

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

ЗАКОНОДАВСТВО, ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ТА ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для
здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

спеціальності 208 "Агроінженерія"
освітньо-професійна програма "Агроінженерія"

Ухвалено
на засіданні кафедри
сільськогосподарського
машинобудування.
Протокол № 15 від 24 червня 2024 р.

м. Кропивницький
2024

Законодавство, охорона праці в галузі та інженерна екологія: методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів другого (магістерського) ступеня вищої освіти спеціальності 208 – "Агроінженерія" освітньо-професійна програма "Агроінженерія / [уклад.: П.Г. Лузан, В.В. Амосов, О.Р. Лузан]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024.– 48 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доцент П.Г. Лузан,
канд. техн. наук, доцент В.В. Амосов,
канд. техн. наук, ст. викл. О.Р. Лузан

Рецензенти: канд. техн. наук, доцент Лещенко С.М.
канд. техн. наук, доцент Петренко Д.І.

ПЕРЕДМОВА

Метою вивчення навчальної дисципліни «Законодавство, охорона праці в галузі та інженерна екологія» є формування знань та вмінь щодо практики використання законодавчих вимог у сфері аграрного виробництва, у сфері стану і проблем охорони праці в галузі згідно з законодавчими нормативно-правовими актами України, формування навичок з нормалізації стану навколишнього середовища в зоні впливу агропідприємств для забезпечення збалансованого природокористування, екологічно орієнтованої діяльності, ефективного впровадження природоохоронних і ресурсозберігаючих заходів.

Завдання вивчення дисципліни:

- надання здобувачам вищої освіти основних категорій аграрного права, змісту аграрних правовідносин та закономірностей їх розвитку, напрямків їх правового регулювання, набуття навичок роботи з нормативними актами, вміння вирішувати практичні питання і ситуації у сфері правового регулювання аграрних правовідносин;
- забезпечення гарантії збереження здоров'я і працездатності працівників у виробничих умовах через ефективне управління охороною праці, формування відповідальності у посадових осіб і фахівців за колективну та власну безпеку;
- вивчення системи інженерно-технічних заходів, спрямованих на збереження належної якості навколишнього середовища в умовах зростання обсягів промислового виробництва.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ПРАВОВЕ СТАНОВИЩЕ СУБ'ЄКТІВ АГРАРНОГО ПРАВА

Мета роботи – здобуття здобувачем вищої освіти теоретичних знань щодо поняття, класифікації та особливостей правового статусу суб'єктів аграрного права.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен знати, розуміти і застосовувати норми законодавства, що стосуються професійної діяльності (ПРН 3).

Порядок виконання роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Розглянути і вирішити практичні завдання 1-4. Для чого група здобувачів вищої освіти розбивається на 4-ри підгрупи, де кожна з підгруп готує одне із практичних завдань.
3. Відповісти на контрольні запитання.

Методичні рекомендації до виконання роботи

При характеристиці суб'єктів аграрного права необхідно розглянути засвоїти поняття, класифікацію та особливості суб'єктів аграрного права, об'єктну та суб'єктну частини понять «суб'єкт права», «юридична особа» (суб'єкт приватного та публічного права), «підприємство».

Важливо розкрити та розмежовувати поняття «сільськогосподарський товаровиробник», «сільськогосподарське підприємство» та «платник фіксованого сільськогосподарського податку».

Особливу увагу слід приділити визначенню правосуб'єктності приватних юридичних осіб – аграрних підприємців кооперативного і корпоративного типів, порядок їх створення, державна реєстрація, здійснення ними господарської діяльності, а також реорганізації та ліквідації.

Опрацювання кожного практичного завдання, що виносяться на розгляд до практичного заняття, відбувається під час самостійної роботи над освоєнням матеріалу.

На занятті після розгляду кожного з практичних завдань відбувається обговорення, пов'язаної з ними проблематики. На основі чого виконується оцінка рівня знань доповідача та слухачів, що прийняли участь в обговоренні запропонованого питання.

Контроль рівня знань з питань, винесених на розгляд практичного заняття, набутих під час підготовки та вивчення відбувається у відповідності до способів та критеріїв оцінювання, наведених у робочій навчальній програмі.

Практичні завдання

Завдання №1. Водій державного сільськогосподарського підприємства «Вікторія» Іван СИДОРОВ вирішив створити фермерське господарство, тому подав заяву директорові державного сільськогосподарського підприємства з проханням звільнити його з роботи та надати 20 га землі для ведення фермерського господарства. Директор сказав, що земля може бути надана Івану СИДОРОВУ в разі, якщо він залишиться на роботі в державному сільськогосподарському підприємстві.

Чи законна вимога директора державного сільськогосподарського підприємства?

Який порядок створення фермерського господарства та надання земель для цієї діяльності?

Завдання №2. Правління виробничого сільськогосподарського кооперативу згідно заяви Миколи КОЛЕСНИКА про прийняття його в члени кооперативу прийняло таке рішення:

- ✓ прийняти Миколу КОЛЕСНИКА в члени кооперативу разом з його дружиною та повнолітнім сином;
- ✓ зобов'язати Миколу КОЛЕСНИКА внести пайовий та надпайовий внески, усупільнити власну продуктивну худобу та сільськогосподарський інвентар.

Чи правомірне рішення Правління кооперативу?

Які умови прийому осіб в члени сільськогосподарських кооперативів?

Завдання №3. Сільськогосподарському кооперативу «Дніпро» державний реєстратор відмовив у державній реєстрації. Головним мотивом відмови було те, що на території району вже діє кілька кооперативів подібного профілю, а створення ще одного є недоцільним. Представники кооперативу звернулися до суду.

Яке рішення повинен прийняти суд?

За яких мотивів може бути відмовлено в державній реєстрації суб'єкта аграрного права?

Який порядок реєстрації сільськогосподарських кооперативів?

Які види сільськогосподарських кооперативів передбачені чинним законодавством?

Завдання №4. Виробничий сільськогосподарський кооператив та державне сільськогосподарське підприємство вирішили створити міжгосподарський консервний завод і звернулися за юридичною консультацією до приватного адвоката за роз'ясненням, на підставі якого законодавства слід вирішити ситуацію, що склалася.

Чи правомірне таке рішення?

Яке чинне законодавство регулює вказані правовідносини?

Який правовий статус міжгосподарських сільськогосподарських підприємств?

Контрольні запитання

1. Поняття, характеристика та види юридичних осіб.
2. Характеристика понять «сільськогосподарський товаровиробник», «сільськогосподарське підприємство» та «платник фіксованого сільськогосподарського податку».
3. Правосуб'єктність суб'єктів аграрного права.
4. Класифікація суб'єктів аграрного права за формами власності та господарювання.
5. Особливості формування і використання майна, органів управління та здійснення господарської діяльності суб'єктами аграрного права.
6. Особливості державної реєстрації суб'єктів аграрного права.
7. Правові засади здійснення господарської, фінансово-економічної та іншої діяльності суб'єктами аграрного права.
8. Особливості реорганізації та ліквідації суб'єктів аграрного права. Визнання аграрного товаровиробника банкрутом.
9. Характеристика сільськогосподарських товаровиробників як суб'єктів аграрного права: їх види та правосуб'єктність.
10. Державна реєстрація як юридичний факт визнання аграрного товаровиробника.
11. Статутна правосуб'єктність сільськогосподарських товариств, сільськогосподарських кооперативів, фермерських господарств, державних та орендних сільськогосподарських підприємств.
12. Реорганізація сільськогосподарських утворень, ліквідація та банкрутство як способи припинення діяльності юридичної особи.

Література [1-4].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ АГРАРНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

Мета роботи – набуття здобувачем вищої освіти теоретичних знань щодо поняття та правової характеристики цивільно-правової, адміністративно-правової, кримінальної та дисциплінарної відповідальності в АПК.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен знати, розуміти і застосовувати норми законодавства, що стосуються професійної діяльності (ПРН 3).

Порядок виконання роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Розглянути і вирішити практичні завдання 1-4. Для чого група здобувачів вищої освіти розбивається на 4-ри підгрупи, де кожна з підгруп готує одне із практичних завдань.
3. Відповісти на контрольні запитання.

Методичні рекомендації до виконання роботи

При визначенні поняття юридичної відповідальності слід звернути увагу на існуючі в науці підходи до визначення поняття «юридична відповідальність». Досліджуючи це поняття, потрібно виходити з того, що вона розглядається в двох аспектах – позитивному та негативному. Доцільно виділити і дати характеристику основним ознакам відповідальності в АПК.

При визначенні видів юридичної відповідальності в АПК необхідно дати правову характеристику цивільно-правової, адміністративно-правової, кримінальної та дисциплінарної відповідальності в АПК, розкрити підстави застосування матеріальної відповідальності осіб, що працюють в аграрному секторі економіки, відшкодуванню втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва на підставі Земельного кодексу України.

У першу чергу слід звернути особливу увагу на застосування дисциплінарних стягнень за порушення трудової дисципліни (організації праці, порушення правил експлуатації сільськогосподарської техніки, правил внутрішнього розпорядку і охорони праці) членами і працівниками сільськогосподарських підприємств різних форм власності та господарювання.

Доречно розкрити склад правопорушень в сфері раціонального використання і охорони земельних, водних та інших природних

ресурсів, поводження з пестицидами та агрохімікатами тощо.

Опрацювання кожного практичного завдання, що виносяться на розгляд до практичного заняття, відбувається під час самостійної роботи над освоєнням матеріалу.

На занятті після розгляду кожного з практичних завдань відбувається обговорення, пов'язаної з ними проблематики. На основі чого виконується оцінка рівня знань доповідача та слухачів, що прийняли участь в обговоренні запропонованого питання.

Контроль рівня знань з питань, винесених на розгляд практичного заняття, набутих під час підготовки та вивчення відбувається у відповідності до способів та критеріїв оцінювання, наведених у робочій навчальній програмі.

Практичні завдання

Завдання №1. Тракторист сільськогосподарського підприємства «Нечаївське» самовільно взяв трактор сільськогосподарського підприємства 15 січня 2024 року, перебуваючи в нетверезому стані. На ньому він поїхав до сусіднього села. На тракторі, залишеному без нагляду, замерз двигун, що завдало шкоди сільськогосподарському підприємству.

Що має бути включено до суми завданої шкоди?

Яка юридична природа правовідносин щодо відшкодуванню збитків у даному випадку?

Нормами якого законодавства слід керуватися при визначенні суми завданих збитків?

Завдання №2. Директор державного сільськогосподарського підприємства «Веселий край» видав наказ, згідно з яким усі працівники дільничних бригад під час посівної кампанії повинні працювати по 12 годин на добу без вихідних днів, а за порушення цього наказу, винних притягатимуть до дисциплінарної та матеріальної відповідальності.

Чи законний наказ директора державного сільськогосподарського підприємства?

Які особливості регулювання робочого часу і часу відпочинку працівників державних сільськогосподарських підприємств?

Завдання №3. На території виробничого сільськогосподарського кооперативу «Мрія» від отруєння хімікатами, що були розкидані на полі перед сівбою, загинуло 25 диких качок, що перебували на водоймищі кооперативу під час їх міграції.

Які існують правові положення застосування отрутохімікатів у сільському господарстві, та який порядок контролю за їх застосуванням?

Яка відповідальність передбачена чинним законодавством за дане правопорушення?

Завдання №4. Фермер Іван СОКІЛ на належній йому земельній ділянці, яка засіяна гречкою проводив боротьбу із шкідниками за допомогою отрутохімікатів. Через деякий час до місцевого суду з позовом до фермера Івана СОКОЛА звернулись громадяни Петро СТУСЬ, Богдан БОНДАРЕНКО і Микола ВАРЕХА. Вони вказали, що вони є пасічниками і здійснюють свою діяльність в безпосередній близькості від земельної ділянки Івана СОКОЛА: Петро СТУСЬ – 4 км., Богдан БОНДАРЕНКО – 8 км і Микола ВАРЕХА – 11,5 км. Внаслідок обробки природного медоносу, яким є гречка, отрутохімікатами відбулася загибель всіх бджолиних сімей у Петра СТУСЯ і значної частини у Богдана БОНДАРЕНКА й Миколи ВАРЕХИ. Таким чином, Петро СТУСЬ, Богдан БОНДАРЕНКО і Микола ВАРЕХА зажадали відшкодування завданої майнової шкоди, включаючи не отримані прибутки за сезон.

Іван СОКІЛ відмовився відшкодувати спричинені збитки Богдану БОНДАРЕНКУ і Миколі ВАРЕСІ, тому що, за його думкою, вони живуть досить далеко і їхні бджоли не могли постраждати від обробки полів, та погодився добровільно відшкодувати затрати на придбання половини з загблих бджолиних сімей для Петра СТУСЯ. Після того, як всі пасічники продовжували настоювати на тому, що він повинен відшкодувати всі збитки, Іван СОКІЛ взагалі відмовився від відшкодування збитків вказавши, що обробка посівів гречки отрутохімікатами була проведена ним із дотриманням технологічних умов і він не має нести відповідальності за бджіл, які загинули.

Вирішить ситуацію, що склалася. Чи повинен Іван СОКІЛ відшкодувати завдані збитки, якщо так, то розкрийте порядок відшкодування шкоди?

Контрольні запитання

1. Загальна характеристика, поняття та зміст юридичної відповідальності в аграрному праві.
2. Особливості дисциплінарної відповідальності осіб, зайнятих у сільськогосподарському виробництві.
3. Кримінально-правова та адміністративно-правова відповідаль-

ність в аграрному праві.

4. Майнова відповідальність членів та працівників сільськогосподарських підприємств.

5. Місце і роль органів внутрішніх справ України в запобіганні та розкритті правопорушень в аграрному секторі економіки.

6. Правове забезпечення притягнення до юридичної відповідальності осіб за аграрні правопорушення.

7. Дисциплінарний проступок та правопорушення як підстави юридичної відповідальності в аграрному праві.

8. Особливості притягнення до матеріальної відповідальності на підставі кодексу законів про працю України та положень Статуту сільськогосподарського підприємства.

9. Роль органів внутрішніх справ України в забезпеченні законності та профілактики правопорушень в аграрному секторі економіки.

Література [1-4].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

АНАЛІЗ ТРАВМАТИЗМУ ТА СТАНУ УМОВ ПРАЦІ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Мета роботи – навчитись виконувати аналіз травматизму, професійних захворювань та стану умов праці на сільськогосподарському підприємстві.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен володіти комплексом необхідних гуманітарних, природничо-наукових та професійних знань, достатніх для досягнення інших результатів навчання, визначених освітньою програмою (ПРН 1).

Порядок виконання роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Розв'язати задачі відповідно до варіанту.
3. Відповісти на контрольні запитання.

Короткі теоретичні відомості

Аналіз травматизму і професійних захворювань виконують з метою визначення закономірності їх виникнення. Це, в свою чергу, дозволяє розробити заходи та засоби попередження травм і профзахворювань.

Причини виробничого травматизму поділяються на організаційні, технічні, психофізіологічні.

Організаційні причини – відсутність або неякісне проведення інструктажів і навчання, відсутність контролю, порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів, законодавства, невідповідності нормам освітлення, мікроклімату тощо.

Технічні причини – невідповідність до вимог охорони праці або несправність виробничого обладнання, інструменту і засобів захисту, конструктивні недоліки обладнання.

Психофізіологічні причини – помилкові дії внаслідок втоми людини через надмірну важкість і напруженість праці, монотонність праці, хворобливий стан людини, необережність.

Методи аналізу виробничого травматизму

Для аналізу виробничого травматизму і професійних захворювань застосовують наступні методи.

Статистичний метод, який ґрунтується на вивченні кількісної залежності нещасних випадків та професійних захворювань від впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на основі використання актів розслідування нещасних випадків, складених за формою Н-1.

При використанні даного методу визначають наступні показники.

Коефіцієнт частоти травматизму

$$K_{\text{ч}} = \frac{T \cdot 10^3}{N}, \quad (3.1)$$

де T – кількість травмованих за звітний період, осіб;
 N – середня чисельність працюючих у господарстві, осіб.

Коефіцієнт тяжкості травматизму

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T}, \quad (3.2)$$

де D – кількість днів непрацездатності за звітний період, дн.

Коефіцієнт частоти захворюваності

$$K_{\text{з}} = \frac{3 \cdot 100}{N}, \quad (3.3)$$

де 3 – кількість захворювань за звітний період, осіб.

Коефіцієнт тяжкості захворювань

$$K_{m.з.} = \frac{D_3}{T_3}, \quad (3.4)$$

де D_3 – кількість днів непрацездатності за звітний період внаслідок захворювання, дн.;

T_3 – кількість захворівших за звітний період, осіб.

Груповий метод полягає в аналізі актів, складених за формою Н-1, які групують за певною ознакою: віком, статтю, стажем роботи, видом обладнання, упродовж доби тощо.

Встановлено, що після вихідних і святкових днів частота травматизму підвищується. Якщо аналізувати залежність травматизму уздовж доби, то здебільшого час травмування припадає на 3-5 годину ранку, що пояснюється біологічними особливостями організму людини.

Топографічний метод полягає у вивченні причин нещасних випадків за місцем їх настання. При цьому на плані господарства, відділення відмічаються місця випадків травматизму. Це дозволяє виявити найбільш травмонебезпечні зони і прийняти відповідні заходи.

Монографічний метод аналізу травматизму і професійної захворюваності полягає в детальному дослідженні виробничого обладнання, технологічного процесу, усього виробничого середовища, психологічного клімату, обставин нещасних випадків тощо з метою виявлення небезпечних і шкідливих чинників. При цьому можливе виявлення потенційної небезпеки.

Економічний метод аналізу полягає у визначенні втрат на компенсацію за непрацездатність, ліквідацію наслідків аварій тощо і визначенні соціально-економічної ефективності заходів, спрямованих на запобігання нещасних випадків.

Для оцінки стану умов праці використовують наступні показники.

Показник кількості робочих місць із сприятливими умовами праці

$$M_{спр.} = \frac{m_{відп.}}{m_{заг.}}, \quad (3.5)$$

де $m_{відп.}$, $m_{заг.}$ – відповідно кількість робочих місць, які відповідають умовам праці за вимогами виробничої санітарії, охорони праці і т. ін., та їх загальна кількість.

Показник технічної безпеки машин, які експлуатуються

$$K_{Tб} = \frac{T_{відп.}}{T_{заг.}}, \quad (3.6)$$

де $T_{відп.}$, $T_{заг.}$ – відповідно кількість одиниць техніки, які відповідають умовам праці за вимогами виробничої санітарії, охорони праці і т. ін., та їх загальна кількість.

Показник чисельності працівників працюючих в несприятливих умовах праці

$$K_{нс} = \frac{P_{нс}}{P}, \quad (3.7)$$

де $P_{нс}$ – кількість працюючих в несприятливих умовах праці, осіб;
 P – загальна кількість працюючих, осіб.

Показник зайнятості працюючих господарства в несприятливих умовах праці

$$Z_{нс} = \frac{\Phi_{нс}}{\Phi_{заг.}},$$

$$Z_{ж.нс} = \frac{\Phi_{ж.нс}}{\Phi_{ж.заг.}}. \quad (3.8)$$

де $Z_{нс}$, $Z_{ж.нс}$ – відповідно показник зайнятості в несприятливих умовах всіх працівників і тільки жінок, чол.;

$\Phi_{нс}$, $\Phi_{ж.нс}$, – відповідно час зайнятості в несприятливих умовах праці всіх працівників і тільки жінок, год.;

$\Phi_{заг.}$, $\Phi_{ж.заг.}$, – відповідно річний фонд робочого часу всіх працівників і тільки жінок, год.

Показник забезпеченості санітарно-побутовими приміщеннями

$$K_{пр} = \frac{S_{факт.}}{S_{необх.}}, \quad (3.9)$$

де $S_{факт.}$, $S_{необх.}$ – відповідно площа санітарно-побутових приміщень, які є фактично і необхідні за нормою, м².

Практичні завдання

Завдання 3.1. Оцінити рівень травматизму на сільськогосподарському підприємстві, розрахувавши коефіцієнти частоти (K_q) та тяжкості травматизму (K_m) за варіантом табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Вихідні дані до розрахунку рівня травматизму на сільськогосподарському підприємстві

Вихідні дані	Дані для розрахунку (варіанти)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	3200	2505	4825	482	5250	725	800	924	352	712
T	40	25	53	11	56	23	12	33	17	27
D	120	325	402	37	152	164	17	11	24	12
$З$	40	43	52	12	49	16	33	25	12	54
D_3	15	25	70	40	36	17	18	28	33	48
T_3	125	212	345	11	183	52	12	67	23	44

Завдання 3.2. Оцінити умови праці на сільськогосподарському підприємстві, розрахувавши показники за варіантом табл. 3.2.

Для оцінки стану умов праці на ділянках використовуємо такі показники

Таблиця 3.2

Вихідні дані до розрахунку рівня травматизму на сільськогосподарському підприємстві

Вихідні дані	Дані для розрахунку (варіанти)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$m_{відп.}$	25	12	14	17	23	45	48	53	60	62
$m_{заг.}$	29	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$T_{відп.}$	15	20	28	32	38	41	43	22	28	37
$T_{заг.}$	21	25	30	35	40	45	50	25	30	40
$P_{нс}$	32	15	17	19	23	24	22	12	14	12
P	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
$З_{нс.}$	40	45	50	50	60	60	65	65	70	70
$З_{ж.нс}$	25	20	30	24	20	12	15	18	19	22
$\Phi_{нс.}$	80	58	70	90	90	70	125	36	56	82

Вихідні дані	Дані для розрахунку (варіанти)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\Phi_{ж.нс}$	45	52	35	45	48	38	112	18	19	23
$\Phi_{заг}$	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
$\Phi_{ж.заг}$	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
$S_{факт.}$	180	220	275	191	223	284	172	233	264	154
$S_{необх.}$	200	250	300	200	250	300	200	250	300	200

Література [5-8].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Мета роботи – оцінити вплив процесів життєдіяльності людини на параметри мікроклімату виробничих приміщень.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен навчитися розробляти заходи з охорони праці в сфері сільськогосподарського виробництва відповідно до чинного законодавства (ПРН 21).

Методичні рекомендації до виконання роботи

Завдання 1. Знайти, на скільки градусів може підвищитися температура у приміщенні об'ємом V , у якому N людей виконують роботу із невеликим фізичним навантаженням. Кратність повітрообміну при неорганізованій природній вентиляції – K , теплоємність повітря – $C=1370$ Дж/(кг·К), густина повітря $\rho = 1,2$ кг/м³.

Для виконання завдання приймаємо, що спочатку у виробничому приміщенні була температура така ж, як і зовні (літній період), і вона піднялась до температури повітря, що видаляється із приміщення. Кількість тепла, яке виділяється у приміщенні за годину, визначається за формулою

$$Q = 3600 \cdot W = 3600 \cdot gN, \quad (4.1)$$

де W – сумарна потужність джерел виділення тепла, Вт;

N – кількість джерел виділення тепла (кількість людей у приміщенні), осіб;

g – потужність виділення тепла однією людиною, яка коливається в межах від 100 до 230 Вт залежно від фізичного навантаження.

Це тепло йде на нагрівання повітря, яке було у приміщенні об'ємом V , і нагрівання повітря, яке надійшло в приміщення за одну годину.

Отже, за цей час об'єм повітря, яке нагрілося до температури T_2 , становить $V+KV$.

Кількість тепла, яка йде на нагрівання повітря масою m з теплоємністю C від температури T_1 до температури T_2 визначається за формулою

$$Q = mC(T_2 - T_1), \quad (4.2)$$

де m – маса повітря, кг;

C – теплоємність повітря, Дж/(кг·К).

Об'єм повітря пов'язаний з його масою формулою

$$m = \rho V(1 + K), \quad (4.3)$$

де ρ – густина повітря, кг/м³.

V – об'єм приміщення, м³;

K – кратність повітрообміну, 1/год.

Прирівнюючи праві частини рівнянь, що описують кількість виділеного тепла і тепла, що пішло на нагрівання повітря, знаходимо

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{3600gN}{C\rho(K+1)V}. \quad (4.4)$$

Наприклад, нехай у приміщенні об'ємом 250 м³ знаходиться 20 осіб, які виконують легку фізичну роботу. Кратність повітрообміну при неорганізованій природній вентиляції – $K = 0,75$.

Підставивши числові значення величин в формулу (4.4), отримаємо

$$\Delta T = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 20}{1370 \cdot 1,2(0,75 + 1)250} = 10^0 \text{C}.$$

Варіанти індивідуальних завдань

№ з/п	Об'єм приміщення, V , м ³	Кількість осіб працює в приміщенні, N	Кратність повітрообміну, K
1	260	20	0,50
2	270	15	0,55
3	280	25	0,60
4	290	20	0,65
5	300	15	0,70
6	290	25	0,75
7	280	30	0,80
8	270	25	0,85
9	260	20	0,90
10	250	30	0,95
11	240	35	1,00
12	250	25	0,95
13	260	25	0,90
14	270	30	0,85
15	280	25	0,80

Завдання 2. За критерієм вмісту вуглекислого газу перевірити, чи достатньо неорганізованої природної вентиляції з кратністю повітрообміну K у приміщенні об'ємом V , де працює N осіб.

Для перевірки необхідно порівняти фактичну кратність повітрообміну K з кратністю повітрообміну, яка забезпечує належну чистоту K_0 . При знаходженні величини K_0 приймають, що граничнодопустима концентрація вуглекислого газу в повітрі дорівнює 2 г/м³, а його концентрація у повітрі – 0,7 г/м³.

Масу вуглекислого газу, що надходить у повітря в результаті дихання N осіб, визначають за формулою

$$Q = m \cdot N. \quad (4.5)$$

де m – маса вуглекислого газу, яку видихає одна людина за годину, г/год.;

N – кількість осіб, що працює в приміщенні одночасно, осіб.

Люди видихають вуглекислий газ, а вдихають кисень. Всього за одну годину одна людина без фізичних навантажень у спокійному стані вдихає близько 25 літрів кисню та видихає приблизно 22 літри вуглекислого газу, що приблизно складає 0,0375 кг (37,5 грамів) вуглекислого газу за годину.

Наприклад, нехай у приміщенні об'ємом 30 м³ працює дві особи, а кратність обміну повітря $K = 0,8$. Спочатку визначаємо час, за який концентрація вуглекислого газу досягне гранично допустимої

$$t = \frac{(G_{CO_2}^{ГДК} - G_{CO_2}^П) \cdot V}{Q} \quad (4.6)$$

$$t = \frac{(2 - 0,7) \cdot 30}{2 \cdot 37,5} = 0,52 \text{ год.}$$

Необхідна кратність повітрообміну становить

$$K_0 = \frac{1}{0,52} = 1,9. \quad (4.7)$$

Отже, наявної кратності повітрообміну у приміщенні є недостатньо, оскільки $K < K_0$, $0,8 < 1,9$.

Індивідуальні завдання 2 наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Варіанти індивідуальних завдань

№ з/п	Об'єм приміщення, V , м ³	Кількість осіб, N	Кратність обміну повітря, K
1	2	3	4
1	22	1	0,60
2	38	2	0,70
3	70	3	0,80
4	90	4	0,65
5	130	5	0,75
6	18	1	0,85
7	48	2	0,90
8	85	3	0,95

Продовження таблиці 4.2

№ з/п	Об'єм приміщення, V , м ³	Кількість осіб, N	Кратність обміну повітря, K
1	2	3	4
9	116	4	1,00
10	128	5	0,50
11	28	1	0,55
12	56	2	1,05
13	78	3	0,70
14	88	4	0,95
15	110	5	0,75

Контрольні запитання

1. Як визначити період року теплий, холодний чи перехідний?
2. Як визначити кількість тепла, яке виділяється від працюючих у приміщенні за одну годину?
3. Як визначити кількість тепла, яка йде на нагрівання повітря масою m з теплоємністю C від температури T_1 до температури T_2 ?
4. Що таке кратність повітрообміну?
5. Як здійснюється неорганізована природна вентиляція?
6. Що таке граничнодопустима концентрація шкідливих речовин в повітрі?
7. Як визначити масу вуглекислого газу, що надходить у повітря в результаті дихання працівників?
8. Яку кількість за одну годину одна людина без фізичних навантажень у спокійному стані вдихає кисню?
9. Яку кількість за одну годину людина без фізичних навантажень у спокійному стані видихає вуглекислого газу?
10. Як визначити час, за який концентрація вуглекислого газу досягне гранично допустимої?

Література [5-8]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5**ОЦІНКА НЕБЕЗПЕК, ЯКІ ВИНИКАЮТЬ ПРИ РОБОТІ З ЕЛЕКТРИЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ**

Мета роботи – показати небезпеки, які виникають під час випадкового дотику до електричних провідників та через перевантаження електричної мережі.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен забезпечувати роботоздатність і справність машин (ПРН 14).

Короткі теоретичні відомості

Електричне обладнання є одним з найбільш небезпечних джерел виникнення пожеж внаслідок замикання, перегрівання опорних поверхонь, перевантаження за струмом в різних електричних пристроях та ін.

Кількість пожеж, що виникли внаслідок неправильної експлуатації електричних мереж та обладнання, найбільше виникають внаслідок струмових перевантаження, які виникають тому, що електричні мережі не розраховані на відповідну кількість споживачів електричної енергії.

Збільшення потужності споживання електричної енергії призводить до надмірного виділення тепла і перегрівання електропровідників, що погіршує властивості електричної ізоляції.

Тепло, яке виділяється у провіднику, визначають за формулою

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t, \quad (5.1)$$

де I – сила струму, А;
 R – опір провідника, Ом;
 t – час протікання струму, год.
 Опір провідника

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{4l}{\pi d^2}, \quad (5.2)$$

де ρ – питомий опір матеріалу, Ом/м;
 l – довжина провідника, м;
 d – діаметр провідника, м;
 S – площа поперечного перерізу, м².
 Після підстановки (5.2) в (5.1), отримаємо

$$Q_1 = I^2 t \rho \frac{4l}{\pi d^2}. \quad (5.3)$$

Відомо, що кількість теплоти, яка необхідна для нагрівання тіла від температури T_1 до T_2

$$Q_2 = C \cdot m(T_2 - T_1), \quad (5.4)$$

де C – питома теплоємність матеріалу провідника, Дж/кг·°С;
 m – маса провідника, кг.

Маса провідника

$$m = \frac{\pi d^2}{4} l \gamma, \quad (5.5)$$

де d – діаметр провідника, м;
 l – довжина провідника, м;
 γ – густина матеріалу провідника, кг/м³.

Підставивши (5.5) у (5.4), отримаємо формулу для визначення кількості теплоти, яка необхідна для нагрівання тіла до температури T_2 .

$$Q_2 = \frac{\pi d^2}{4} l \cdot \gamma \cdot C (T_2 - T_1). \quad (5.6)$$

Записавши аналогічний вираз для Q_1 і прирівнявши Q_1 з Q_2 , знаходимо, на скільки градусів максимально може нагрітися провідник

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{16 \rho l^2 t}{\pi^2 \gamma C d^4}. \quad (5.7)$$

Оскільки величини ρ , γ , C є постійними, то для електричних провідників із конкретних матеріалів, наприклад для мідних провідників

$$\Delta T_m = 30 \frac{I^2 t}{d^4} = 30 \frac{P^2 t}{U^2 d^4}, \quad (5.8)$$

для алюмінієвих провідників

$$\Delta T_a = 69 \frac{I^2 t}{d^4} = 69 \frac{P^2 t}{U^2 d^4}, \quad (5.9)$$

де I – сила струму, А;
 d – діаметр провідників, мм;
 t – час протікання струму, год;
 P – потужність споживача, Вт;
 U – напруга електричної мережі, В.

За формулами (5.7-5.9) визначаємо на скільки градусів максимально може нагрітися провідник. У реальних умовах частина тепла розсіюється, віддається у навколишнє середовище, тому температура, до якої може нагрітися провідник в умовах реального теплообміну з навколишнім середовищем, є нижчою і визначається за формулою

$$T_p = T_k + 10 \ln \Delta T, \quad (5.10)$$

де T_p – температура, до якої може нагрітися провідник, $^{\circ}\text{C}$;

T_k – кімнатна температура, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta T = \Delta T_a$ чи ΔT_m залежно від матеріалу провідників електричної мережі.

Як впливає з формул (5.8-5.9), підвищення температури провідників істотно залежить від їхнього діаметру (d^4), потужності (P^2), часу експлуатації (t) і природи матеріалу.

Для мідних провідників підвищення температури є приблизно в двічі меншим, ніж для алюмінієвих. Матеріали електроізоляції провідників при нагріванні починають розм'якшуватися і втрачати свої властивості при температурі в межах від 90°C до 110°C . Багатократне розм'якшування і затвердіння матеріалу електроізоляції призводить до втрати її властивостей, що може спричинити замикання й пожежі.

Для визначення сили струму, що проходить через тіло людини при однополюсному дотику до електропроводів трифазної мережі з ізольованим нейтральним провідником, необхідно врахувати ряд факторів, включаючи напругу мережі, опір тіла людини, опір ізоляції та погіршення її властивостей.

У випадку дотику до одного полюса (фази) трифазної мережі, сила струму (рис. 5.1) через тіло людини може бути визначена за формулою

$$I_l = \frac{U_\phi}{R_l + R_{i3.}/3}, \quad (5.11)$$

де U_ϕ – фазна напруга, В;

R_l – опір тіла людини, Ом;

$R_{i3.}$ – опір ізоляції, Ом.

Опір тіла людини електричному струму залежить від декількох факторів, таких як вологість шкіри, площа контакту, тривалість і шлях проходження струму через тіло. В середньому, опір сухої шкіри людини становить приблизно 100 000 Ом, але волога шкіра має значно менший опір, близько 1 000 Ом або менше.

Основні фактори, що впливають на опір тіла:

- ✓ стан шкіри: Суха шкіра має високий опір, тоді як волога або пошкоджена шкіра має набагато нижчий опір;
- ✓ площа контакту: Чим більша площа контакту, тим менший опір;
- ✓ тривалість впливу: Тривалий вплив струму може знизити опір через нагрівання та електроліз.
- ✓ шлях проходження струму: Струм, що проходить через критичні органи (серце, мозок), є більш небезпечним, навіть при нижчих рівнях струму.

Завдання 1. Оцінити силу струму, який проходить через тіло людини при однополюсному дотику до електропроводів трифазної мережі із ізолюваним нейтральним провідником у нормальному режимі роботи з урахуванням погіршення властивостей ізоляції (рис. 5.1). Варіанти завдань табл. 5.1.

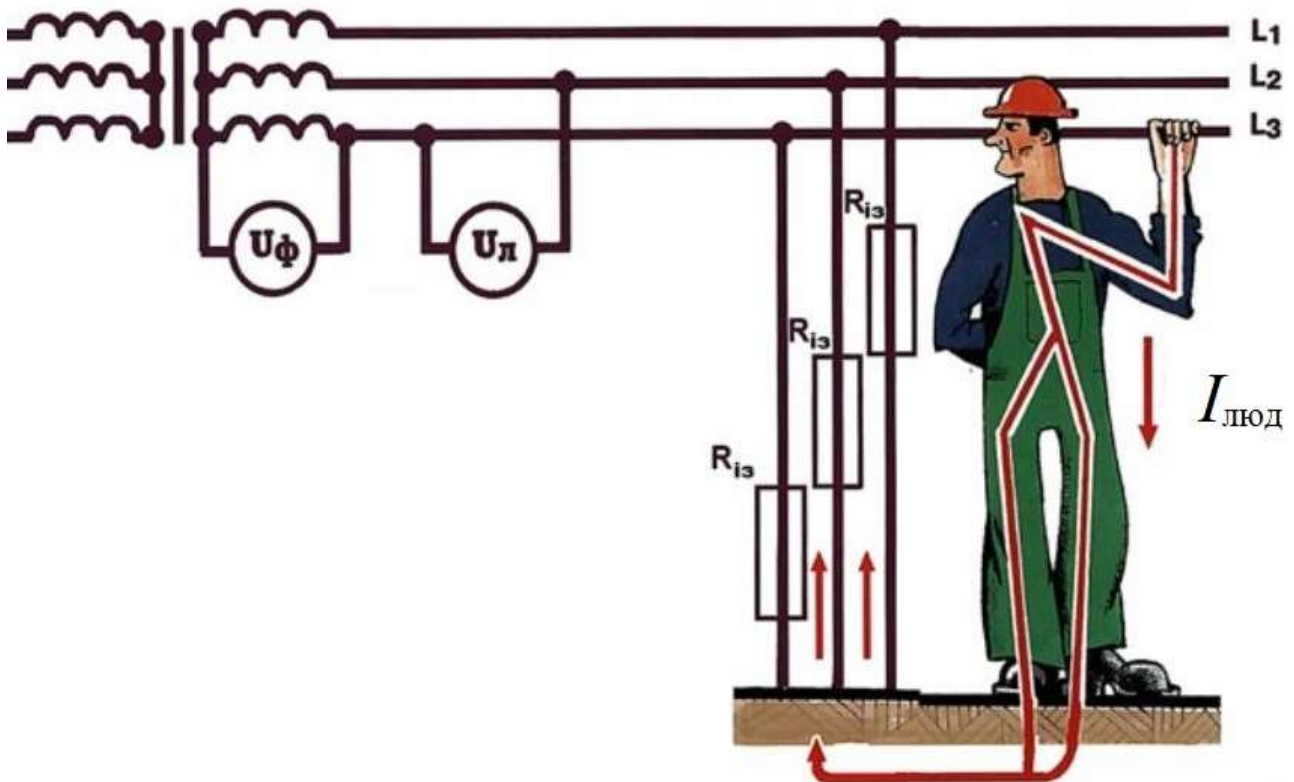


Рисунок 5.1 – Можлива схема дотику людини до проводів електричної трифазної мережі з ізолюваним нейтральним провідником

Таблиця 5.1

Варіанти індивідуальних завдань

№з/п	Опір ізоляції, кОм	№з/п	Опір ізоляції, кОм
1	2	3	4
1	86	16	40
2	82	17	42
3	80	18	44
4	78	19	46
5	76	20	48
6	74	21	52
7	72	22	54
8	70	23	84
9	68	24	38
10	66	25	36
11	64	26	34
12	62	27	32
13	60	28	30
14	58	29	88
15	56	30	90

Завдання 2. Визначити температуру, до якої можуть нагрітися електропровідники діаметром d при з'єднанні із мережею напругою 220 В електроприладів потужністю P Вт на t год. (Варіанти завдань табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Варіанти індивідуальних завдань

№ з/п	Матеріал провідника	Діаметр провідника, мм	Потужність споживача, Вт	Час експлуатації, год.
1	Мідь	2,0	2200	1,5
2	Мідь	2,5	1800	2,3
3	Мідь	2,0	1600	1,1
4	Мідь	2,5	1500	4,2
5	Мідь	2,0	2100	3,4
6	Алюміній	2,5	1250	11
7	Алюміній	2,0	2250	20
8	Алюміній	2,5	1300	16
9	Алюміній	2,0	2750	3,5
10	Алюміній	2,5	2900	7,5

Завдання 3. Складіть не менш як 5 безпечних комбінацій одночасного увімкнення електроприладів, перелік яких наведений у табл. 5.3, з максимальним навантаженням електромережі з напругою 220 В та із запобіжником в 16 А.

Комбінація одночасного ввімкнених побутових електроприладів вважається безпечною, якщо струм, який при цьому протікає через запобіжник, не перевищує його номіналу

$$I = \frac{\sum_{i=1}^S P_i}{U} \leq 16 \text{ А}. \quad (5.12)$$

Таблиця 5.3

Перелік електричних приладів

№ з/п	Електроприлад	Потужність, Вт	Кількість, шт.
1	Лампа розжарювання	60	5
2	Лампа розжарювання	75	15
3	Лампа розжарювання	100	22
4	Холодильник	330	1
5	Калорифер	1200	2
6	Бойлер	2000	1
7	Комп'ютер	150	10
8	Відеопроєктор	350	4
9	Муфельна піч	2000	2
10	Токарний станок	5000	1
11	Вентилятор	2200	1
12	Заточний станок	3500	1
13	Кондиціонер	500	1
14	Дистилятор	2000	1

Контрольні запитання

1. Внаслідок чого виникають пожежі при експлуатації електричних мереж?
2. До чого призводить збільшення потужності споживання електричної енергії?
3. Як визначається температура, до якої нагрівається провід при проходженні через нього електричного струму?
4. Як визначити кількість теплоти, яка необхідна для нагрівання тіла від температури T_1 до T_2 ?

5. Як визначити масу проводу?
6. Як визначити температуру, до якої може нагрітися провід в умовах реального теплообміну з навколишнім середовищем?
7. Від чого істотно залежить підвищення температури проводів?
8. До чого призводить багатократне розм'якшення і затвердіння матеріалу електроізоляції?
9. Як можна визначити силу струму, який проходить через тіло людини у випадку дотику до одного полюса (фази) трифазної мережі?
10. Від яких факторів залежить опір тіла людини електричному струму?

Література [5-8]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ПРИ РОБОТІ З ШКІДЛИВИМИ І ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ

Мета роботи – показати можливість досягнення гранично-допустимої концентрації шкідливої речовини та нижньої концентраційної межі пожежонебезпеки у виробничому приміщенні.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен навчитися проектувати конкурентоспроможні технології та обладнання для виробництва сільськогосподарської продукції відповідно до вимог споживачів та законодавства (ПРН 12).

Методичні рекомендації до виконання роботи

Завдання 1. Знайти час, за який при температурі 25°C у лабораторії ґрунтів об'ємом 90 м³ (5 м х 6 м х 3 м), де випадково витік бензол і утворив пляму площею 0,1 м² (0,33 м х 0,33 м) при наступних даних:

- граничнодопустима концентрація пари бензолу – 5 мг/м³;
 - середня смертельна концентрація (ССК) – 38000 мг/м³ протягом 4 год.;
 - нижня межа пожежонебезпеки – 1,2 % об.;
 - швидкість випаровування бензолу при температурі повітря 25°C і при швидкості руху повітря 0,25 м/с (оптимальна) – 436 мг/(м²/с);
 - леткість бензолу – 320 000 мг/м³,
- буде встановлена:
- граничнодопустима концентрація;
 - середня смертельна концентрація;

– нижня межа пожежонебезпеки.

Оцінюючи небезпеку отруєння, враховують леткість речовин. Вона свідчить про максимальну концентрацію пари речовини, яка досягається внаслідок її випаровування при заданій температурі. Якщо леткість нижча ніж *ГДК*, то отруєння неможливе.

Леткість бензолу перевищує *ГДК* і *ССК*, тому виникає небезпека отруєння.

Розрахунок часу встановлення відповідних концентрацій виконаємо за формулою

$$V \cdot C = S \cdot u \cdot t, \quad (6.1)$$

де V – об'єм приміщення, м^3 ;

C – концентрація речовини у повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$;

S – площа плями рідини, м^2 ;

u – швидкість випаровування рідини, $\text{мг}/(\text{м}^2\text{с})$;

t – час випаровування бензолу, с.

Тоді час випаровування бензолу

$$t = \frac{V \cdot C}{S \cdot u}, \quad (6.2)$$

Для граничнодопустимої концентрації (*ГДК*) безпосередньо у робочій зоні

$$t_{ГДК} = \frac{90 \cdot 5}{0,1 \cdot 436} = 10 \text{ с.}$$

Аналогічно для середньої смертельної концентрації (*ССК*)

$$t_{ССК} = \frac{90 \cdot 38000}{0,1 \cdot 436} = 78440 \text{ с} \approx 21,79 \text{ год} \approx 22 \text{ год.}$$

Щоб визначити час встановлення нижньої межі пожежонебезпеки, необхідно від об'ємних відсотків у нижній межі пожежонебезпеки перейти до масово-об'ємної концентрації.

За визначенням об'ємно-масової концентрації встановлюємо

$$C = \frac{m}{V}, \quad (6.3)$$

де m – маса речовини, мг;

V – об'єм суміші, м³.

Згідно із законом Авогадро

$$m = \frac{M \cdot \nu \cdot 1000}{0,0224}, \quad (6.4)$$

де M – молярна маса речовин, г/моль;

ν – об'єм пари речовини, який займає m мг речовини, а за нижньою межею пожежонебезпеки в % об. ($НМП$ – нижня межа пожежонебезпеки).

$$V = \frac{\nu \cdot 100\%}{НМП}, \quad (6.5)$$

Підставивши вирази (6.4) і (6.5) у (6.3), отримаємо C , мг/м³

$$C = \frac{M \cdot НМП}{0,00224}, \quad (6.6)$$

Після підстановки (6.6) у (6.2), отримаємо

$$t_{ПМП} = \frac{V \cdot M \cdot НМП}{0,00224 \cdot S \cdot u}. \quad (6.7)$$

$$t_{ПМП} = \frac{90 \cdot 78 \cdot 1,2}{0,00224 \cdot 0,1 \cdot 43} = 86255 \text{ с} = 23,96 \text{ год} \approx \text{доба}.$$

Якщо пляму рідини збільшити до 1 м², то час відповідно зменшиться вдесятеро.

Важливо знати, який об'єм розлитої рідини призведе до встановлення концентрації, що відповідає нижній межі пожежної небезпеки ($НМП$). Його визначають за формулою

$$V_p = \frac{m}{\rho}, \quad (6.8)$$

де m – маса речовини, що випарувалася, г;

ρ – густина, (для бензолу $\rho = 0,8$ г/см³).

Маса речовини, яка випарувалась

$$m = u \cdot s \cdot t_{НМП}, \quad (6.9)$$

Підставивши (6.9) у (6.8), отримаємо

$$V_p = \frac{u \cdot s \cdot t_{НМП}}{\rho}, \quad (6.10)$$

$$V_p = \frac{436 \cdot 0,1 \cdot 86255}{800} = 4701 \text{ см}^3 \approx 4,7 \text{ л.}$$

Тому одним із засобів безпеки під час роботи з легкозаймистими речовинами є вимога зберігати у лабораторії тільки денну норму рідини, тобто стільки, скільки реально використовується в робочий день.

Завдання 2. Знайти час, за який при температурі 25°C у лабораторії об'ємом V , де випадково витік бензол і утворив пляму площею S , буде досягнуто $ГДК$, $ССК$ і $НМП$ при швидкості випаровування U .

Виконати розрахунок згідно варіанту (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Варіанти індивідуальних завдань

№ з/п	Об'єм лабораторії V , м ³	Площа плями бензолу S , м ²	Швидкість випаровування U , мг/(м ² ·с)	Час встановлення		
				$ГДК$	$ССК$	$НМП$
1	90	0,15	436			
2	110	0,12	424			
3	80	0,11	431			
4	90	0,10	411			
5	70	0,14	405			
6	105	0,17	398			
7	95	0,13	380			
8	85	0,12	371			
9	75	0,11	430			
10	115	0,24	425			
11	120	0,22	415			
12	125	0,23	410			
13	130	0,24	395			
14	125	0,27	392			
15	120	0,25	385			

Завдання 3. Оцінити можливість виникнення мікромеркуріалізму (хронічного отруєння ртуттю при дії незначних

концентрацій пари ртуті), якщо випадково розбито медичний термометр, вилита ртуть з якого не зібрана.

Вихідні дані для розрахунків.

- гранично допустима концентрація пари ртуті – $0,01 \text{ мг/м}^3$;
- швидкість випаровування зі свіжої поверхні ртуті при температурі 20°C і спокійному повітрі – $0,55 \cdot 10^{-2} \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{с)}$;
- леткість ртуті – $14,3 \text{ мг/м}^3$;
- об'єм приміщення $V_{np} = 36 \text{ м}^3$, (3м x 4м x 3м);
- об'єм ртуті, вилитої з розбитого термометра $V_p = 0,4 \text{ см}^3$.

З наведених вище даних випливає, що леткість парів ртуті перевищує ГДК і отруєння можливе.

Вилита ртуть при падінні розбивається на окремі кульки. При цьому, площу випаровування розраховуємо за формулою

$$S = (4n)^{1/3} \cdot (3V_p)^{2/3}, \quad (6.13)$$

де n – кількість кульок, шт.

Спочатку знаходимо площу випаровування, прийнявши, що утворилась одна кулька ртуті

$$S = (4)^{1/3} \cdot (3 \cdot 0,4)^{2/3} = 2,6 \text{ см}^2 = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Знаходимо час, за який в кімнаті концентрація ртуті досягне ГДК

$$t_{ГДК} = \frac{36 \cdot 0,01}{2,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,55 \cdot 10^{-2}} = 0,25 \cdot 10^6 \approx 69 \text{ год} \approx 3 \text{ доби}.$$

Якщо приміщення зовсім не провітрюється, то концентрація ртуті досягне граничного значення, яке визначене її леткістю, тобто $14,3 \text{ мг/м}^3$ і зберігатиметься нескінченно довго. Однак у приміщенні завжди є обмін повітря. Якщо повітря в кімнаті, обмінюється повністю, швидше ніж за 3 доби, то за таких умов ГДК не буде досягнуто.

Якщо прийняти, що при розбитті термометра утворилось, наприклад, 10 однакових кульок, то площа випаровування зросте до $5,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, тобто вдвічі. За таких умов час досягнення ГДК зменшиться також удвічі – до 1,5 доби і величина ГДК в кімнаті не

встановиться, якщо повітря повністю обмінюватиметься швидше, ніж за 1,5 доби.

Отже, чим більша поверхня розлитої ртуті, тим швидше повинен відбуватися обмін повітря в кімнаті, щоб не було досягнуто *ГДК*.

При обміні повітря з меншою кратністю в кімнаті встановиться концентрація ртуті, яка перевищує *ГДК*. За таких умов можливість виникнення мікромеркуріалізму визначається також часом, протягом якого небезпечна концентрація зберігається в приміщенні.

Якщо прийняти, що в кімнаті досягається гранично допустима концентрація, то маса ртуті у повітрі розраховується за формулою

$$m_k = (ГДК) V_{np}. \quad (6.14)$$

Якщо за добу повітря в кімнаті змінюється в *K* разів, то маса ртуті, яка виноситься з приміщення

$$m_v = m_{np} \cdot K. \quad (6.15)$$

Маса вилитої ртуті

$$m_p = V_p \cdot \rho. \quad (6.16)$$

Тепер кількість діб, протягом яких у кімнаті підтримуватиметься граничнодопустима концентрація парів ртуті, розраховують за формулою

$$N = \frac{m_p}{m_b} = \frac{V_p \cdot \rho}{ГДК \cdot V_k \cdot K}. \quad (6.17)$$

Якщо відбувається один обмін повітря за добу, то

$$N = \frac{0,4 \cdot 13,6 \cdot 1000}{0,01 \cdot 36 \cdot 1} = 15111 \text{ діб.}$$

Таке обчислення, звичайно є наближеним, проте воно показує, що небезпечна концентрація може підтримуватися довго. У розрахунках не враховано, що з часом швидкість випаровування ртуті зменшується внаслідок зменшення поверхні та окислення, а також те, що ртуть при високих концентраціях адсорбується предметами, а потім десорбується. Але дія цих чинників тільки подовжує існування небезпечного чинника в приміщенні.

Оцінимо можливість виникнення мікромеркуалізму, якщо в кімнаті об'ємом V випадково розбито термометр, ртуть якого об'ємом $V_p=0,4 \text{ см}^3$ не зібрана і розбилась на n кульок. Повітря в приміщенні обмінюється K разів на добу.

Таблиця 6.2

Варіанти індивідуальних завдань

№ з/п	Об'єм приміщення, $V_{пр.}, \text{ м}^3$	Кількість кульок ртуті, n	Кратність повітрообміну, K
1	35	1	1
2	40	2	2
3	45	3	3
4	50	4	1
5	55	5	2
6	60	6	3
7	35	7	1
8	40	8	2
9	45	9	3
10	50	10	1
11	55	9	2
12	60	8	3
13	50	7	1
14	55	6	2
15	60	5	3

Контрольні запитання

1. Як розрахувати час встановлення відповідних концентрацій шкідливих речовин у приміщенні?

2. Як визначити об'єм розлитої рідини, що призведе до встановлення концентрації, яка відповідає нижній межі пожежної небезпеки?

3. Скільки необхідно зберігати у лабораторії легкозаймистих речовин?

4. Як оцінити можливість виникнення мікромеркуріалізму (хронічного отруєння ртуттю при дії незначних концентрацій пари ртуті), якщо випадково розбито медичний термометр, вилита ртуть з якого не зібрана?

5. Вилита ртуть при падінні розбивається на окремі кульки. Як при цьому визначити площу випаровування?

6. Чим більша поверхня розлитої ртуті, тим швидше чи повільніше повинен відбуватися повітрообмін в приміщенні, щоб не було досягнуто ГДК.

Література [5-8]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗАПИЛЕНОГО ПОВІТРЯ

Мета роботи – ознайомитися з основними способами очищення запиленого повітря та вивчити будову і принцип дії обладнання для очищення повітря.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен навчитися розробляти енергоощадні, екологічно безпечні технології виробництва, первинної обробки і зберігання сільськогосподарської продукції (ПРН 2).

Порядок виконання роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Розв'язати задачу відповідно до варіанту.
3. Відповісти на контрольні запитання.

Короткі теоретичні відомості

Сухе очищення запиленого повітря. За способом дії пристрої сухого очищення запиленого повітря можна розділити на наступні групи:

- пиловловлювальні камери, принцип дії яких базується на дії гравітаційних сил;
- інерційні пиловловлювачі, у роботі яких використано силу інерції;
- циклони, принцип дії яких базується на використанні відцентрових сил.

Пиловловлювальні камери. У пиловловлювальних камерах (рис. 7.1, а) частки пилу осідають на дно під дією гравітації (сили тяжіння).

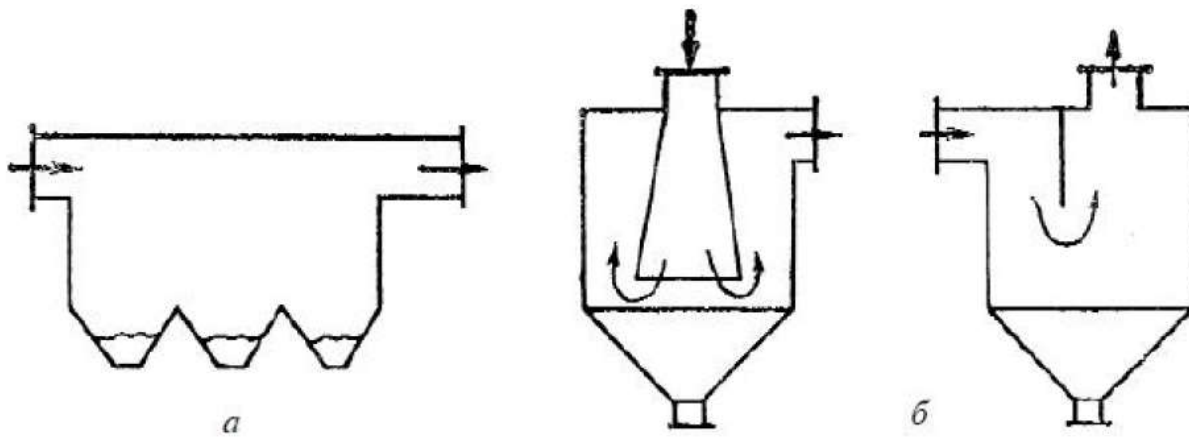


Рисунок 7.1 – Пиловловлювачі: *а* – пиловловлювальна камера; *б* – інерційні пиловловлювачі

Якщо рух запиленого повітря ламінарний, то частки пилу під впливом сили тяжіння осідають на дно пиловловлювальних камер із швидкістю V_n . У пиловловлювальних камерах також може осідати і високодисперсний пил великої концентрації внаслідок його коагуляції.

Ефективність уловлювання високодисперсного пилу з частками розміром менше 5 мкм в пиловловлювальних камерах навіть великих розмірів незначна, але частки пилу розміром 30-40 мкм і більше уловлюються достатньо добре.

Недоліками пиловловлювальних камер порівняно з іншими пиловловлювальними пристроями є їх великий об'єм і мала ефективність, а перевагами – малий гідравлічний опір, простота і надійність конструкції та можливість відокремлення від повітряного потоку фракції великих часток з підвищеною абразивністю. Тому їх доцільно використовувати як перший ступінь очищення перед більш ефективними пиловловлювачами.

Інерційні пиловловлювачі. До найпростіших інерційних пиловловлювальних пристроїв можна віднести невеликі, порівняно з пиловловлювальними камерами, ємності, в яких швидкість запиленого потоку, підведеного зверху чи збоку, змінюється за величиною та напрямком. Зміна напрямку потоку досягається розміщенням в апараті однієї або декількох перегородок (рис. 7.1, б).

Якщо напрямок руху запиленого потоку повітря раптово змінюється, то частки пилу під дією інерційної сили будуть рухатися у тому ж самому напрямку, а тому будуть відокремлені від магістрального потоку повітря.

Інерційні пиловловлювачі з перегородкою (рис. 7.1) за ефективністю осадження пилу мало відрізняються від звичайної пиловловлювальної горизонтальної камери, але характеризуються більшим гідравлічним опором. Ефективність уловлення часток пилу розміром більше 25-30 мкм такими пристроями становить 65-85%. Їх гідравлічний опір – близько 100...500 Па.

Жалюзійні пиловловлювачі. Принцип дії жалюзійних пиловловлювачів (рис. 7.2) базується на раптовій (близько 150°) зміні напрямку руху потоку запиленого повітря, що проходить через жалюзі, внаслідок чого частинки пилу змінюють напрямок руху і виділяються із повітря.

Основними перевагами жалюзійних пиловловлювачів є їх малий гідравлічний опір і значно менші розміри порівняно з іншими пиловловлювачами. Недоліком жалюзійних пиловловлювачів є швидке зношування пластин ґратки за високої концентрації часток пилу значних розмірів.

Жалюзійні пиловловлювачі застосовують для уловлювання часток пилу більше 20 мкм.

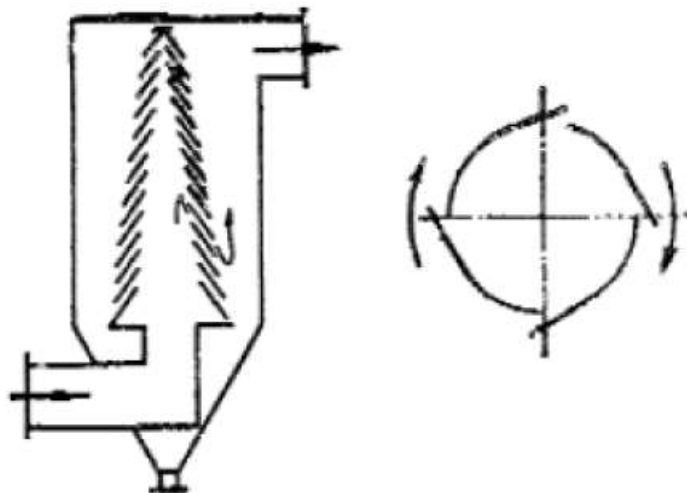


Рисунок 7.2 – Жалюзійний пиловловлювач

Відцентрові пиловловлювачі – циклони, (рис. 7.3). Відцентрові сили, що виникають під час обертання газового потоку, використовують у техніці пиловловлювання. На цьому принципі базується робота найбільшої групи пиловловлювачів – циклонів. Циклони мають певні переваги перед іншими апаратами для очищення газів, а саме: невисока вартість, простота конструкції і обслуговування, порівняно невеликий опір і висока продуктивність.

Спрямоване у циклон повітря поступає у циліндричну частину циклону, де рухається вздовж спіралі зі збільшенням швидкості від

периферії до центру, спочатку опускається по зовнішній спіралі, а потім піднімається по внутрішній спіралі і виходить через випускную трубу. Ступінь уловлювання пилю в циклонах залежить від його виду та розмірів часток.

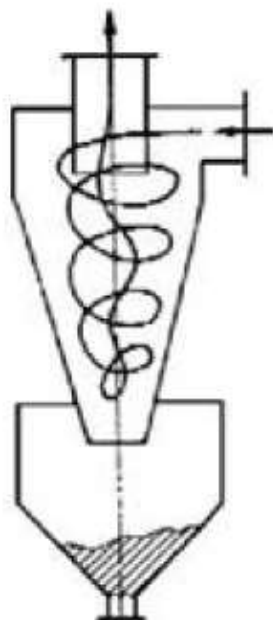


Рисунок 7.3 - Схема основного руху газів в циклоні

На рис. 7.4 представлено основні види конструкцій циклонних пиловловлювачів.

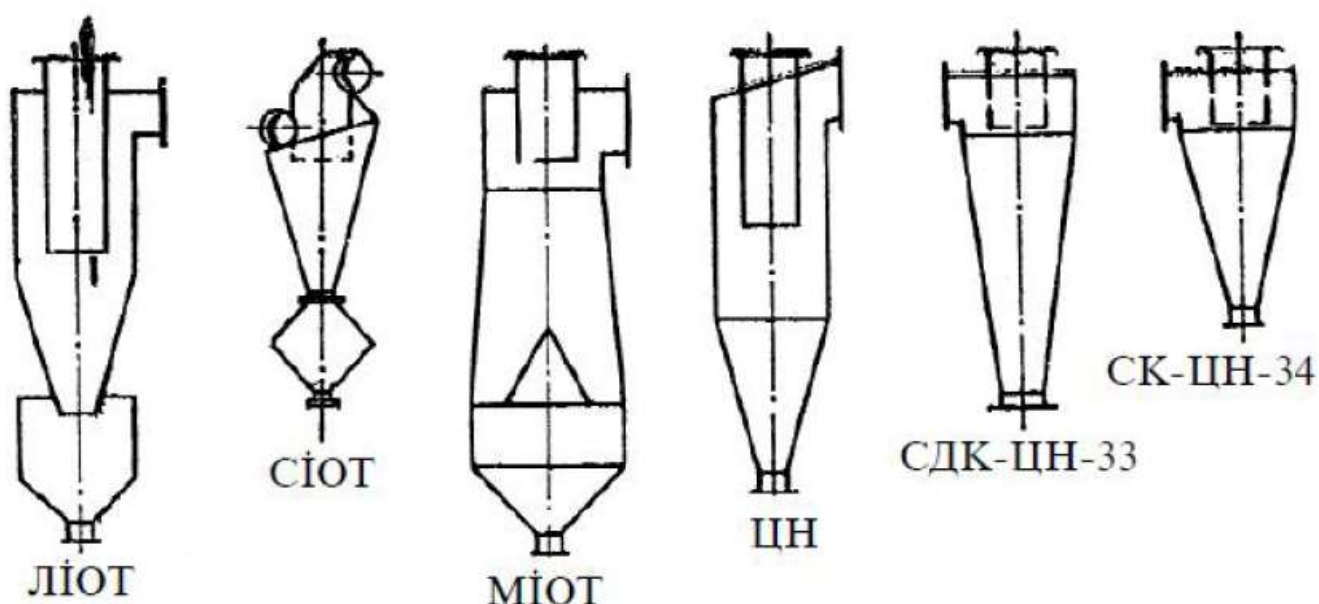


Рисунок 7.4 – Основні види конструкцій циклонних пиловловлювачів

Циклонні пиловловлювачі мають наступні переваги:

- відсутність будь-яких рухомих частин;

- надійна робота за температури газу до 500°C (для вищих температур конструкційні елементи пристроїв потрібно виготовляти з жаростійких сплавів);
- можливість уловлювання абразивних матеріалів після захисту внутрішніх поверхонь циклонів спеціальним покриттям;
- пил уловлюється в сухому вигляді;
- гідравлічний опір практично не змінюється;
- циклони ефективно працюють за високого тиску газів;
- достатньо прості у виготовленні;
- збільшення запиленості потоку повітря не призводить до зниження фракційної ефективності очищення.

Разом з тим, гідравлічний опір високоефективних циклонів досягає 1250-1500 Па, а ступінь уловлення часток розміром менше 5 мкм малий. У разі необхідності очищення великих об'ємів газу чи запиленого повітря встановлюють групу апаратів.

Розрахунок ефективності роботи газопиловловлюючого обладнання

1. Ступінь очищення повітря від пилу визначаємо за формулою

$$h = 100(m_0 - m) / m_0, \quad (7.1)$$

де h – ступінь очищення повітря, %;

m_0, m – маса частинок пилу в повітрі до і після очистки, кг.

2. Коефіцієнт проскакування пиловловлювача визначають за формулою

$$E = 100 - h, \quad (7.2)$$

3. Концентрацію пилу в повітрі після очищення визначають за формулою

$$C = m / V, \quad (7.3)$$

де m – маса пилу в повітрі після очищення, мг;

V – об'єм приміщення, м³

Завдання. Визначити ступінь очищення повітря від пилу, коефіцієнт проскакування пиловловлювача, концентрацію пилу в приміщенні після очищення і порівняти її з ГДК.

Вміст пилу в робочому приміщенні становить – A кг, а після очищення вміст пилу зменшився на – B кг, об'єм приміщення – V м³, табл. 7.1.

Вихідні дані для розрахунку

№ варіанту	Маса пилу в робочому приміщенні		Об'єм приміщення, V , тис. м ³
	до очищення, A , кг	після очищення зменшилось на B , кг	
1	0,25	0,2	4,8
2	0,23	0,18	4,8
3	0,3	0,25	4,8
4	0,35	0,3	4,8
5	0,25	0,2	4
6	0,23	0,18	4
7	0,3	0,25	4
8	0,35	0,3	4
9	0,25	0,2	5
10	0,23	0,18	5

Контрольні запитання

1. На які групи можна розділити за способом дії пристрої сухого очищення запиленого повітря?
2. На якому принципі дії базуються пилоосаджувальні камери?
3. На якому принципі дії базуються інерційні пиловловлювачі?
4. На якому принципі дії базуються циклони?
5. У пилоосаджувальних камерах частки пилу осідають на дно під дією яких сил?
6. Ефективність уловлювання високодисперсного пилу з частками розміром менше 5 мкм в пилоосаджувальних камерах значна чи незначна?
7. Які недоліки мають пилоосаджувальні камери порівняно з іншими пиловловлювальними пристроями?
8. Якими показниками характеризуються інерційні пиловловлювачі з перегородкою за ефективністю осадження пилу?
9. Який принцип дії жалюзійних пиловловлювачів? Її переваги і недоліки перед іншими пиловловлювачами.
10. Які основні конструкції циклонних пиловловлювачів?

Література [9-12]

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ВІДХОДАМИ ТВАРИННИЦТВА

Мета роботи – вивчити проблему забруднення навколишнього середовища відходами тваринництва.

У результаті виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен навчитися розробляти і реалізувати ресурсоощадні та природоохоронні технології у сфері діяльності підприємств АПК (ПРН 20).

Порядок виконання роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Розв'язати задачу відповідно до варіанту.
3. Відповісти на контрольні запитання.

Короткі теоретичні відомості

Утворення великої кількості органічних відходів у вигляді розкладеної органіки, метаболітів навколо тваринницьких комплексів обумовлено загостренням проблеми, пов'язаної з охороною навколишнього середовища. За статистичними даними, у світі щорічно накопичується 12 млрд. тонн гною, що забруднюють ґрунти, заражають територію паразитами і гельмінтами, а людину хворобами. У воді і повітрі з'являються токсичні речовини, такі як метан, аміак, оксиди азоту, поліциклічні вуглеводні.

Біогаз (також каналізаційний газ, звалищний газ) – різновид біопалива – газ, який утворюється при мікробіологічному розкладанні метановим бродінням біомаси чи біовідходів, твердих і рідких органічних відходів: на звалищах, болотах, каналізації, вигрібних ямах тощо.

Добувають з відходів тваринництва, харчової промисловості, стічних вод та твердих побутових відходів (відсортованих, без неорганічних домішок, та домішок неприродного походження). Тобто застосовувати можна будь-які місцеві природні ресурси.

Утворення біогазу можливе на звалищах, болотах, у вигрібних ямах, каналізації, а також – біогазових установках. Вільні викиди метану зі стихійних сміттєзвалищ, призводять до парникового ефекту та глобального потепління.

Склад біогазу:

- 50-70% метан (CH_4);

- 30-40% вуглекислий газ (CO_2);
- незначна частка – сірководень (H_2S), водень (H_2), оксид вуглецю (CO , він же чадний газ), аміак (NH_3).

Енергетичну цінність біогазу формує відсоток метану – чим більше метану, тим більше у ньому калорій. Тобто, для повноцінної заміни природнього газу на біогаз, його потрібно очистити від сірки, водню з іншими домішками та збагатити метаном. Для чого використовують системи очищення біогазу і отримують – **біометан**.

Біогазові установки (БГУ) – це один із трендів сучасного тваринницького бізнесу у Європі. Вони представляють собою закриті (без доступу повітря) резервуари, у яких відбувається утворення біогазу, рис. 8.1.

Біогазова станція (БГС) – біогазовий комплекс, до складу якого входить біогазова установка, когенератор та інші складові для переробки органічних відходів та видобутку з них біогазу, з подальшим перетворенням біогазу на різні типи енергії – електричну, теплову, тощо.

Переваги впровадження біогазового виробництва:

- отримання метану (природній газ), який можна використовувати для власних потреб чи продажу;
- отримання у якості супутнього продукту – органічних добрив, які можна використовувати для підживлення ґрунту й підвищувати врожайність сільськогосподарських культур;
- можливість використовувати для власних потреб енергію (теплову або електричну), яка виробляється під час метанового бродіння;
- відсутність будь-яких відходів під час тваринницького бізнесу, де все задіяне для економічної вигоди;
- фінансова підтримка з боку держави;
- вирішення екологічних проблем, адже для виробництва біогазу можна задіяти не тільки тваринницькі відходи, але і будь-які місцеві природні ресурси або ж біомасу, якою завалені сміттєзвалища.

Технологічний процес виробництва біогазу включає наступні етапи.

Подрібнення. Всі органічні відходи перед завантаженням у метантенк подрібнюють, і чим краще подрібнені відходи, тим мікрофлорі зручніше й швидше їх споживати, виділяючи кислоти, які у процесі бродіння утворюють біогаз.

В залежності від сировини, яку використовують, підбирається відповідне обладнання:

- гній свиней, КРС, птахів – його потрібно перемішати і через проточний подрібнювач за допомогою насоса перекачати у прийомний резервуар (для перемішування з іншими відходами) або одразу у метантенк;
- продуктові відходи (овочі, фрукти, м'ясо, риба, кістки) – використовується механічний подрібнювач. Отриманий біосубстрат закачується у прийомний резервуар;
- рослинні відходи – можна одразу подавати у метантенк або до прийомного резервуару.

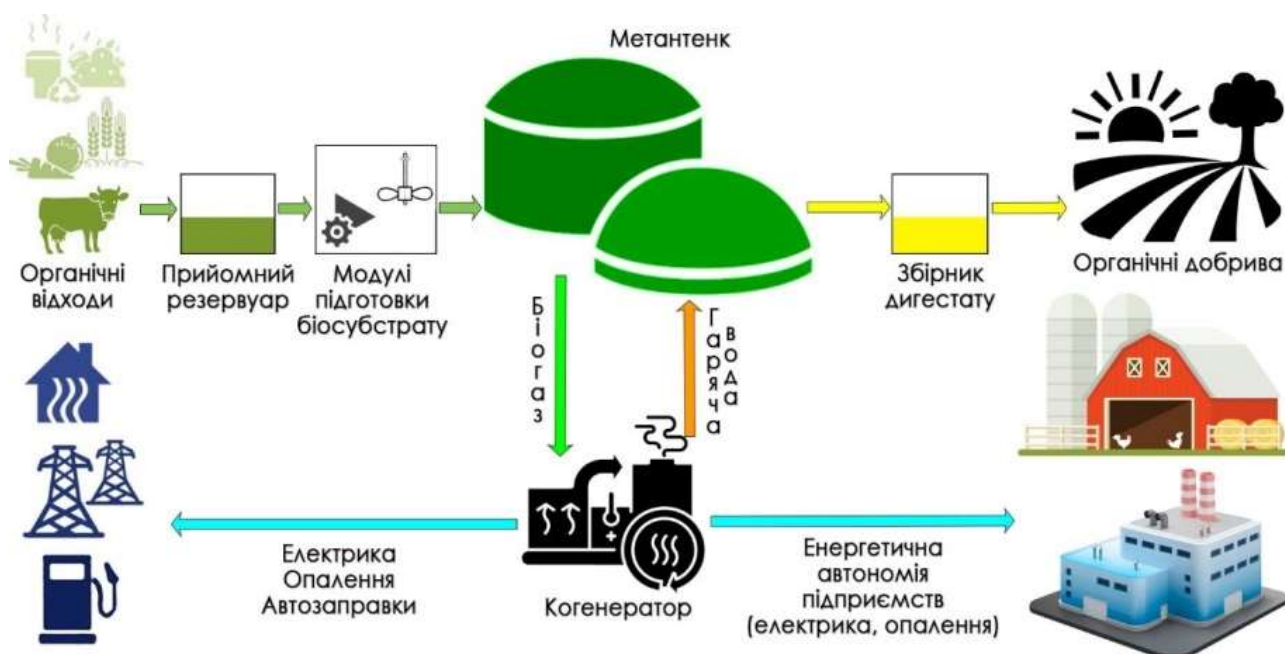


Рисунок 8.1 – Біогазова установка (БГУ) для виробництва біогазу

Прийомний резервуар. У прийомний резервуар завантажують всі органічні подрібнені відходи. Тут встановлюють потужні міксери, які перемішують вміст та насоси, які перекачують суміш до модуля підготовки біосубстрату.

Модулі підготовки біосубстрату виконують функцію додаткового подрібнення, перемішування та, при необхідності, додавання до суміші рідини.

Метантенк (реактор). Метантенк – це міцна споруда, у якій і відбувається процес бродіння і утворення біогазу. Зазвичай, він має округлу форму, зверху накритою плівкою високої щільності, у вигляді куполу, сфери.

У метантенку встановлені мішалки, які попереджають утворення на поверхні біосубстрату корки. В середині реактора створюється безкисневе середовище та необхідна для процесу бродіння температура – 35-38⁰С (мезофільний діапазон температур) або 50-55⁰С (термофільний діапазон). Взимку реактор потрібно підігрівати, влітку охолоджувати.

Для підтримання необхідної температури біосубстрату здійснюється його підігрів або охолодження.

Очищення біогазу. Із метантенку біогаз направляється до агрегату для його очищення від сірководню та інших домішок.

Біогазове сховище (газгольдер). Після очищення біогаз направляється до газгольдера (сховище біогазу), який облаштовують на поверхні метантенка або у окремій сфероподібній споруді.

Когенераційний блок (когенератор). Це окрема споруда з автоматикою, де відбувається переробка біогазу в енергоносії – електричну енергію, опалення, підігрів/охолодження реактора та ін.

Виробництво біометану. Альтернативною виробництва електроенергії є – видобуток біометану. За допомогою спеціального обладнання, біогаз донасичується метаном. Коли вміст метану дорівнює 98% його можна назвати біометаном.

Біометан – повний аналог природнього газу, тому при відповідних характеристиках його можна закачувати у загальну газову трубу країни.

Відпрацьований біосубстрат. Відпрацьований біосубстрат (дигестат) із реактора перекачується у окремий збірник. Тут встановлюють сепаратор, після чого рідку фракцію можна вносити у якості органічних добрив машинами для внесення рідких органічних добрив, а тверду фракцію також використати у якості добрив.

Дигестат – дуже поживні органічні добрива, які повністю замінюють хімічні добрива.

Розрахунок розмірів біогазогенераторів

Можливий енергетичний вихід біогазогенератора визначають за формулою

$$E = \eta \cdot H_b \cdot V_b, \quad (8.1)$$

де η – ККД пального пристрою, котельного та іншого обладнання (становить близько 60%, так як деяку кількість метану спрямовують на підігрів, що знижує ККД);

H_b – питома об’ємна теплота згорання біогазу (близько 20 МДж/м³ за парціального тиску близько 103 Па);

V_b – об’єм отриманого біогазу, м³.

Співвідношення (8.1) для чистого метану, що входить у біогаз, має наступний вигляд

$$E = \eta \cdot H_m \cdot f_m \cdot V_b, \quad (8.2)$$

де H_m – питома теплота згорання метану (за нормальних умов 28 МДж/м³),

f_m – частка метану в біогазі, ($f_m \approx 0,7$).

Об’єм біогазу визначають із виразу

$$V_b = c \cdot m_0, \quad (8.3)$$

де c – вихід біогазу із сухої біомаси, м³/кг, ($c = 0,2 \dots 0,4$ м³/кг);

m_0 – маса сухого зброджуваного матеріалу, (2 кг/добу на одну корову).

Об’єм рідкої маси, що заповнює біогазогенератор, визначаємо за формулою

$$V_f = \frac{m_0}{P_m}, \quad (8.4)$$

де P_m – густина сухого матеріалу, розподіленого у масі, кг/м³,
 $P_m \approx 50$ кг/м³.

Об’єм біогазогенератора визначаємо за формулою

$$V_d = V_f \cdot t_r, \quad (8.5)$$

де V_f – швидкість подавання зброджуваної маси у біогазогенератор, кг/добу;

t_r – тривалість перебування чергової порції біомаси у біогазогенераторі, (від 8 до 20 діб).

Завдання. Визначити об’єм біогазу, отриманого у біогазогенераторі від утилізації гною заданої кількості корів (кількості корів задається викладачем на початку заняття для індивідуальних розрахунків), і забезпечувану ним потужність.

Тривалість циклу зброджування 20 діб за температури 30°C, сухий зброджуваний матеріал від однієї тварини подають із швидкістю 2 кг/добу, вихід біогазу складає 0,24 м³/кг, ККД

пальникового пристрою – 0,6; відносний вміст метану в одержуваному біогазі становить – 80%.

Контрольні запитання

1. Що таке біогаз?
2. Що є сировиною для отримання біогазу?
3. Де можливе самовільне утворення біогазу?
4. Який склад біогазу?
5. Що формує енергетичну цінність біогазу?
6. Як отримують біометан?
7. Що таке біогазова станція?
8. Які переваги впровадження біогазового виробництва?
9. Яку функцію в біогазовій станції виконує метантенк?
10. Яку функцію в біогазовій станції виконує когенераційний блок?

Література [9-12]

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Аграрне право України: підручник. / За ред. О.О. Погрібного. Видавництво: Істина. Київ, 2007. 448 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Pohribnyi_OO/Ahrarne_pravo_Ukrainy.pdf?PHPSESSID=dnoabnhk7opscq9n1i0pd2mplm7.
2. Жушман В.П., Статівка А.М. Аграрне право: підручник. Харків, 2010. 296 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Zhushman_Viktor/Ahrarne_pravo.pdf/
3. Аграрне право України: навчальний посібник. / За ред. М. В. Єрмоленка. Київ, 2010. 245 с. URL: http://elibrary.collegesnau.com/wp-content/uploads/2022/02/%D0%84%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE-2010_agrarne_pravo_ukraini-1.pdf.
4. Харитонов Т.Є., Каракаш І.І., Григор'єва Х.А. та ін. Аграрне право України: навчальний посібник. / За редакцією Т.Є. Харитонової, І.І. Каракаша. Одеса: Юридична література, 2017. 436 с. URL: [https://fpk.in.ua/images /biblioteka/4bac_pravo/Kharytonova-Karakash-Ahrarne-pravo-Ukrainy-1_compress ed.pdf](https://fpk.in.ua/images/biblioteka/4bac_pravo/Kharytonova-Karakash-Ahrarne-pravo-Ukrainy-1_compress ed.pdf).
5. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. Київ: «Основа», 2011. 551 с. URL: <https://kpdi.edu.ua/biblioteka/>.
6. Шуайбов О.К. Практикум з охорони праці: навчальний посібник. Ужгород: Ужгородський національний університет, 2007. 280 с. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/20008/1/POSIBNIK-07%28OOP%29_vipr.pdf.
7. Кошель В.І., Сав'юк Г.П., Дзундза Б.С. Основи охорони праці. Практичні заняття: Навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ: НАІР, 2014. 151 с.
8. Шудренко І.В. Охорона праців галузі: навч. посіб. Житомир: ЖНАЕУ, 2017. 136 с. http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/8414/1/Okhoro na_pratsi_v_haluzi.pdf.
9. Жигуц Ю.Ю., Цигика В.В. Інженерна екологія (для студентів технічних спеціальностей) : Видання 3-є, випр. і доп. Ужгород: ПП «Інватор», 2020. 204 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/45649>.
10. Ісаєнко В.М. та ін. Інженерна екологія: підручник. Київ: НАУ, 2019. 452 с. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/41615>.
11. Скобло Ю.С., Цапко В.Г., Мазоренко Д.І. та ін. Інженерна екологія сільськогосподарського виробництва: навч. посіб. за ред. Д.І. Мазоренка, В.Г. Цапка. Київ: Основа, 2007. 390 с.
12. Ісаєнко В.М. та ін. Інженерна екологія: підручник. / За заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В.М. Ісаєнка. 2-є вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. Київ: НАУ, 2019. 452 с.

ЗМІСТ

	Стор.
Передмова	3
Практична робота № 1	5
Практична робота № 2	8
Практична робота № 3	11
Практична робота № 4	16
Практична робота № 5	20
Практична робота № 6	27
Практична робота № 7	34
Практична робота № 8	40
Рекомендована література	46

Навчально-методичне видання

ЗАКОНОДАВСТВО, ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ТА ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для
здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальність 208 "Агроінженерія"
освітньо-професійна програма "Агроінженерія"

Укладачі: канд. техн. наук, доцент П.Г. Лузан,
канд. техн. наук, доцент В.В. Амосов,
канд. техн. наук, ст. викл. О.Р. Лузан

Рецензенти: канд. техн. наук, доцент Лещенко С.М.
канд. техн. наук, доцент Петренко Д.І.