється біогазовий електрогенератор (рис. 2.3, а) потужністю 3 кВт (вартість 16700 грн.) і сепаратор біодобрив (рис. 2.3, б) продуктивністю 2-8 м³/год. (вартість 38000 грн.) [1].



Рис. 2.1. Метантенки біогазової установки БГУ-100 [1]

Перемішування сировини в ферментаторі БГУ-100 забезпечується шляхом циркуляції рідини. Під час цього процесу можливе засмічування трубопроводів твердими складовими субстрату, отже виникає потреба в їх очищенні. Така ситуація має негативний вплив на процес метанового зброджування, тому що виникає можливість потрапляння в метантенк значної кількості повітря, що спричиняє до припинення бродіння зброджування на певний час. Крім того, прочищення труб вимагає багато зусиль і часу. З цієї причини система перемішування біореактора біогазової установки БГУ-100 потребує модернізації.



Рис. 2.2. Прилади, які включені в комплектуючі поставки біогазової установи БГУ-100 [1]: а – газгольдер, б – насос для транспортування фекалій; в – установка для висушування біогазу; г – пристрій для десульфуації біогазу; д – установка забезпечення зтривування біогазу; е – компресор біогазу; ж – котел, що використовує біогаз



Рис. 2.3. Прилади, що входять до комплекту біогазової установи БГУ-100 додатково [1]: а – електрогенератор біогазу; б – сепаратор біологічних добрив

2.5. Удосконалення конструкції біореактора біогазової установи БГУ-100

Реконструкцію системи змішування в реакторі біогазової установи БГУ-100 слушно було б виконати, оснастивши її механічною мішалкою. Однак через те, що висота біореактора більша, ніж його діаметр, установивши привод змішуючого пристрою на даху біореактора, його вал буде надто довгим, що недопустимо при його експлуатації. Установивши привод змішувача на стінні смонтованості, змішувач матиме малий діаметр, що позначиться на ефективності перемішування субстрату по всьому об'єму біореактора. Виникне необхідність встановлення декількох змішувачів, що значно збільшить ціну розроблюваної конструкції.

Тому вирішуємо для змішування субстрату в біореакторі застосувати заглиблену мішалку пропелерної конструкції, яка зможе рухатись у вертикальному напрямку по висоті метантенка (рис. 2.4, рис. 2.5).

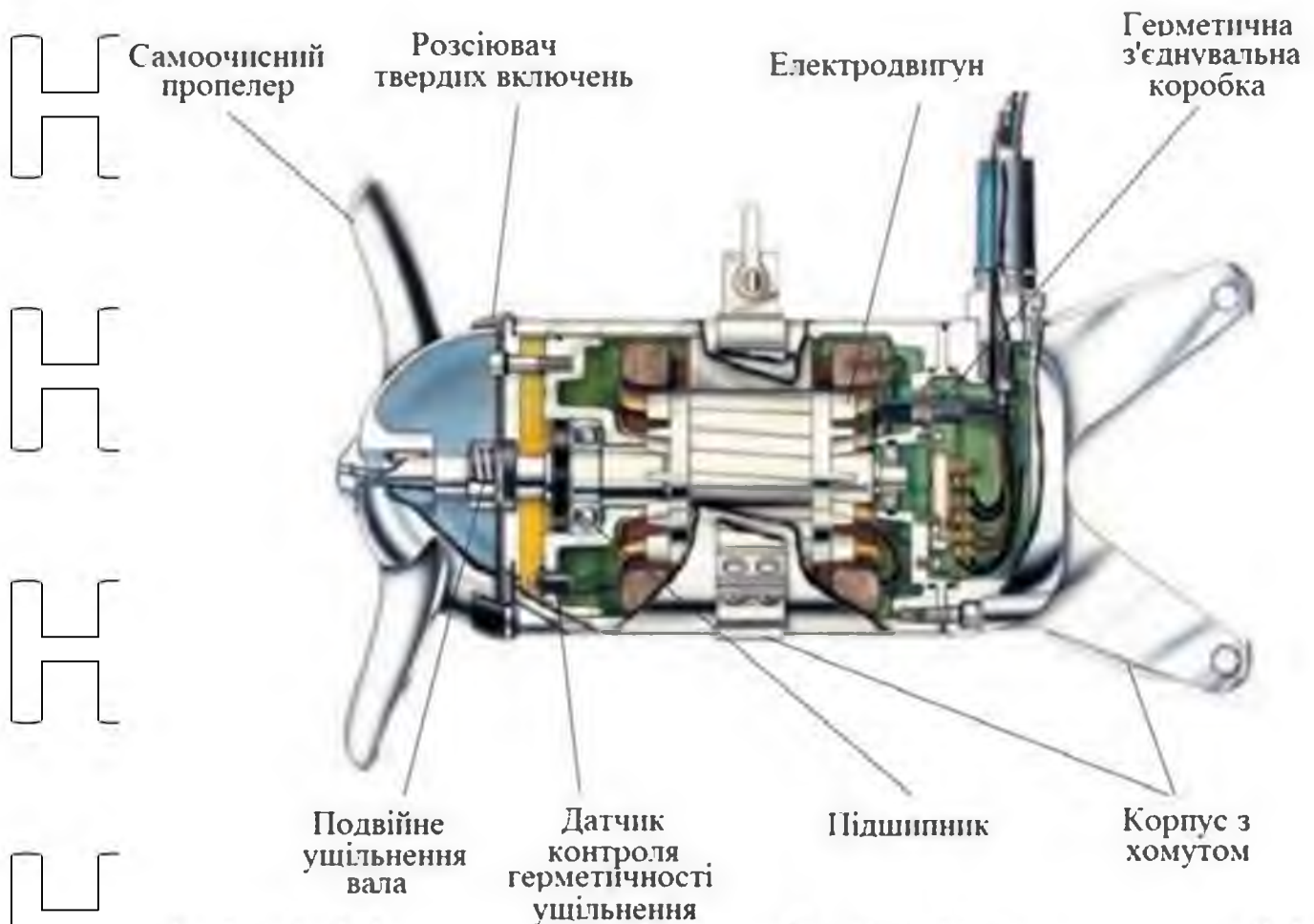


Рис. 2.4. Конструкція занурювальної мішалки пропелерної конструкції [20]

Заглиблена мішалку пропелерної конструкції з точки зору механічного впливу на процес змішування є особливим пристроєм, тому що його використання в різних ємностях сприяє проходженню гідродинамічних рідинних потоків різного напрямлення. В порівнянні із змішувачами поверхневої дії, коли потоки направлені з поверхні субстрату в напрямку дна, заглиблені мішалки спроможні створювати гідродинамічні потоки іншого типу (рис. 2.6).



Рис. 2.5. Запуговувальна мішалка [19]

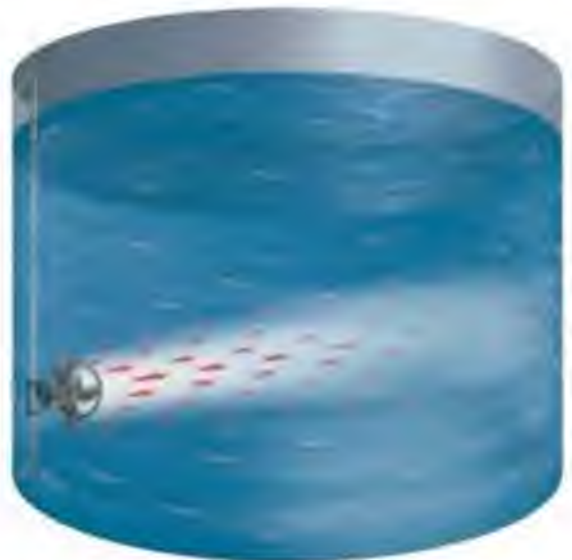


Рис. 2.6. Перемішування рідини в ємності круглого перетину заглибленою мішалкою пропелерної конструкції [20], [30]

Дана мішалка може переміщуватись по горизонталі і по вертикалі по відношенню до стінок резервуара (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Схема переміщення заглибленої мішалки [30]

Пропонується встановити змішувач на направляючій, встановленій поблизу стінки метантенки (рис. 2.8). Схема перемішування рідини в ємності буде відбуватись, як показано на рис. 2.6.



Рис. 2.8. Схема розташування мішалки в метантенку [20]

Перемішування рідини відбуватиметься вздовж ємності за рахунок переміщення змішувача уздовж направляючої (рис. 2.9).

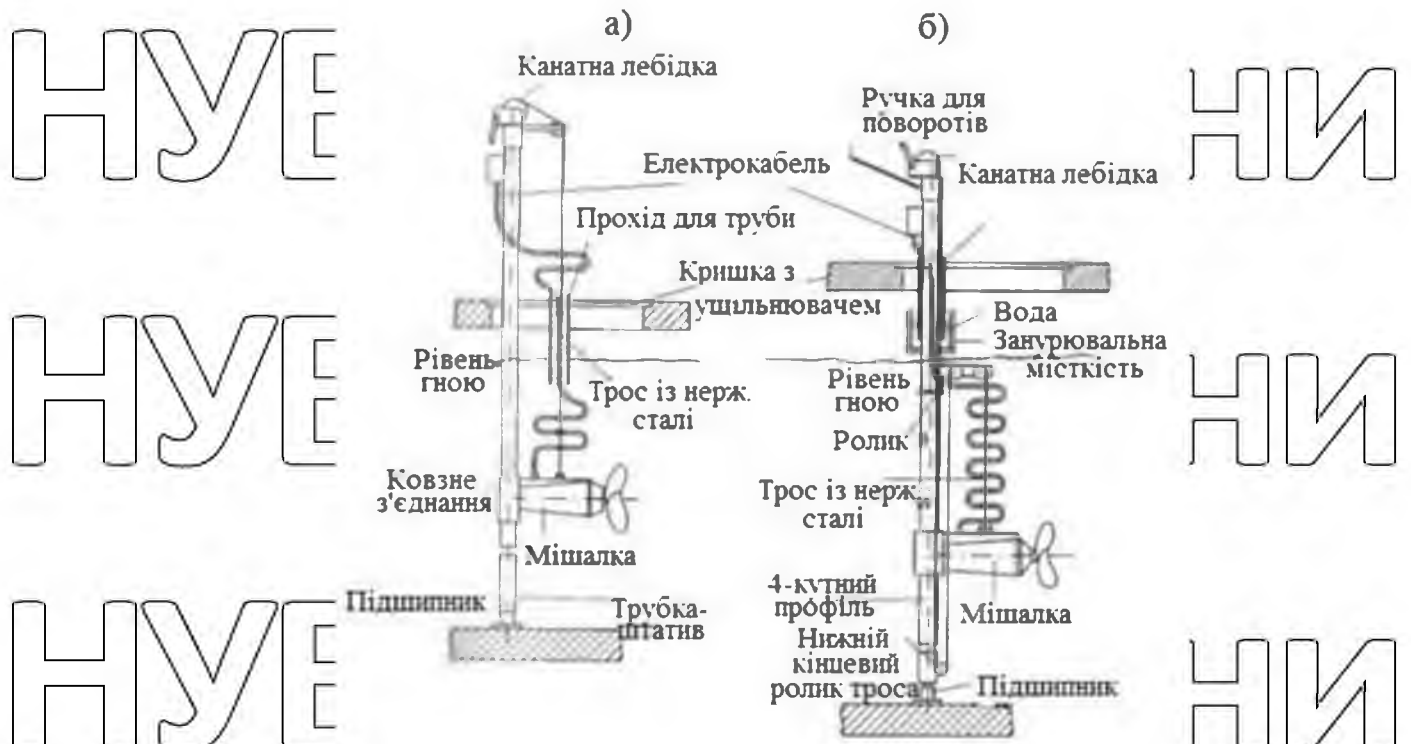


Рис. 2.9. Мобільні занурювальні мішалки для ліній виробництва біологічного газу [32]: а – безповоротну, з можливістю змінювати висоту; б – поворотну, з можливістю змінювати висоту

2.6. Визначення конструкційно-технологічних параметрів пропелерної занурювальної мішалки

Величина діаметра пропелерного змішувача (рис. 2.10) розраховується за виразом (2.9). В реакторі буде задіяна швидкісна пропелерна мішалка, через це в виразі (2.9) коефіцієнт дорівнюватиме 0,1.

Звідси величина діаметра змішувача пропелерної конструкції з виразу (2.9) становитиме:

$$d_{st} = 0,1 \cdot 3,3 = 0,33 \text{ м.}$$

Ми обираємо гвинтовий пристрій з профілем крила (рис. 2.10), конструкційно-технологічні параметри якого наведені в табл. 2.1.

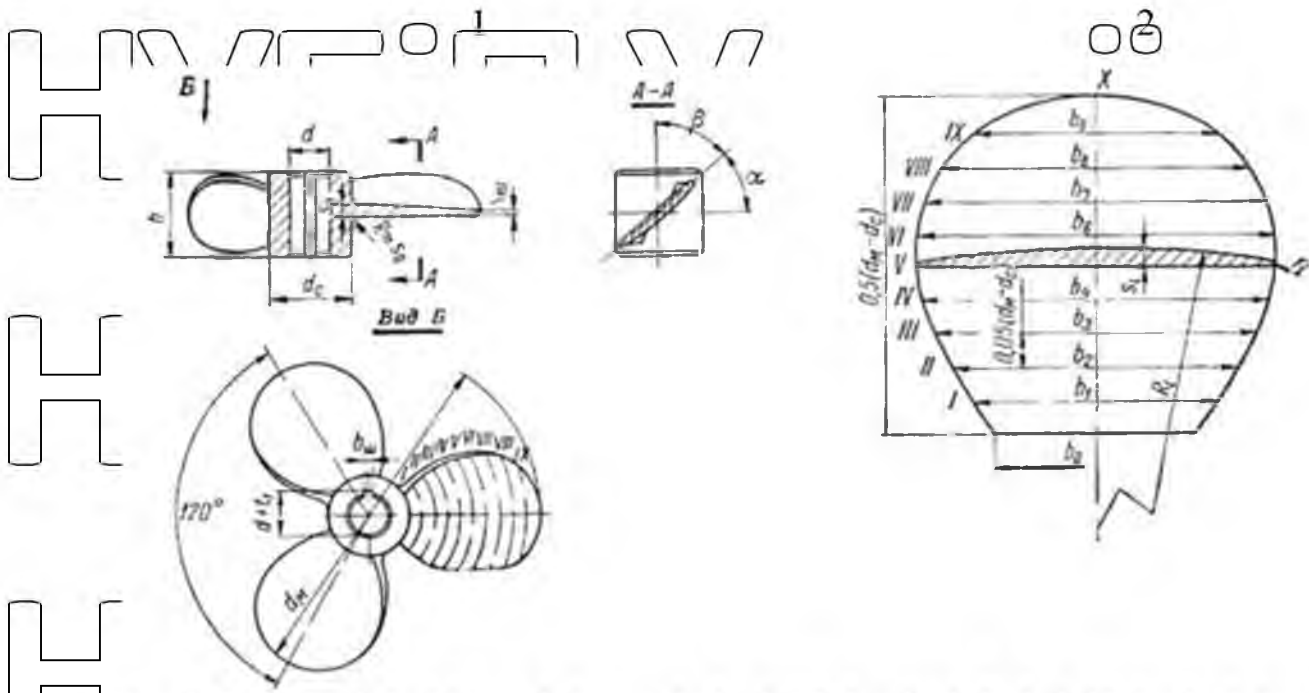


Рис. 2.10. Пристрій змішувальний пропелерної конструкції з профілем форми лопаті [8]: 1 – конструктивні характеристики; 3 – розгортка крила

НУБІП України

Таблиця 2.1

Параметри пропелерної мішалки [8]

d_M	d	d_c	h	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	$b_5 = b_6$
360	70	112	90	86	112	130	144,5	145	160,5
Продовження табл. 2.1									
	b_7	b_8	b_9	b_w	$d + t_1$	s_0	s_{10}		
	154	138	106	20	77,4	10,5	4		

Обраний змішувач пропелерної конструкції належить до високооборотистих, враховуючи це, обираємо значення частоти обертання валу змішувача $n = 900$ об/хв. (15 об/с).

Звідси за виразом (2.10) окружна швидкість змішувача становитиме:

$$v = 900 \cdot 3,14 \cdot 0,33 = 15,5 \text{ м/с, чи } 15 \text{ об/с.}$$

Значення густини сировини, в основі якого в основному гній ВРХ, складає

1050 кг/м³, показник динамічної в'язкості – $\mu_c = 0,21$ Па·с.

Звідси значення критерію Рейнольда (відцентрового) за виразом (2.11) буде:

$$Re_{вц} = \frac{1050 \cdot 15 \cdot 0,33^3}{0,21} = 8148.$$

З графічних залежностей для визначення показника критерію потужності K_N для мішалок пропелерного типу, що приведені в [8], для $Re_{вц} = 8148$ $K_N = 0,1$.

Тоді за виразом (2.12) потужність, яка необхідна для перемішування субстрату, буде дорівнювати:

$$N_M = 0,1 \cdot 1050 \cdot 15^3 \cdot 0,33^5 = 1376 \text{ Вт.}$$

Оскільки промисловість виготовляє стандартні змішувальні пристрої зачуровального типу, у відповідності з проведеним технологічним і конструктивним розрахунком обираємо стандартну мішалку пропелерної конструкції Wilo-EMUTR39.95-6/8 (рис. 2.11). Технологічні параметри перемішуючого пристрою на-

ведені в табл. 2.2, конструктивні – в табл. 2.3 і табл. 2.4.

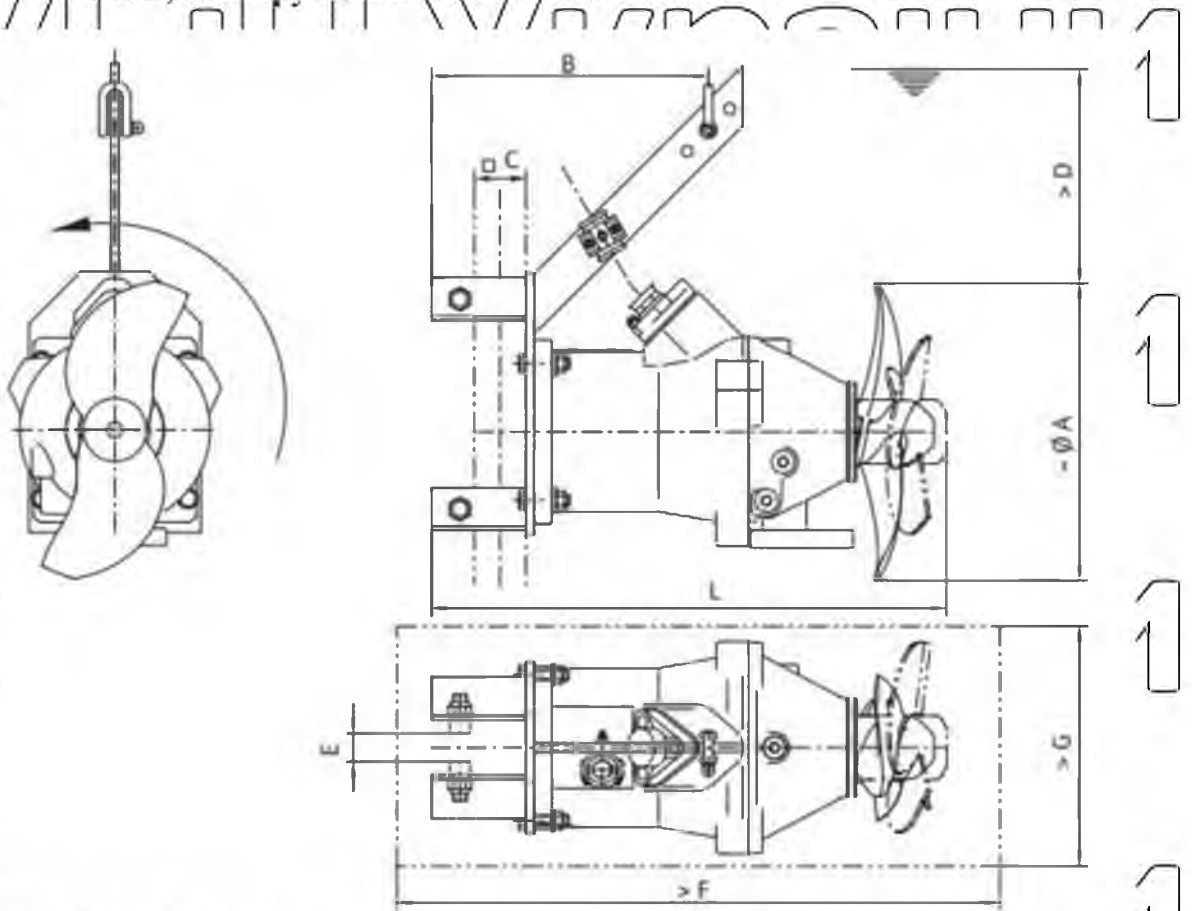


Рис. 2.11. Зачуровальна мішалка Wilo-EMUTR39.95-6/8 [16]

Таблиця 2.2

Технологічні характеристики перемішуючого пристрою Wilo-EMUTR39.95-6/8

[23]

N , кВт	n , об/хв.	ε	Найбільша сила тяги, Н
14	915	1	380

Таблиця 2.3

Конструктивні характеристики перемішуючого пристрою Wilo-EMUTR39.95-6/8

[23]

A	B	C	D	E	F	G	L	Маса, кг	Найбільша маса*, кг
360	320	60	500	33	740	560	590	61	95

* з врахуванням комплектуючих

Таблиця 2.4

Геометричні характеристики мішалки пропелерної конструкції, з профілем у формі крила [8]

d_M	d	d_c	h	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	$b_5 = b_6$
360	70	112	90	86	112	130	144,5	145	160,5

Продовження табл. 2.4

b_7	b_8	b_9	b_{III}	$d + t_1$	s_0	s_{10}
154	138	106	20	77,4	10,5	4

Схема розміщення мішалки занурю вального типу Wilo-EMUTR39.95-6/8 в

реконструйованому метантенку показана на рис. 2.12, а схема установки – на рис.

2.13.

НУБІП України

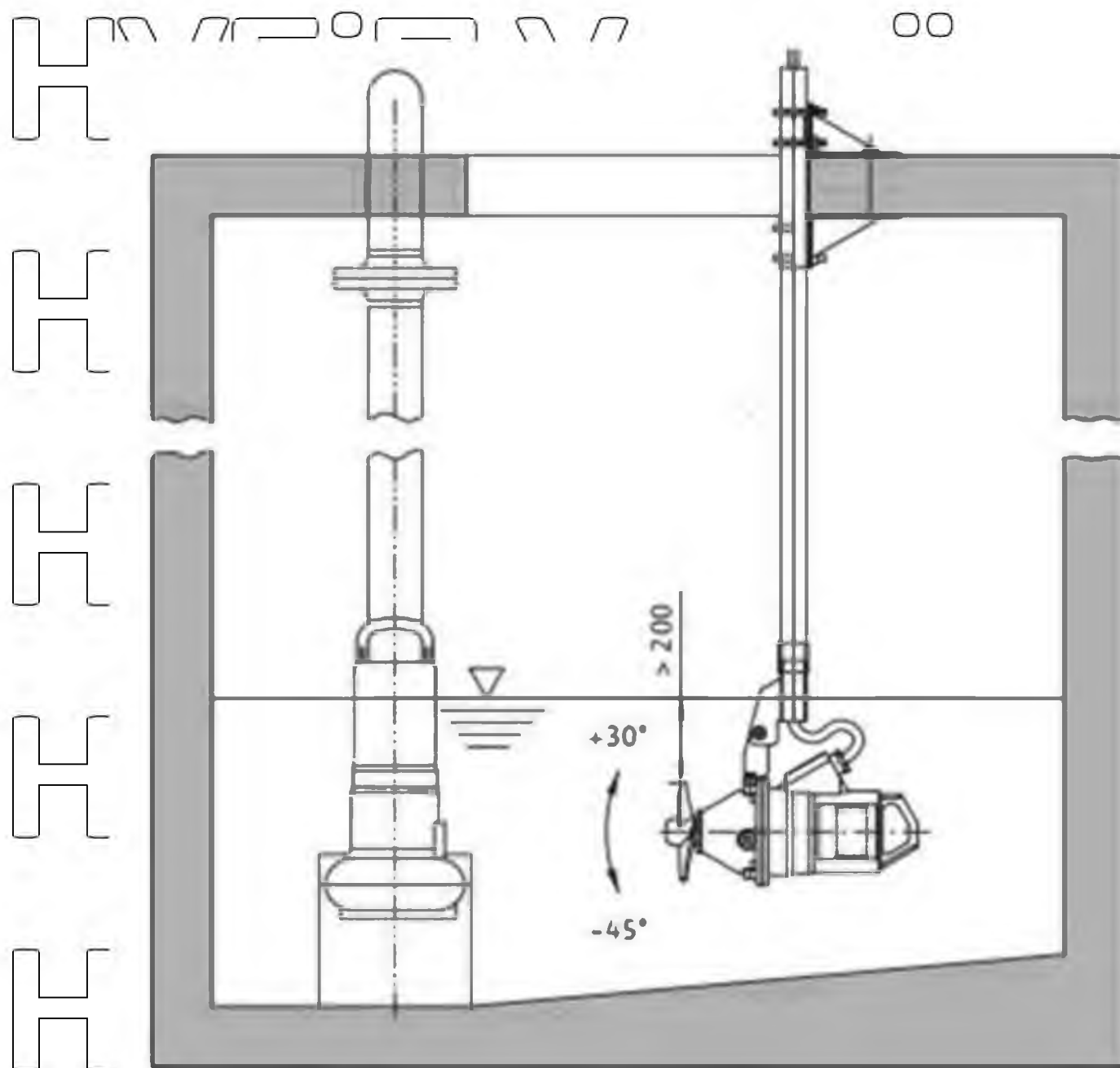


Рис. 2.12. Схема розміщення мішалки занурювального типу Wilo-EMUTR39.95-6/8 в удосконаленому метантенку [16]

НУБІП України

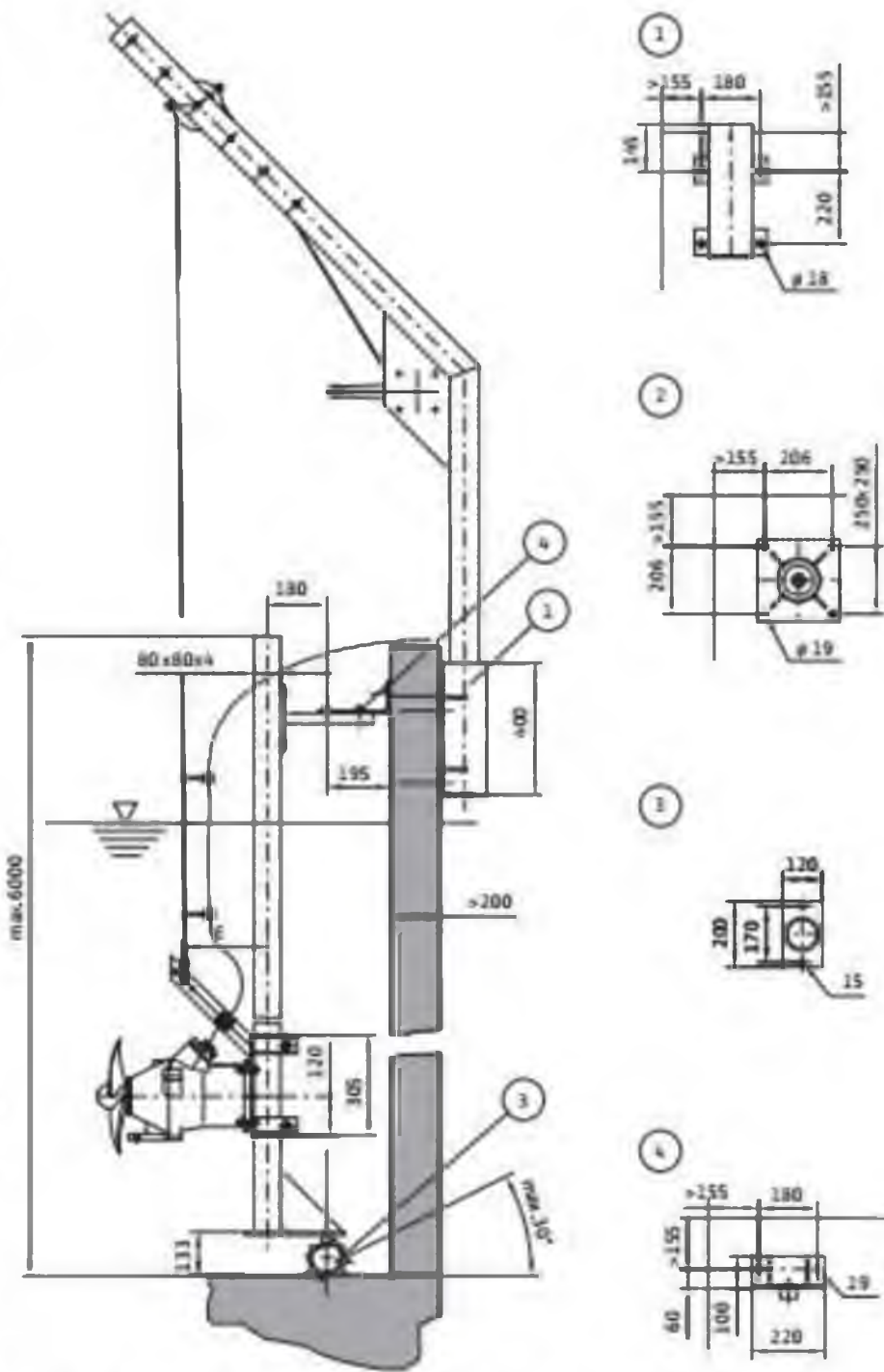


Рис. 2.13. Схема установки мішалки занурювальної конструкції Wilo-EMU TR39.95-6/8 в удосконаленому реакторі [16]

Висновки до розділу 2

3. Зброджування гною ВРХ з отриманням біогазу від стада в 100 голів в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл. повинне здійснюватись в метантенку об'ємом 100 м³. Для цього приймаємо біогазову установку БГУ-100 у

складі двох метантенків об'ємом по 50 м³ з удосконаленою системою перемішування заглибленою пропелерною мішалкою Wilo-EMUTR39.95-6/8 без редуктора діаметром 360 мм, що може переміщатись по висоті метантенка. Мішалка має частота обертання вала 915 об/хв. при потужності 1,4 кВт.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХОДУ БІОГАЗУ ПРИ МЕТАНОВОМУ ЗБРОДЖУВАННІ ГНОЮ ВРХ

3.1. Конструкція експериментальної біогазової установки

Експериментальне дослідження виходу біогазу при метановому збродженні гною ВРХ проводилось на лабораторній установці (рис. 3.1, рис. 3.2), що складається із термокамери, в яку встановлюються герметично закриті місткості (скляні чи пластикові банки чи пляшки), наповнені субстратом. Вироблений біогаз від кожної місткості подається в окремих газгольдер «мокрого» типу, сконструйований із двох пластикових труб різного діаметра (більша труба 1 1/2" внутрішнім діаметром 40 мм, менша труба 1 1/4" зовнішнім діаметром 40 мм). Температурний режим в установці підтримується електричними ТЕНами, які отримують сигнал від блоку керування.

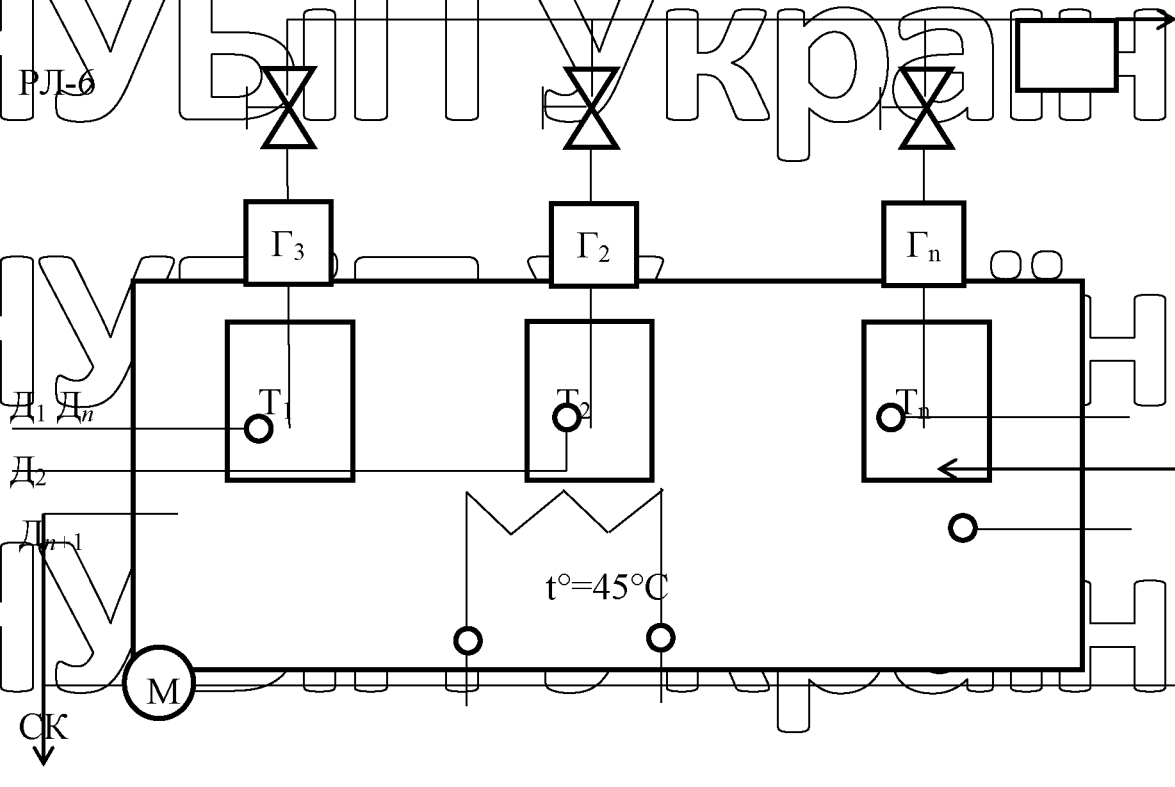


Рис. 3.1. Функціональна схема дослідження виходу біогазу із субстратів та ензимів різного складу: $T_1 \dots T_n$ – метантенки; $D_1 \dots D_{n+1}$ – датники температури (DS18B20); $\Gamma_1 \dots \Gamma_n$ – газгольдери; M – тени нагрівної рідини; РЛ-6 – газовий лічильник; СК – система керування



Рис. 3.2. Лабораторна модульна біогазова установка

3.2. Методика виконання експериментальних досліджень

і обробки результатів

Скляна трилітрова банка завантажується субстратом на половину її об'єму (1,5 л). В неї завантажується 0,35 кг гною ВРХ і 0,5 л води. Решту об'єму становить дитастат, багатий на метаноутворюючі бактерії. Субстрат гомогенізується. Банка закривається кришкою із виснованим в неї патрунком для поліетиленового шланга для відведення біогазу, який підключений до газгольдера.

Встановлюється мезофільний температурний режим (40°C).

Режим завантаження субстрату – періодичний.

Після завантаження місткостей в біогазом в термокамеру (завантажується одночасно три місткості, що забезпечує проведення трьох повторів дослідження) починає виділятися біогаз, який поступає в газгольдер, піднімаючи циліндр-рівнемір із нанесеною на нього шкалою. Значення висоти підняття циліндра-рівнеміра періодично фіксується, а вироблений біогаз випускається в довкілля.

Об'єм біогазу, що генерується в ферментаторі в проміжку поміж зняттями показників підняття циліндру газгольдера, встановлюється за виразом:

$$V_6 = \frac{\pi \cdot D_2^2 \cdot H_2}{4} \quad (3.1)$$

де V_6 – об'єм біогазу, що генерується в ферментаторі в проміжку поміж зняттям показів підняття циліндру газгольдера, см^3 ; D_2 – діаметр (внутрішній) циліндра - рівнеміра газгольдера, см ($D_2=4 \text{ см}$); H_2 – висота підйому циліндра - рівнеміра газгольдера, см .

Швидкість генерування біогазу визначається за виразом:

$$w_6 = \frac{V_6}{\Delta t} \quad (3.2)$$

де w_6 – швидкість генерування біогазу, $\text{см}^3/\text{год.}$; Δt – час між зняттям показів підняття циліндра - рівнеміра газгольдера, год.

Час протягом доби Δt поміж зняттям показів підняття циліндра - рівнеміра газгольдера встановлюється за виразом:

$$\Delta t = 24 - t_2 + t_1 \quad (3.3)$$

де t_2 – час фіксації попереднього значення циліндра - рівнеміра, год. ; t_1 – час фіксації нинішнього значення циліндра - рівнеміра, год.

Загальний обсяг біогазу, що отриманий на протязі досліду, встановлюється за виразом:

$$V_{\text{загб}} = \sum V_6 \quad (3.4)$$

де $V_{\text{загб}}$ – загальний обсяг біогазу, що отриманий на протязі досліду, см^3 .

Середня швидкість виходу біогазу на протязі досліду встановлюється за виразом:

$$w_{\text{серб}} = \frac{V_{\text{загб}}}{t_{\text{заг}}} \quad (3.5)$$

де $w_{\text{серб}}$ – середня швидкість генерації біогазу на протязі досліду, $\text{см}^3/\text{добу}$; $t_{\text{заг}}$ – час проведення дослідження, діб.

В літературних джерелах вихід біогазу із субстрату встановлюється в л/кг СОР . Для того, щоб можна було б порівнювати результати із даними з літературних джерел, здійснимо переведення отриманих результатів у розмірність $\text{л}/(\text{год} \cdot \text{кг СОР})$.

Визначимо масу СР субстрату, що завантажується в ферментатор, за виразом:

$$M_{CPc} = \frac{M_c \cdot CP}{100}, \quad (3.6)$$

де M_c – маса субстрату, кг; M_{CPc} – маса СР субстрату, кг; CP – вміст сухої речовини гною в субстраті, %.

Визначимо масу СОР субстрату, що завантажується в ферментатор, за виразом:

$$M_{COPc} = \frac{M_{CPc} \cdot COP_{cp}}{100}, \quad (3.7)$$

де COP_{cp} – вміст в СР СОР субстрату, %; M_{COPc} – маса сухої органічної речовини субстрату, кг.

У випадку, якщо відомий вміст СОР в субстраті в процентах, тоді маса СОР субстрату, що завантажують в ферментатор, визначається за виразом:

$$M_{COPc} = \frac{M_{CPc} \cdot COP}{100}, \quad (3.8)$$

де COP – вміст СОР в субстраті, %; M_{COPc} – маса СОР субстрату, кг.

Продуктивність ферментатора по біогазу (в годинах), віднесена до вмісту СОР в субстраті, розраховується за виразом:

$$w_{б/COP год} = 10^{-3} \cdot \frac{w_b}{M_{COPc}}, \quad (3.9)$$

де w_b – швидкість генерації біогазу, см³/год.; $w_{б/COP}$ – швидкість генерації біогазу із одиниці СОР, л/(год.·кг СОР).

Якщо продуктивність ферментатора по біогазу (в годинах), що віднесена до вмісту СОР в субстраті, помножити на час між зняттям показників підняття циліндра – рівнеміра газгольдера, отримують добову продуктивність ферментатора по біогазу, що віднесена до вмісту СОР в субстраті:

$$V_{б/COP доб} = w_{б/COP} \cdot \Delta t, \quad (3.10)$$

де $V_{б/COP доб}$ – вихід біогазу за добу із одиниці СОР, л/(кг СОР); Δt – час протягом доби між зняттям показників підняття циліндра – рівнеміра газгольдера, год.

3.3. Визначення СР і СОР гною ВРХ

При проведенні дослідження виходу біогазу під час зброджування гною ВРХ в ферментатор проводилось завантаження порції субстрату вагою 0,85 кг, що складався із 0,35 кг гною ВРХ і 0,5 кг води.

Тверда фракція гною ВРХ містить 16,4% СР, із якої СОР є близько 80% [2].
Тоді маса СР субстрату за виразом (3.6) буде:

$$m_{CPc} = \frac{0,35 \cdot 16,5}{100} = 0,0587 \text{ кг,}$$

а маса СОР субстрату за виразом (3.7):

$$m_{COPc} = \frac{0,0587 \cdot 80}{100} = 0,0462 \text{ кг}$$

3.4. Результати експериментальних досліджень

Результати експериментальних досліджень виходу біогазу при метановому зброджуванні гною ВРХ представлені в додатку А та на рис. 3.1.

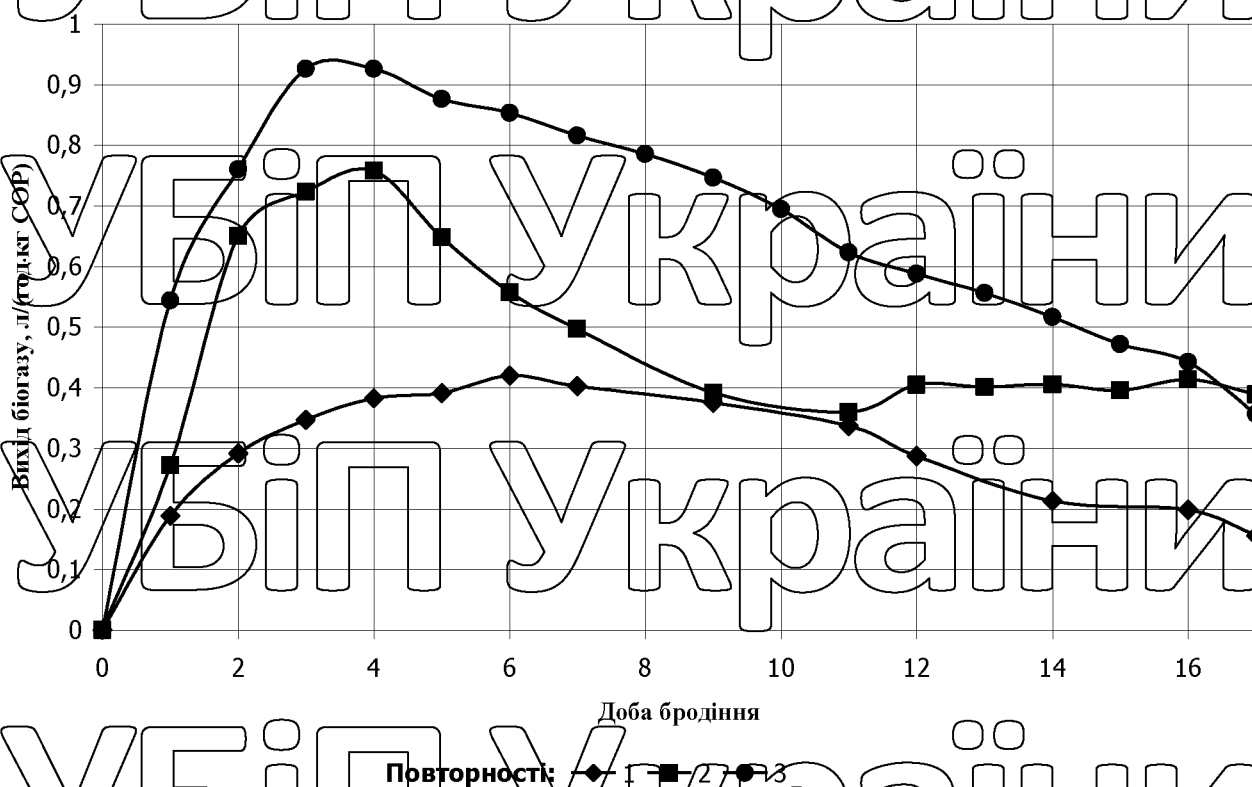


Рис. 3.1. Результати експериментальних досліджень виходу біогазу при метановому зброджуванні гною ВРХ

Із рис. 3.3 видно, що вихід біогазу з часом спочатку зростає (експотенціальна фаза), досягаючи свого максимуму, після чого поступово починає спадати (фаза відмирання). Лаг-фази не спостерігалось ні в одній із трьох повторностей.

Середнє значення найбільшого виходу біогазу при одній температурі в метантенку і різних повторях дослідів може значно відрізнятись по величині, що пояснюється тим, що продукують біогаз живі організми – метаноутворюючі бактерії, на життєдіяльність яких здійснює вплив дуже багато факторів, що не завжди можна враховувати, наприклад, атмосферний тиск, сезон, тип кормління худоби, інші невідомі чинники. По даній причині не можна усереднити дані, що наведені на рис. 3.3.

Метантенк біогазової установки, на якій проводились експериментальні дослідження зброджування субстратів на основі гною ВРХ з додаванням ко-субстратів, придатний для періодичного завантаження субстрату. Режим квазібезперервного завантаження субстрату на ньому здійснити досить складно. Разом із тим, на практиці на діючих біогазових установках періодичний режим завантаження метантенка застосовується рідко, частіше використовується квазібезперервне завантаження, коли субстрат в метантенк завантажується малими порціями через визначений проміжок часу (як правило, близько 1 год.). При цьому вихід біогазу досягає максимального, що можна досягнути при періодичній системі завантаження, значення, і тримається на такому рівні протягом всього часу роботи біогазової установки [7]. Тому на основі дослідів при періодичній системі завантаження метантенка можна змодельовати вихід біогазу при квазібезперервній системі завантаження. Вихід біогазу при квазібезперервній системі завантаження буде близький до максимального виходу біогазу при періодичній системі завантаження [39].

Максимальні виходи біогазу при періодичному зброджуванні гною ВРХ за температури метанового бродіння 40°C і їх середнє значення наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Максимальні виходи біогазу при періодичному зброджуванні гною ВРХ за температури метанового бродиння 40°C і їх середнє значення

Повторність	Максимальний вихід біогазу, л/(год.·кг СОР)
1	0,42
2	0,76
3	0,94
Середнє	0,71

Висновки до розділу 3

Середній вихід біогазу при квазібезперервній системі завантаження при метановому зброджуванні гною ВРХ за температури бродиння 40°C становить 0,71 л/(год.·кг СОР).

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Виробничі небезпеки процесу отримання біогазу

Як відомо, до складу біогазу в основному входить: сірководень, вуглекислий газ та метан. Характеристики метану: він легший повітря, не має отруйних властивостей, легкозаймистий і легко вибуховий. Сірководень же здатен створювати для людей небезпеку. Через те, що він важчий від повітря, він здатен накопичуватися в заглибленнях і цьому необхідно запобігати. Значні концентрації цього газу зменшують відчуття запахів і це ускладнює його виявлення і може призвести смертельне отруєння. Вуглекислий газ теж важчий за повітря і також здатен до накопичення, він вважається небезпечним через небезпеку призвести до задиху [7].

Навіть сучасні біореактори вважаються джерелом небезпек. Під час експлуатації цих установок, відповідно до [3], [25], обов'язково необхідно приймати до уваги наступне:

1. Дихання біогазом на протязі навіть короткого часу здатне призвести до отруєння з причини вмісту в біогазі отруйного сірководню. Запах біогазу до очищення ідентичний запаху тухлих яєць, а в очищеного біогазу запах відсутній зовсім. По цій причині приміщення, де може бути присутній неочищений біогаз, потребує частого провітрювання. Трубопроводи, по яких біогаз транспортується, необхідно регулярно перевіряти на предмет герметичності та проводити профілактику захисту від ушкоджень. Використовувати відкрите полум'я з метою перевірки витікання біогазу суворо заборонено.

Біогаз, навіть після очищення від сполук сірки, теж може призвести до смерті людини. Хоча біогаз і легший за повітря, йому властиве розшарування. Тому дихати біогазом досить небезпечно.

2. Біогаз - це вибухонебезпечний газ. Небезпека відкритого полум'я виникає вже при концентрації біогазу в навколишньому повітрі 12% і більше. Тому поблизу установки розведення вогню чи куріння суворо заборонено. Під час виконання робіт з газо- або електрозварювання, відстань біогазового обладнання повинна бути

більшою, ніж 10 м. Після вивантаження переробленого субстрату з ємностей з метою їх обслуговування чи ремонту, реактор потрібно ретельно провітрити через існування небезпеки вибуху суміші повітря з біогазом.

3. Величина тиску газу в системі не повинна бути більшою 0,15 МПа (1,5 кг/см), а в системі для побутових приладів тиск не повинен бути більшим 0,13 кг/см. Ферментатор повинен оснащуватися гідро затворами та засувками, які в разі необхідності спроможні бути б запобігти його проходженню до магістрального газопроводу. Крім того, біореактор повинен бути оснащений пристроєм для автоматичного скидання газу в випадку виникнення надлишкового тиску системі.

4. Електричне обладнання, яке входить до комплектуючих біогазової установки, обов'язково заземляється. Величина опору проводу для заземлення повинна бути не більшою 4,0 Ом.

5. Основні джерела санітарної небезпеки це наявність в рідкій гноївці і стоках мікроорганізмів, що належать до виду кишкової палички, яєць гельмінтів та інших патогенних бактерій. Тому необхідно виконувати правила з запобігання зараженню поблизу установки. Так, приймати їжу біля обладнання біогазової установки суворо заборонено.

6. Ємності для зброджування і зберігання біошламу повинні мати загородження, щоб запобігти падінню людини в ємність.

Перелік можливих небезпек обслуговування біогазової установки, можливі наслідки та міри недопущення небезпечних ситуацій показані в табл. 5.1.

4.2. Перелік заходів з технічного обслуговування, моніторингу та ремонту біогазових установок

Технічна документація на обладнання, монтаж, експлуатацію та обслуговування установок для виробництва біогазу повинна керуватися вимогами нормативу "Правила будівництва і безпеки експлуатації ємностей, що працюють під тиском", якщо до переліку комплектації біогазових установок включені:

Таблиця 4.1

Вивчення небезпек під час роботи біогазової установки, можливих наслідків цих небезпек та заходи з недопущення небезпесних ситуацій

Найменування технологічного процесу	небезпечна умова (НУ)	небезпечна дія (НД)	небезпечна ситуація (НС)	Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
Виробництво біогазу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Можливість вибуху біогазу (НУ1) 2. Пошкодження ізоляції електропроводів (НУ2) 3. Високий тиск в метантенку (НУ3) 4. Пошкодження заземлення (НУ4) 5. Високий рівень сірководню (НУ5) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Працівник перебуває у небезпечній зоні (НД1) 2. Працівник не перевіряє технічний стан агрегату перед початком роботи (НД2) 3. Працівник відкриває кришку метантенка (НД3) 4. Працівник торкається металевих частин метантенка (НД4) 5. Працівник знаходиться в приміщенні, куди потрапив біогаз (НД5) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Витік газу (НС1) 2. Контакт частин тіла працівника з струмопровідними елементами (НС2) 3. Під тиском кришка ударяє працівника (НС3) 4. Поява електричного потенціалу на корпусі біогазової установки (НС4) 5. Отруєння сірководнем (НС5) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опіки, каліцтва, травми (МН1) 2. Електротравма (МН2) 3. Травма (МН3) 4. Електротравма (МН4) 5. Отруєння (МН5) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити аварійний факельний пристрій, сигналізатор метану (ЗЗНС1) 2. Перевірка цілості ізоляції, наявності заземлення (ЗЗНС2) 3. Проведення навчання роботи з апаратами, що працюють під тиском (ЗЗНС3) 4. Відновити заземлення (ЗЗНС4) 5. Встановити сигналізатор сірководню, забезпечити персонал ЗІЗ (ЗЗНС5)

– емноеті, працюючі з тиском газу більшим 0,07 МПа (0,7 кг/см);

– балони, які використовуються для перевезення або зберігання стисненого

газу з тиском більшим 0,07 МПа (0,7 кг/см);

– цистерни, балони і бочки які використовуються для перевезення або зберігання стисненого газу, тиск парів у яких за температури до 50°C більший за тиск 0,07 МПа (0,7 кг/см) [3].

До переліку заходів з технічного обслуговування установки з отримання біогазу включені роботи, необхідні для забезпечення ефективності і довговічності роботи обладнання, та ремонту в разі поломок складових комплектуючих установки.

Регламент технічного обслуговування обладнання біогазової установки показаний в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Регламент технічного обслуговування обладнання біогазової установки (щоденний) [17]

Показник, що контролюється	Поширені недоліки	Усунення недоліків
1	2 Завеликий тиск; (тиск газу підвищується у випадку, коли споживання менше його виходу (у випадку переповненого газгольдера)	3 Підвищився тиск; очищення або заміна запобіжного клапана
Величина тиску газу	Занизький тиск; (тиск газу зменшується у випадку, коли споживання більше його виходу, коли має місце витік газу і у випадку порожнього газгольдера)	Витік газу: виявлення джерела витіку і усунення його; Вихід біогазу знизився: проконтролювати якість сировини для субстрату

1	2	3
Температура рідини в реакторі	Зависока температура	Порушення системи підігріву; проконтролювати і провести ремонт системи
	Занизька температура	Порушення системи підігріву; проконтролювати і провести ремонт системи; присутність шару осаду на трубопроводах системи нагріву субстрату; очищення поверхні трубопроводів системи нагріву
Обсяг отриманого біогазу	Обсяг отриманого біогазу нижче звичайного	Причини: температурний режим, склад субстрату, зміна показників лужно-кислотного балансу, пошкодження стінок реактора, засмічені газопровідні труби; необхідно виявити причини і усунути їх
Посилений запах гною	Перевантаження, установки або порушені умови зброджування	Зменшити обсяг субстрату, що зброджується; відкоригувати лужно-кислотний баланс

Крім щоденного моніторингу, обов'язковий і щомісячний технічний контроль біогазової установки. Він полягає в наступних заходах:

– очистка і перевірка роботи побутового газового обладнання;

- змащення рухомих з'єднань;
- сервісне обслуговування двигунів;
- обслуговування запобіжних клапанів;
- обслуговування обладнання системи перемішування [17].

Регламент контролю арматури показано в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Регламент контролю арматури [17]

Показник, що контролюється	Поширені недоліки	Усунення недоліків
Водяний затвор	Водяний затвор перевернутий	Злити воду
Трубопроводи	Вода не накопичується у затворі; неправильний кут монтажу трубопроводів	Розмістити трубопроводи під кутом, що дозволить воді з конденсату стікати в водяний затвор
Клапани	Не працюють	Очищення або заміна фільтрів

Щорічні заходи для перевірки безпеки біогазової установки полягають в наступному:

- повна перевірка технічного стану реактора і всіх складових установки;
- аналіз металевих складових установки на присутність іржі, поновлення покриття для захисту;
- перевірка герметичності газових трубопроводів тиском; витіки газу часом непомітні з тієї причини, що можуть компенсуватись значним об'ємом отримання біогазу.

Моніторинг роботи біогазової установки включає в себе збір даних для вирішення наступних завдань:

- визначення проблем в роботі;
- визначення дійсної економічної вигоди та терміну окупності;

– з метою оптимізації процесів порівняння роботи на різних типах сировини і різних технологій.

Для успішного моніторингу необхідно зібрати такі дані:

- тип сировини і її обсяги, кількість води для приготування субстрату;
- температура в ємності на всіх етапах процесу; завдяки інформації від збору даних можливо виявити неполадки в системі підтримання сировини;
- облік виходу біогазу: обсяги вимірюються газометром, який установлений між ферментатором і газгольдером (де проходить процес газотворення)

У простіших спорудах вихід газу може визначатись під при відсутності відбору газу. Зміни у обсязі отриманого газу та велика кількість вимірів дозволять точніше встановити причину порушень.

- обсяг отриманого тепла та електрики великих установках,
- щомісячна перевірка кислотно-лужного балансу;
- щоденне визначення обсягу завантаженої сировини;
- щомісячне визначення вмісту сірководню в біогазі;
- аналіз ефективності біошлему (сезонно) з метою встановлення оптимальної норми внесення добрива на поля.

– фіксування поломок і з якої причини. Ці записи дозволять скоріше і легше виявити причини поломок [17].

Ремонт установки виробництва біогазу. Поломки, можливі під час експлуатації установки виробництва біогазу, викладені в табл. 4.4. Найзначніша причина для стурбованості - зниження виходу біогазу.

Таблиця 4.4

Поломки, можливі під час експлуатації установки виробництва біогазу і способи їх усунення [17]

Поломки	Причини поломок	Заходи з усунення
¹ Засмічений трубопровід	² Волокниста сировина або утворена кірка сировини	³ Звільнити трубопровід від засмічення

1	2	3
Зменшення рівня рідини	Резервуар пропускає рідину	Очистити резервуар, виявити тріщини і загерметизувати
Недостатній вихід газу	Порушення герметичності газгольдера (тріщини або корозія металу)	Загерметизувати тріщини, замінити іржаві частини
Заблоковані вентильні крани	Корозія металу	Кілька разів закривати і відкривати крани, або їх замінити
Негерметичність газопроводів	Корозія металу; недосконалість герметичності з'єднань	Виявити негерметичні з'єднання, герметизувати їх або замінити
Швидка втрата газу	1. Тріщина в газопроводі 2. Порожній водяний затвор 3. Відкритий кран подачі газу	1. Заміна трубопроводу або його ремонт 2. Залити воду, виявити причину надлишкового тиску, проконтролювати висоту водяного затвора 3. Закрити газовий кран
Тиск газу в системі нестабільний	1. Присутність в газопроводі води 2. Засмічення газопроводу	1. Перевірити наявність та рівень води в водяному затворі, перевірити розміщення водяних затворів в найнижчих частинах газопроводу або змінити нахил труби

Продовження табл. 4.4

2. Виявити засмічені ділянки і їх почистити

Ремонтні роботи обов'язкові не тільки в разі поломки, а і під час експлуатації установки в звичайному режимі. Ремонт, що не відповідає вище зазначеним, повинен виконуватися фахівцями, тому що зазвичай у штаті обслуговування біогазової установки відповідних спеціалістів нема. Щорічна перевірка БГУ спеціальними фахівцями повинна проводитися обов'язково

Технічна документація технічного обслуговування біогазових установок.

Для оптимальної експлуатації, забезпечення нормального технологічного процесу, ремонту та обслуговування на підприємстві повинні бути такі документи:

- принципів газові та електричні схеми;
- будівельні документи;

– паспорти на ємності, що підлягають тиску, видані заводами-виготовлювачами;

– графіки та календарні плани на проведення ремонтних робіт та робіт з технічного обслуговування обладнання та приладів;

– журнали фіксації роботи обладнання та проведення інструктажу та перевірки знань з техніки безпеки працівників («Правила безпеки газового господарства») [17].

4.3. Заходи для організації безпечних умов виробництва і використання

біогазу

Використовуючи обладнання лінії для виробництва біогазу та його застосування варто пам'ятати про його вибухонебезпечність. Можливість вибуху створює змішування повітрям з метаном у співвідношеннях від 5 до 15% обсягів. Враховуючи це на обладнанні з виробництва метану а також в оточуючому приміщенні необхідно суворе дотримання заходів безпеки, встановлених для недопущення вибуху чи пожежі.

Заходи вибухової та пожежної безпеки наступні:

1. Газові резервуари необхідно встановлювати на значній відстані до житлових будинків, екладських приміщень чи доріг. Встановлені допустимі відстані наступні: до будинків, що мають м'яку покрівлю – 10 м; до будинків, що мають тверду покрівлю – 5 м.

2. Заборонено розпалювання вогню та паління поряд газовими ємностями (радіус 10 м). На території та обладнанні розміщуються спеціальні таблички з необхідними написами.

3. Потрібна регулярна перевірка рівня води в ємності мокрого газгольдера та рухливості самого куполу газгольдера. В зимовий період потрібно не допускати замерзання крижаної кірки. Ремонтувати ємності та трубопроводи допускаються лише спеціалісти (представники виготовлювача обладнання), особливо для тих робіт, в яких використовується відкрите полум'я і зварювання поблизу газгольдера та трубопроводів.

4. Недопущення витоку біогазу через небезпеку змішування з повітрям в закритому приміщенні, забезпечення герметичності газопроводів, вентиляції редукційних клапанів для відводу повітря.

5. Видалення із газопровідних ліній включень повітря, пропускаючи по них газ перед його використанням.

6. Розміщенням поблизу газопровідних ліній та газоспалювального обладнання вогнегасників.

7. Створення умов для посиленого повітрообміну поблизу газопровідних систем шляхом впровадження системи вентиляції.

8. Обладнання отвору для повітрообміну під стелею будівлі для виходу з приміщення газів, щільність яких менша ніж щільність повітря.

9. Монтування газопровідних систем з плюсовим нахилом, встановлення водовідокремлювача в нижній точці газопроводу (для збирання конденсату водяної пари, яка присутня в біогазі).

10. Недопущення замерзання систем газопроводів та водовідокремлювачів і вогнегасників, щоб не завадити подачі газу, пошкодити газопровід і спричинити

значне збільшення тиску газу в реакторі чи газгольдері, допустимий тиск у яких обмежений.

11. Недопущення розміщення в зоні БГУ та газопровідних систем будь-яких можливих джерел іскроутворення.

12. Місця збереження газу комплектуються вогнегасниками,

13. Тиск в ємностях зберігання газу для зарядження балонів повинен бути не більшим 170 кг/см².

Висновки до розділу 4

1. Небезпечними факторами, які можуть виникнути під час експлуатації та обслуговування біогазових установок, вважаються отруйні властивості сірководню, небезпека вибуху метану, які містить біогаз, можливість виникнення надлишкового тиску, присутність у гноївці і, відповідно, у субстраті небезпечних мікроорганізмів та яєць гельмінтів, небезпека падіння з висоти, небезпека ураження електрострумом, тощо.

2. Заходи з запобігання небезпечним ситуаціям під час обслуговування біогазової установки наступні: організація навчання персоналу по обслуговуванню апаратів, працюючих під тиском, заземлення електрообладнання з величиною опору не більшою 4 Ом, для виявлення метану та сірководню використання сигналізатора, забезпечення працюючих ЗІЗ, перевірка стану ізоляції електричної проводки, використання факельної аварійної установки.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТУ

Порівнюючи можливі шляхи рішення технічних завдань, раціоналізаторські проекти, пропозиції з технічного удосконалення обладнання або процесів, шляхів покращення якості отриманої продукції, найприйнятнішим в рівних інших умовах буде варіант, втілення якого потребує мінімальних приведених витрат.

Приведені витрати – це економічний показник, що характеризує суму (у вартісному значенні) загальних витрат праці на отримання кінцевої продукції [4, с. 228].

Приведені витрати отримуємо з виразу [13]:

$$Z_n = C + E_n \cdot K, \quad (5.1)$$

де Z_n – величина приведених витрат, грн; C – величина собівартості (поточних витрат), грн; E_n – значення нормативного коефіцієнту приведення (характеризує економічну ефективність капіталовкладень); K – розмір капіталовкладень, грн.

Значення нормативного коефіцієнту, що характеризує ефективність капіталовкладень по макроекономіці в цілому береться в розмірі $K=0,14$ [15].

Розмір капіталовкладень розраховується по формулі:

$$K = \Pi_m \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (5.2)$$

де Π_m – вартість установки з виробництва біогазу, грн; k_1 – значення коефіцієнта, що описує складські та торгово-транспортні затрати ($k_1=1,1$ [14]), k_2 – значення коефіцієнту, що описує монтажні витрати на обладнання ($k_2=1,15$ [14]).

У відповідності до [1], вартість установки БГУ-100 для отримання біогазу дорівнює 40000 \$, що за курсом долара до гривні 26,6 – 1 064 000 грн.

В комплекті з установкою поставляється електрогенератор біогазу (див. рис. 3.3, а) потужність якого 3 кВт а ціна – 16800 грн.

Ціна заглибленого змішувача пропелерної конструкції Wilo-EMUTR39.95-6/8 з кріпленням дорівнює 1200 \$, що за курсом долара до гривні 26,6 – 31920 грн.

Величина капітальних вкладень в освоєння біогазової установки з виразу (5.2) дорівнює:

$$K = (1064000 + 16800 + 31920 \cdot 2) \cdot 1,1 \cdot 1,15 = 1144640 \text{ грн.}$$

Собівартість отримання біогазу визначаються за виразом:

$$C = C_a + C_p + C_{en} + C_s + C_c \quad (5.3)$$

де C_a – величина амортизаційних відрахувань, грн.; C_p – величина відрахувань на технічне обслуговування та ремонт, грн.; C_{en} – величина витрат на оплату електричної енергії, грн.; C_s – величина витрат на зарплату, грн.; C_c – величина витрат на придбання сировини, грн.

Розмір відрахувань на амортизацію розраховуємо з формули [11]:

$$C_a = \frac{K}{c_a}, \quad (5.4)$$

де K – величина капіталовкладень, грн.; c_a – термін прибуткового використання установки, років.

Приймаючи до уваги те, що розрахований термін використання біореактора та решти складових установки з виробництва біогазу дорівнює 20 років, амортизаційні відрахування по формулі (5.4) становитимуть:

$$c_a = \frac{1144640}{20} = 72398 \text{ грн.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування біогазової установки розраховуються за виразом [26]:

$$C_p = \frac{K \cdot H_p}{100}, \quad (5.5)$$

де H_p – нормативна величина відрахування на технічне обслуговування та ремонт.

У відповідності з постановою Кабінету Міністрів України №1075 від 6.09.1996 р., нормативна показник відрахування для технічного обслуговування та ремонту на протязі року не повинен перевищити 5% від сукупного показника балансової вартості головних фондів на початку звітного року.

Враховуючи те, що стара система перемішування субстрату періодично заби-
валась, що вимагало великих витрат на усунення цих проблем, обслуговування та ремонт. При використанні нової системи перемішування обираємо максимальний

показник норми відрахувань на технічне обслуговування та ремонт і $H_p=5\%$. Замінивши гідравлічну систему перемішування субстрату на механічну, затрати на її ремонт знизились, тому обираємо меншу величину норми відрахувань на технічне обслуговування та ремонт $H_p=1\%$.

Величина відрахувань на технічне обслуговування та ремонт установки для виробництва біогазу по формулі (5.5) дорівнюватиме:

$$C_p = \frac{1144640 \cdot 1}{100} = 11446,4 \text{ грн}$$

Витрачена на перемішування рідини електроенергія під час експлуатації установки БГУ-100 розраховується по формулі:

$$C_{el} = C_{el} \cdot N_{el} \cdot n \cdot T_1 \cdot T_2 \quad (5.6)$$

де C_{el} – вартість електричної енергії, грн./кВт·год.; N_{el} – потужність електричного двигуна для приводу мішалки, кВт.; n – число електричних двигунів, кВт.; T_1 – число днів роботи установки в рік, дів; T_2 – кількість годин роботи установки протягом доби, год.

Перемішування здійснюється двома мішалками (на кожен метантенк одна мішалка) потужність яких 1,4 кВт.

Метантенк протягом року працює 350 дів, при цьому протягом 10 дів проводиться його технічне обслуговування і ремонт. Перемішувачі працюють протягом всієї доби. Вартість електроенергії, яку в вересні 2021 р. АТ «Житомиробленерго» відпускає своїм споживачам, становить 118,8 коп./кВт·год. [28].

Таким чином, витрати на використання електроенергії в установці з отримання біогазу за виразом (4.6) становитимуть:

$$C_{el} = 1,188 \cdot 1,4 \cdot 2 \cdot 350 \cdot 24 = 27942 \text{ грн.}$$

Витрати на виплату зарплати розраховуємо по формулі:

$$C_o = TC \cdot n_{роб} \cdot T_3 \quad (5.7)$$

де TC – розмір ставки згідно встановленого тарифу, грн/міс.; $n_{роб}$ – кількість працюючих, чол.; T_3 – час роботи працюючих на протязі року, міс.

Під час роботи метантенка подача сировини відбувається поступово, тому в його обслуговуванні приймають участь три робітники IV кваліфікаційного розряду,

вони працюють в режимі з 12 годинним робочим днем.

З початку 2021 р. оклад працівника IV-го тарифного розряду становить 3391 грн. [18].

Разом із тим, з 1 вересня 2021 р. встановлена мінімальна зарплати в розмірі 6000 грн./міс., тобто працівнику доплачується різниця між мінімальною зарплатою і величиною тарифного окладу.

Також на розмір заробітної плати нараховується:

- військове оподаткування – 1,5% від величини заробітної плати;
- оподаткування на доходи, отримані фізичними особами – 18%;
- єдине соціальне оподаткування – 22% [27].

Таким чином, нарахування на розмір зарплати становитимуть: військове оподаткування: $6000 \cdot 1,5/100 = 90$ грн.; оподаткування на доходи, отримані фізичними особами: $6000 \cdot 18/100 = 1080$ грн.; єдине соціальне оподаткування: $6000 \cdot 22/100 = 1320$

грн.

Нарахування на зарплату одного оператора установки з виробництва біогазу щомісяця дорівнюють: $6000 + 90 + 1080 + 1320 = 8490$ грн.

Таким чином, затрати на виплату заробітної плати операторів біогазової установки за формулою (4.7) становлять:

$$C_o = 4528 \cdot 12 \cdot 3 = 305640 \text{ грн.}$$

Сировина для отримання біогазу - це гній ВРХ, яка утримується в с/г господарстві. Біошлам, отриманий в результаті переробки, використовують як органічне добриво на полях, отже витрати на закупівлю сировини відсутні.

Таким чином собівартість отриманого біогазу по формулі (5.3) дорівнюватиме:

$$C = 72398 + 14480 + 27942 + 305640 = 420460 \text{ грн.,}$$

а приведені затрати за формулою (4.1):

$$Z_n = 420460 + 0,15 \cdot 1447970 = 623176 \text{ грн.}$$

Згідно з результатами експериментальних досліджень, середній вихід біогазу при квазібезперервній системі завантаження при метановому зброджуванні гною

ВРХ за температури бродіння 40°C становить 0,71 л/(год·кг СОР).

Годинний вихід біогазу з кілограма субстрату при коефіцієнті перерахунку виходу біогазу з розмірності л/(год·кг СОР) в розмірність л/(год·кг) – 0,68 кг/кг

СОР становить $0,71/0,68=1,044$ л/(год·кг). За добу вихід біогазу буде становити

$1,044 \cdot 24=25$ л/кг, або $0,936/1000=0,025$ м³/кг.

При добовому завантаженні гною ВРХ в метантенк 6050 кг/добу вихід біогазу становитиме $0,025 \cdot 6050=151$ м³/добу, або при річному часі роботи метантенка

350 діб: $151 \cdot 350=52938$ м³/рік.

Отриманий біогаз буде спалюватися в когенераційній установці. Як результат - 50% енергії буде використана для отримання електроенергії, яку продадуть за "зеленим" тарифом, а решта 50% буде використана для отримання теплової енергії, котра піде на забезпечення побутових потреб та для забезпечення теплового режиму біореактора.

Для отримання електричної енергії використовується біогазу $52938/2=26469$ м³/рік.

Згорання біогазу виробляє електричну енергію, яку продають за особливим "зеленим" тарифом. Зелений тариф – це спеціальна програма, спрямована на заохочення виробників генерувати електроенергію шляхом відновлюваної енергетики. Користування зеленим тарифом включає зазвичай користування наступними інструментами:

- гарантоване користування енергомережами;
- тривалі контракти з придбання електричної енергії;
- гарантування відносно високої закупівельної вартості, яка враховуватиме ціну відновлюваних джерел отримання енергії.

Держава зазвичай зобов'язує регіональних та національних енергопостачальників купувати електроенергію, яка отримана із поновлюваних джерел. Багато зарубіжних країн гарантує купівлю електроенергії, яка вироблена з поновлюваних джерел, в умовах довготермінових (15-25 років) контрактів [6].

Показник теплової цінності біогазу – 23,79 МДж/м³. Враховуючи цю величину, вироблена від спалювання біологічного газу електрична енергія становитиме $26469 \cdot 23,79 = 629692$ МДж/рік, або $629692 \cdot 0,278 = 175054$ кВт·год/рік.

Для електричної енергії, виробленої з біогазу величина "зеленого" тарифу з 1 січня 2020 р. до 31 грудня 2024 р. дорівнює 539,20 коп./кВт·год. [6].

Розмір прибутку, отриманого за рік в результаті реалізації електроенергії за вартістю "зеленого" тарифу розраховується по формулі:

$$\Gamma = T_z \cdot E_e, \quad (5.8)$$

де Γ – кошти, отримані за рік продажу електроенергії за вартістю "зеленого" тарифу, грн./рік; E_e – обсяг виробленої з біогазу електричної енергії, кВт·год./рік.

Розмір прибутку, отриманого за рік в результаті реалізації електроенергії, розрахований по формулі (4.8), дорівнює:

$$\Gamma = 5,392 \cdot 175054 = 943893 \text{ грн./рік.}$$

Величина прибутку від реалізації отриманої з біогазу електроенергії отримуємо з виразу:

$$\Pi = \Gamma - C, \quad (5.9)$$

і дорівнює:

$$\Pi = 943893 - 420460 = 523433 \text{ грн.}$$

Час окупності інвестицій в реконструкцію існуючого обладнання вираховуємо по формулі:

$$P = \frac{K}{\Pi}, \quad (5.10)$$

де P – час окупності, р.

Час окупності інвестицій в будівництво установки БГУ100 для отримання біогазу становить:

$$P = \frac{1447970}{523433} = 2,77 \text{ років.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності від впровадження установки БГУ100 для виробництва біогазу наведені в табл. 5.1.

НУБІП України

Таблиця 5.1

Результати розрахунків економічної ефективності від впровадження біогазової установки БГУ 100

№	Показник	Значення
1	2	3
1	Величина загальних капіталовкладень, грн.	1469424
2	Величина затрат на амортизацію, грн.	72398
3	Величина затрат на проведення ремонту, грн.	14480
4	Величина затрат на електроенергію, грн.	27942
5	Величина затрат на оплату праці, грн.	305640
6	Величина затрат на сировину, грн.	-
7	Обсяг біогазу на використання, м ³ /рік	52938
8	Собівартість отримання біогазу, грн.	420 460
9	"Зелений" тариф електроенергії, що виробляється із біогазу, грн./кВт·год	5,392
10	Кошти від реалізації електроенергії за "зеленим" тарифом за рік, грн./рік	943893
11	Прибуток від реалізації електроенергії, що виробляється із біогазу, грн./рік	523433
12	Час окупності інвестицій, р.	2,77

Висновки до розділу 5

Впровадження біогазової установки БГУ 100 в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл. дозволяє отримати річний прибуток 523433 грн. Термін окупності інвестицій при цьому становить 2,77 роки.

ВИСНОВКИ

1. Біогаз виробляється в процесі метанового бродіння симбіозом метаноутворюючих бактерій. Процес метанового бродіння складається з чотирьох етапів, при цьому відходи життєдіяльності бактерій, які задіяні в попередньому етапі, є поживним середовищем для бактерій наступного етапу.

2. Метанове бродіння субстрату з виробництвом біогазу відбувається в біогазовій установці, яка складається з метантенка, газгольдера, системи підготовки біомаси, системи дозування і завантажування субстрату, системи очищення біогазу, когенераційної установки.

3. Зброджування гною ВРХ з отриманням біогазу від стада в 100 голів в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл. повинне здійснюватись в метантенку об'ємом 100 м³. Для цього приймаємо біогазову установку БГУ-100 у складі двох метантенків об'ємом по 50 м³ з удосконаленою системою перемішування заглибленою пропелерною мішалкою Wilo-EMUTR39.95-6/8 без редуктора діаметром 360 мм, що може переміщатись по висоті метантенка. Мішалки має частота обертання вала 915 об/хв. при потужності 1,4 кВт.

4. Середній вихід біогазу при квазібезперервній системі завантаження при метановому зброджуванні гною ВРХ за температури бродіння 40°C становить 0,71 л/(год·кг СОР).

5. Впровадження біогазової установки БГУ 100 в ФГ "Межирічка" Радомишльського р-ну Житомирської обл. дозволяє отримати річний прибуток 523433 грн. Термін окупності інвестицій при цьому становить 2,77 роки.

6. Небезпечними факторами, які можуть виникнути під час експлуатації та обслуговування біогазових установок, вважаються отруйні властивості сірководню, небезпека вибуху метану, які містить біогаз, можливість виникнення надлишкового тиску, присутність у гноївці і, відповідно, у субстраті небезпечних мікроорганізмів та яєць гельмінтів, небезпека падіння з висоти, небезпека ураження електричним струмом, тощо.

7. Заходи з запобігання небезпечним ситуаціям під час обслуговування біогазової установки наступні: організація навчання персоналу по обслуговуванню апаратів, працюючих під тиском, заземлення електрообладнання з величиною опору не більшою 4 Ом, для виявлення метану та сірководню використання сигналізатора, забезпечення працюючих ЗІЗ, перевірка стану ізоляції електричної проводки, використання факельної аварійної установки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. БГУ для фермерских хозяйств. Материалы из сайта Экотенк [Электронный ресурс]. URL: <http://ekotenk.com.ua/products/prod4/> (дата обращения: 25.09.2021).

2. Васильев В. А., Филиппова Н. В. Справочник по органическим удобрениям: справочное издание. М.: Росагропромиздат, 1988. 258 с.

3. Веденев А. Г., Веденева Т. А. Биогазовые технологии в Кыргызской республике. Бишкек: Типография Евро, 2006. 90 с.

4. Горная энциклопедия: [в 5 т.]. Гл. ред.: Е. А. Козловский; Ред. кол. М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др. Москва: Советская энциклопедия, 1989. Т. 4. 623 с.

5. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 (ч. 4). Машини для захисту рослин від шкідників і хвороб: навч. посібник. Харків: Око, 2002. 384 с.

6. Зеленый тариф. Матеріали із сайту Вікіпедія [Електронний ресурс]. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84> (дата звернення: 10.10.2021).

7. Калмыкова Ю., Герман А., Жирков В. Основы производства биогаза. ЭСКО. 2010. №12. С. 24-31.

8. Лащинский А. А., Толчинский А. Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник. Ленинград: Машиностроение, 1970. 752 с.

9. Маринченко В. А., Метюшев Б. Д., Швец В. Н. Технология спирта. Под ред. В. А. Смирнова. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 416 с.

10. Межирічка. Матеріали із сайту Youcontrol [Електронний ресурс]. URL: https://youcontrol.com.ua/ru/catalog/company_details/30617737/ (дата звернення: 16.09.2021).

11. Мельник В. І., Ревенко Ю. І., Карабиньош С. С. Амортизація основних засобів: метод. вказівки до виконання лаб. Робіт. Київ: Тонар, 2012. 26 с.

12. Мельничук М. Д., Дубровін В. О., Мироненко В. Г., Григорюк І. П., Поліщук В. М., Голуб Г. А., Таргоня В. С., Драгнев С. В., Свистунова І. В., Кухарець С. М.

Альтернативна енергетика: навч. посібник. Київ: Аграр Медіа Груп, 2011. 612 с.

13. Метод розрахунку періоду окупності інвестицій. Матеріали із сайту Навчальні матеріали онлайн [Електронний ресурс]. URL:

https://pidru4niki.com/11650503/ekonomika/metod_rozrahunku_periodu_okupnosti_investitsiy (дата звернення: 15.10.2021).

14. Методика (основное положение) определения экономической эффективности использования новой техники, рационализаторских предложений и изобретений в народном хозяйстве: утверждена постановлением Гос. комитета Совета Министров СССР по науке и технике от 14.02.1977 г. № 4816/13/3.

15. Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений. Матеріали із сайту Финансовый портал BankExplorer [Электронный ресурс]. URL: <https://bank-explorer.ru/finansy/normativnyj-koefficient-effektivnosti-kapitalnyx-vlozhenij.html> (дата обращения: 13.10.2021).

16. Оборудование для очистки воды. Погружные мешалки Wilo: каталог. Wilo. 232 с.

17. Обслуживание. Матеріали із сайту Флюид [Электронный ресурс]. URL: http://www.fluid-biogas.com/?page_id=161 (дата обращения: 22.09.2021).

18. Оклади за ЄТС у 2021 році. Матеріали із сайту Бухгалтер бюджетної установи [Електронний ресурс]. URL: <https://buhgalter.com.ua/news/trudovivdnosini/okladi-za-yets-u-2021-rotsi/> (дата звернення: 11.10.2021).

19. Погружная мешалка Suma Optimix 3G (Биогаз). Матеріали із сайту Prom [Электронный ресурс]. URL: <https://prom.ua/p1011088071-pogruzhnaya-meshalka-suma.html> (дата обращения: 02.10.2021).

20. Погружные мешалки типа RW: [Каталог]. – ABS. – 9 с.

21. Поліщук В. М., Дубровін В. О., Драгнев С. В., Лободко М. М., Дубровіна О. В. Процеси і апарати біотехнологічних виробництв. Частина 2. Визначення виходу гнійової біомаси при утриманні худоби і птиці: методичні вказівки до вик. лаб. робіт. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 20 с.

22. Поліщук В. М., Дубровін В. О., Драгнев С. В., Лободко М. М., Дубровіна О.

В. Процеси і апарати біотехнологічних виробництв. Частина 3. Розрахунок якісних показників сировини для виробництва біогазу. методичні вказівки до вик. лаб. робіт. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 24 с.

23. Поліщук В. М., Дубровін В. О., Драгнев Є. В., Лободко М. М., Дубровіна О.

В. Процеси і апарати біотехнологічних виробництв. Частина 4. Визначення основних параметрів біогазової установки. методичні вказівки до вик. лаб. робіт. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 24 с.

24. Поліщук В. М., Дубровін В. О., Лободко М. М., Тарасенко С. Є., Драгнев

С. В. Інженерія систем природокористування. Частина 3. Конструкційно-технологічний розрахунок метантенка: методичні вказівки до вик. лаб. робіт. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 88 с.

25. Правила безпеки. Матеріали із сайту Флюїд [Електронний ресурс]. URL: http://www.fluid-biogas.com/?page_id=159 (дата звернення: 22.09.2021).

26. Про затвердження положення про порядок визначення амортизації та віднесення амортизаційних відрахувань на витрати виробництва (обігу). Постанова Кабінету Міністрів України №1075 від 6.09.1996 р.

27. Расчет зарплаты в Украине. Матеріали із сайту SmartFin [Електронний ресурс]. URL: <https://prom.ua/p1011088071-poguzhnaaya-meshalka-suma.html> (дата звернення: 14.10.2021).

28. Тарифи АТ «Житомиробленерго» на послуги з розподілу електричної енергії. Матеріали із сайту АТ «Житомиробленерго» [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ztoe.com.ua/tariff.php> (дата звернення: 23.10.2021).

29. ФГ «Межирічка». Матеріали із сайту Kurkul [Електронний ресурс]. URL: <https://kurkul.com/karta-kurkuliv/10104-fg-mejirichka> (дата звернення: 16.09.2021).

30. Шворов С.А., Поліщук В.М., Ільтьо В.В. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів мішалок метантенка біогазової установки. *Енергетика і автоматика*. 2018. №3. С. 61-74. URL: <http://journals.nabir.edu.ua/index.php/Energiva/article/view/10900> (дата звернення:

14.09.2018). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/energiva2018.03.061>

31. Штербачек З., Тауск П. Перемещение в химической промышленности. Пер. с чешск. под ред. И. С. Павлушенко. Ленинград. ГИТИ химической литературы, 1963. 416 с.

32. Эдер Б., Шульц Х. Биогазовые установки: практическое пособие. Москва: Колос, 2006. 240 с.

33. Поліщук В. М., Войтюк В. Д. Процеси машини та обладнання виробництва твердих і рідких біопалив: монографія. К.: НУБіП України, 2018. 588 с.

34. Поліщук В. М., Войтюк В. Д., Тарасенко С.Є. Процеси, системи та обладнання для виробництва біопалива: монографія. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 548 с.

35. Поліщук В. М. Процеси та обладнання біотехнологічного виробництва газових біопалив: навч. посібник. К.: НУБіП України, 2015. 244 с.

36. Поліщук В. М., Тарасенко С.Є. Біопалива. Виробництво і використання. Ч. 2. Біогаз і біоводень: навч. посібник. К.: Компринт, 2018. 416 с.

37. Поліщук В. М., Шворов С. А., Войтюк В. Д., Мірошник В. О. Процеси, системи та обладнання виробництва біогазу: монографія. К.: НУБіП України, 2019. 556 с.

38. Polishchuk V.M., Shvorov S.A., Krusir G.W., Davidenko T.S. Increase of the Biogas Output during Fermentation of Manure of Cattle with Winemaking Waste in Biogas Plants. *Problemele Energeticii regionale*. 2020. Vol. 2, Iss. 46. P. 123–134. doi: 10.5281/zenodo.3898326. URL:

https://journal.ie.asm.md/assets/files/11_02_46_2020.pdf

39. Polishchuk V.M., Shvorov S.A., Zablodskiy M.M., Kucheneruk P.P., Davidenko T.S., Dvornyk Ye.O. Effectiveness of Adding Extruded Wheat Straw to Poultry Manure to Increase the Rate of Biogas Yield. *Problemele Energeticii regionale*. 2021. Vol. 3, Iss.

51. P. 11–124. doi: 10.52254/1857-0070.2021.3.51.10. URL:

https://journal.ie.asm.md/assets/files/10_03_51_2021.pdf

40. Vis-a-vis з Миколою Бойченком. Про безцінність грошей та цінність задоволення від роботи. Матеріали із сайту ВФК/Волинська фондова біржа [Електронний ресурс]. URL:

https://vfc.com.ua/news/articles/vislalvis_z_mikoloju_bojchenkoml_pro_bezcinnist_grošej_ta_cinnist_zadovolennja_vid_roboti.html (дата звернення: 16.09.2021).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП **ДОДАТКИ** України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Додаток А

НУБІП України

Результати експериментальних досліджень виходу біогазу при метановому збро-
джуванні гною ВРХ за температури бродіння 40°C

Таблиця А.1

Перша повторність

Доба	Час, год.		Висота підняття циліндру, см	Об'єм біогазу,				
	зняття показника	бродіння		см ³	см ³ /год.	см ³ /год. · кг СОР	л/год. · кг СОР	л/ кг СОР
0	10	-	-	0	0	0	0	-
1	9,5	23,5	16,3	204	8,69	188	0,188	4,42
2	10	24,5	26,3	330	13,46	291	0,291	7,14
3	10,5	24,5	31,3	393	16,02	347	0,347	8,50
4	10,5	24	33,8	424	17,66	382	0,382	9,18
5	10	23,5	33,8	424	18,04	390	0,390	9,18
6	9,5	23,5	36,3	455	19,37	419	0,419	9,85
7	10	24,5	36,3	455	18,58	402	0,402	9,85
8	10	48	66,3	832	17,34	375	0,375	18,01
9	11,5	49,5	61,3	769	15,54	336	0,336	16,65
10	10	22,5	23,8	298	13,26	287	0,287	6,46
11	10	48	37,5	471	9,81	212	0,212	40,19
12	10	48	35,0	440	9,16	198	0,198	9,52
13	10	24	13,8	173	7,20	156	0,156	3,74

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця А.2

Друга повторність

Доба	Час, год.		Висота підняття циліндру, см	Об'єм біогазу,				
	зняття показника	бродіння		см ³	см ³ /год.	см ³ /год. · кг СОР	л/год. · кг СОР	л/ кг СОР
0	13			0	0	0	0	0
1	11,5	22,5	22,5	283	12,56	272	0,272	6,12
2	10,5	23,0	55,0	691	30,03	650	0,650	14,95
3	10,0	23,5	62,5	785	33,40	723	0,723	16,99
4	12,0	26,0	72,5	911	35,02	758	0,758	19,71
5	9,0	21,0	50,0	628	29,90	647	0,647	13,59
6	10,0	25,0	51,3	644	25,75	557	0,557	13,93
7	12,0	26,0	47,5	597	22,95	497	0,497	12,91
8	10,0	46,0	66,3	832	18,09	392	0,392	18,01
9	13,0	51,0	67,5	848	16,62	360	0,360	18,35
10	10,0	21,0	31,3	393	18,69	405	0,405	8,50
11	14,0	28,0	41,3	518	18,50	401	0,401	11,21
12	13,5	23,5	35,0	440	18,71	405	0,405	9,52
13	11,0	21,5	31,3	393	18,26	395	0,395	8,50
14	12,5	25,5	38,8	487	19,09	413	0,413	10,53
15	13,0	24,5	35,0	440	17,94	388	0,388	9,52

Таблиця А.3

Третя повторність

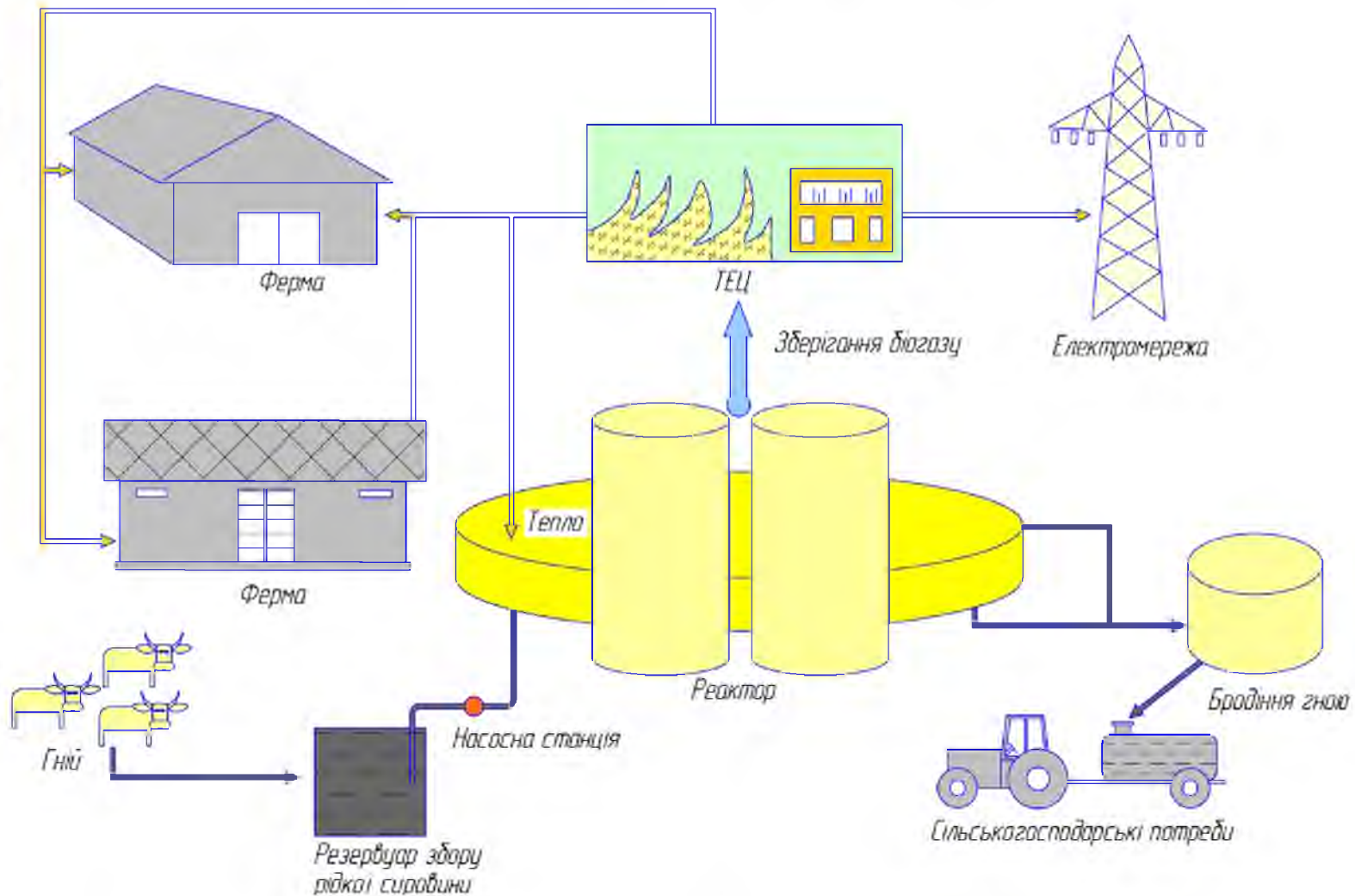
Доба	Час, год.		Висота підняття циліндру, см	Об'єм біогазу,				
	зняття показника	бродіння		см ³	см ³ /год.	см ³ /год. · кг СОР	л/год. · кг СОР	л/кг СОР
0	14	-	-	0	0	0	0	0
1	20,0	30,0	60,0	754	25,12	544	0,544	16,31
2	13,0	17,0	47,5	597	35,09	760	0,760	12,91
3	12,5	23,5	80,0	1005	42,76	925	0,925	21,75
4	12,0	23,5	80,0	1005	42,76	925	0,925	21,75
5	14,0	26,0	83,8	1052	40,46	876	0,876	22,77
6	13,5	23,5	73,8	926	39,42	853	0,853	20,05
7	12,0	22,5	67,5	848	37,68	816	0,816	18,35
8	17,0	29,0	83,8	1052	36,27	785	0,785	22,77
9	13,5	20,5	56,3	707	34,46	746	0,746	15,29
10	12,5	23,0	58,8	758	32,08	694	0,694	15,97
11	18,5	30,0	68,8	864	28,78	623	0,623	18,69
12	13,0	18,5	40,0	502	27,16	588	0,588	10,87
13	11,0	22,0	45,0	565	25,69	556	0,556	12,23
14	12,0	25,0	47,5	597	23,86	517	0,517	12,91
15	19,0	31,0	53,8	675	21,78	471	0,471	14,61
16	15,0	20,0	32,5	408	20,41	442	0,442	8,84
17	12,0	21,0	27,5	345	16,45	356	0,356	7,48

НУБІП

Додаток Б

Креслення складових частин біогазової установки

Технологічна схема виробництва і використання біогазу



НУ

НУ

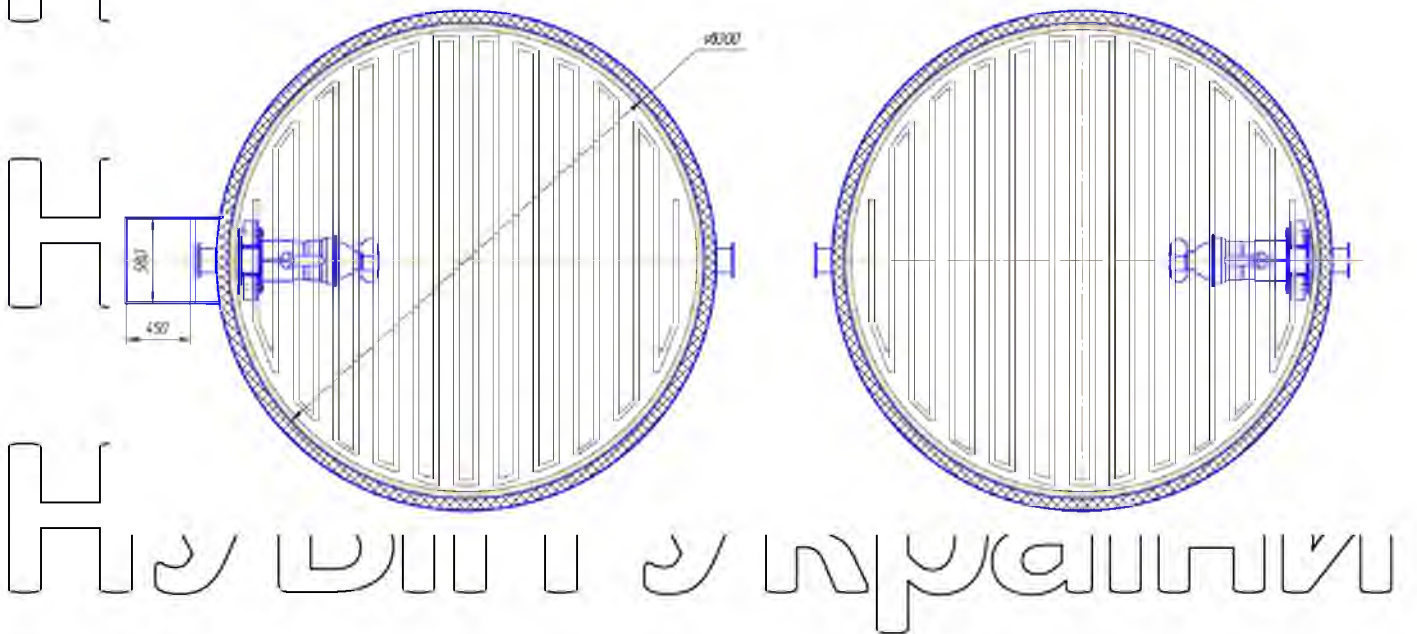
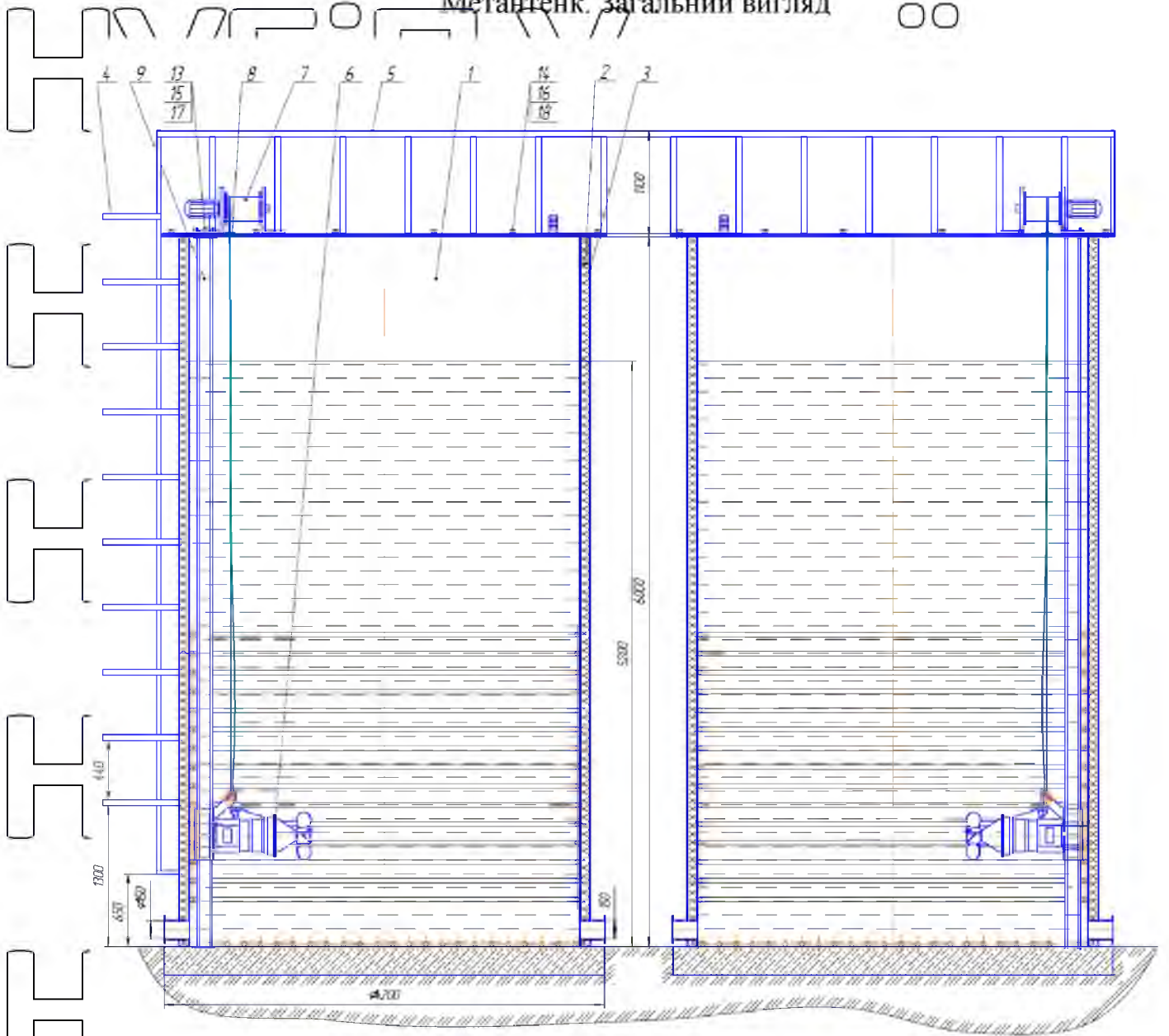
НУ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

00

Метантенк. Загальний вигляд

00

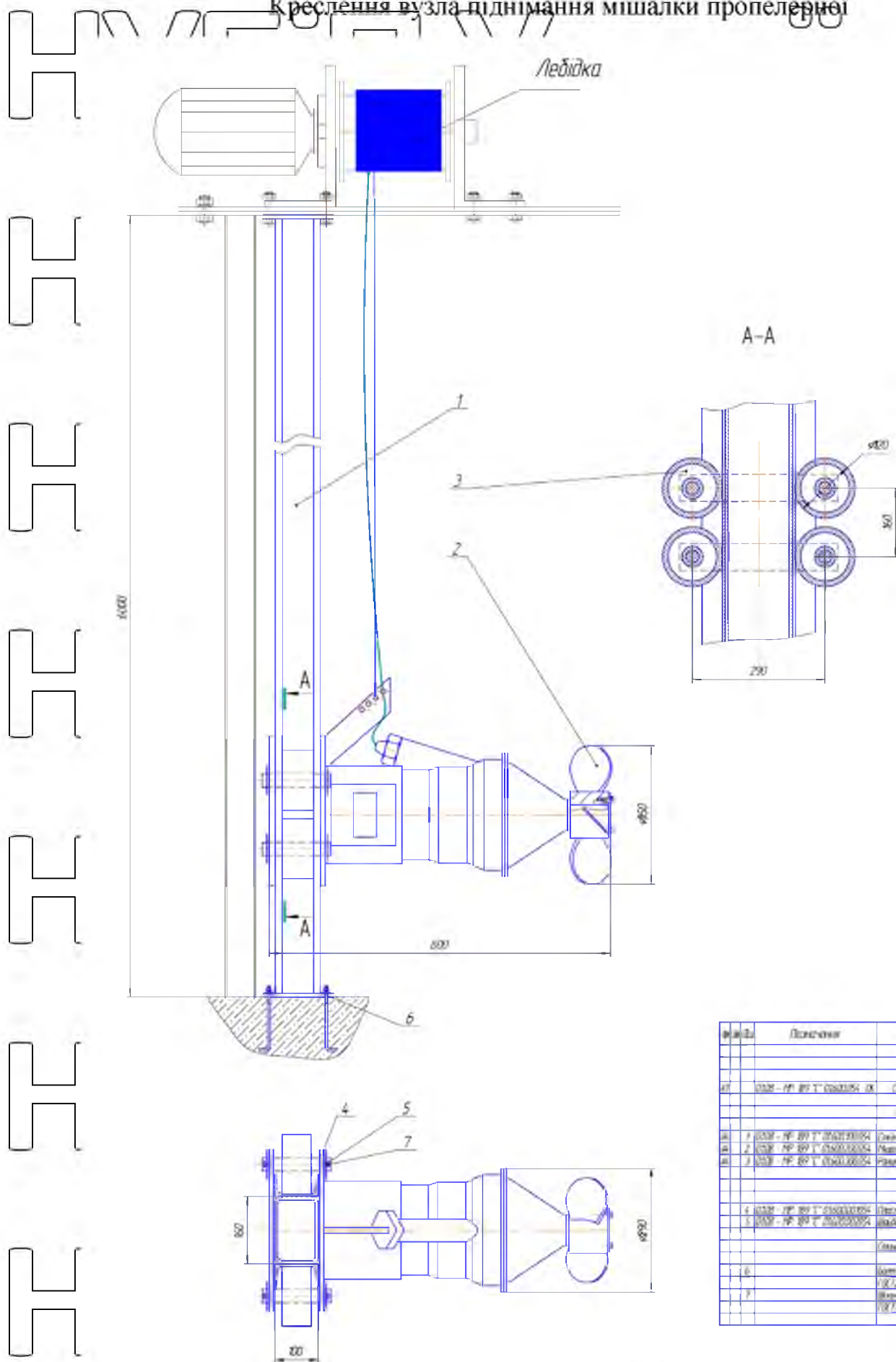


Формат Зона	Гвз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			Документація		
A1		01.08 - МР. 189 "С" 01.000.054 ЗВ	Загальний вигляд		
			Окладальні одиниці		
A4	1	01.08 - МР. 189 "С" 01.100.054	Корпус метантенку	2	
A4	2	01.08 - МР. 189 "С" 01.200.054	Утеплююче покриття	2	
A4	3	01.08 - МР. 189 "С" 01.300.054	Металопрофільне покриття	2	
A4	4	01.08 - МР. 189 "С" 01.400.054	Драбинка	2	
A4	5	01.08 - МР. 189 "С" 01.500.054	Сгорожа	2	
A4	6	01.08 - МР. 189 "С" 01.600.054	Мішалка пропелерна	2	
A4	7	01.08 - МР. 189 "С" 01.700.054	Лебідка	2	
A4	8	01.08 - МР. 189 "С" 01.800.054	Сальник	2	
A4	9	01.08 - МР. 189 "С" 01.900.054	Кронштейн переміщення мішалки	2	
			Стандартні вироби		
	13		Болт М16х50.48.016 ГОСТ 7798-70	4	
	14		Болт М20х30.48.016 ГОСТ 7798-70	12	
	15		Гайка М16.20.016 ГОСТ 5915-70	4	
	16		Гайка М20.20.016 ГОСТ 5915-70	12	
	17		Шайба 16 65Г.019 ГОСТ 6402-70	4	
	18		Шайба 16 65Г.019 ГОСТ 6402-70	12	
		01.08 - МР. 189 "С" 01.000.054			
Изм.	Лист	№ докум.	Гвдл.	Дата	
Разраб.	Сарган				
Пров.	Гбліщук				
Нконтр.	Єременко				
Утв.					
Метантенки			біогазової установки		
			НУБіП України		

Копіював

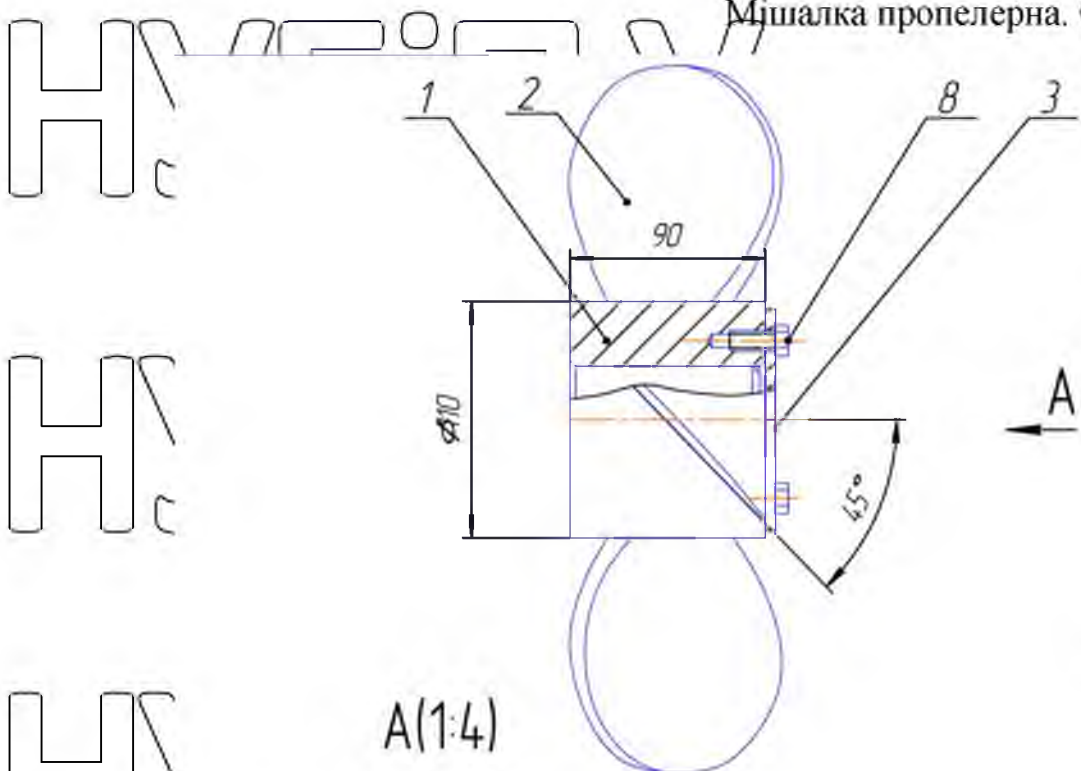
Формат А4

Креслення вузла піднімання мішалки пропелерної



№ з/п	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		Зауваження		
01	0120 - NP 89 T 01000004 0K	Система управління		
		Зауваження		
01	1 0120 - NP 89 T 01000004	Система	1	
01	2 0120 - NP 89 T 01000004	Мотор	1	
01	3 0120 - NP 89 T 01000004	Система АІВ	4	
		Деталі		
	4 0120 - NP 89 T 01000004	Підвіска	2	
	5 0120 - NP 89 T 01000004	Підвіска	4	
		Система АІВ		
	6	Система АІВ		
	7	Система АІВ	4	
		Система АІВ		

Мішалка пропелерна. Складальне креслення



A(1:4)



№	№	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			0108 - МР. 189 °С 01600.200.054СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
A4	1		0108 - МР. 189 °С 01600.201.054	Моточина	1	
A4	2		0108 - МР. 189 °С 01600.202.054	Лопать	3	
A4	3		0108 - МР. 189 °С 01600.203.054	Шайба	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
	6		Гвинт М 1201019 ГОСТ 18123-82		1	
	7		Гайка М12.5016 ГОСТ 5915-70		1	
	8		Болт М8х30 4.8. 016 ГОСТ 7798-70		4	
	9		Шпилька 18х18х80 ГОСТ 23360-78		1	

*Результати визначення економічної ефективності
впровадження біогазової установки БГУ 100*

<i>№</i>	<i>Показник</i>	<i>Значення</i>
1	<i>Загальні капіталовкладення, грн.</i>	1469424
2	<i>Затрати на амортизацію, грн.</i>	72398
3	<i>Затрати на ремонт, грн.</i>	14480
4	<i>Затрати на електроенергію, грн.</i>	27942
5	<i>Затрати на оплату праці, грн.</i>	1305640
6	<i>Затрати на сировину, грн.</i>	-
7	<i>Об'єм біогазу на використання, м³/рік</i>	52938
8	<i>Собівартість виробництва біогазу, грн.</i>	420460
9	<i>"Зелений" тариф для електроенергії, виробленої із біогазу, грн./кВт.год</i>	5,392
10	<i>Річні грошові надходження від продажу електроенергії, виробленої за "Зеленим" тарифом, грн./рік</i>	943893
11	<i>Прибуток від продажу електроенергії, виробленої із біогазу, грн./рік</i>	523433
12	<i>Термін окупності інвестиції, років</i>	2,77

НУБІП України

НУБІП України