

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

**МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В  
СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ**

Методичні вказівки до виконання практичних робіт  
для студентів спеціальностей 133 - “Галузеве машинобудування”  
та 208 - “Агроінженерія”

Кропивницький

2017

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

**МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В  
СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ**

Методичні вказівки до виконання практичних робіт  
для студентів спеціальностей 133 - “Галузеве машинобудування”  
та 208 - “Агроінженерія”

Затверджено  
на засіданні кафедри  
сільськогосподарського  
машинобудування  
протокол № 7 від 7 грудня 2016 р.

Кропивницький  
2017

МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ: Методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів спеціальностей 133 - “Галузеве машинобудування” та 208 - “Агроінженерія” / Укл. І.М. Осипов, І.П. Сисоліна – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – 66 с.

Укладачі: професор., канд. техн. наук І.М. Осипов,  
доцент, канд. техн. наук І.П. Сисоліна

Рецензент: канд. техн. наук, доцент В.А. Онопа

## Практична робота №1

### Обігрів індивідуальних весняних споруд закритого ґрунту

**Мета роботи:** ознайомитись з існуючими способами обігріву індивідуальних весняних споруд закритого ґрунту з використанням сонячної енергії, систем опалення, навчитись виготовляти найпростіші акумулятори сонячного тепла та систем пічного і електричного опалювання для їх подальшого використання в невеликих фермерських теплицях.

#### 1. Загальні відомості

Тепло має важливе значення для зростання і розвитку рослин. Основні процеси їх життєдіяльності: фотосинтез, дихання, кореневе живлення залежать від температури довкілля. Індивідуальні весняні теплиці, як правило, будуються без систем технічного опалювання. Необхідний для рослин температурний режим в них підтримується завдяки сонячній енергії.

Значно підвищити ефективність використання сонячної енергії можна шляхом акумуляції тепла в ґрунті в ясні сонячні дні. Схема теплиці такої конструкції приведена на рис. 1.1.

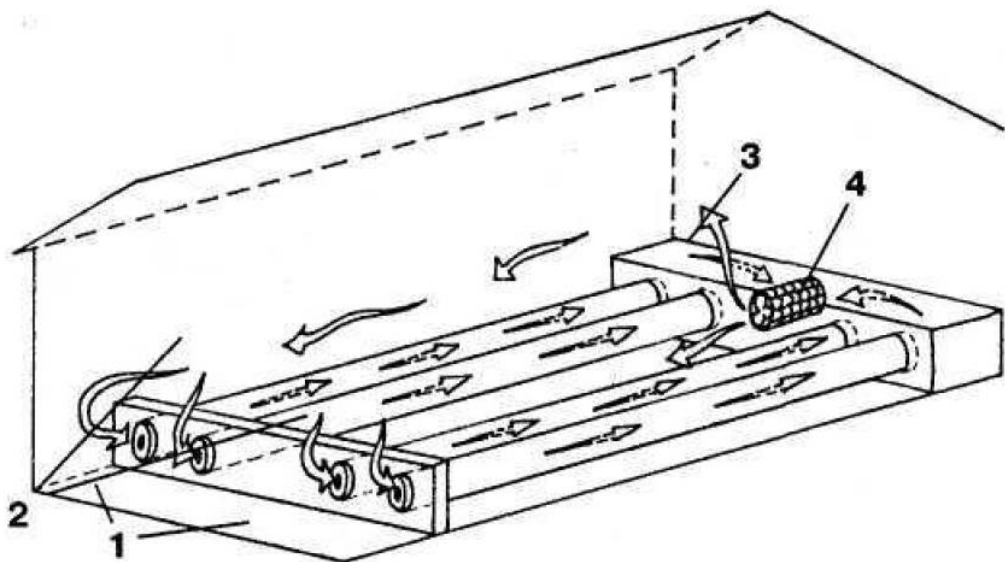


Рис. 1.1. Схема теплиці з акумуляцією сонячного тепла в ґрунті:  
1-прямки, 2-ґрунтові труби, 3-канал, 4-вентилятор

Акумуляція сонячної енергії в теплиці досягається за рахунок циркуляції повітря по азбоцементних трубах діаметром 10-20 см, укладених в

шарі глини на глибині 40-50 см. Рух повітря здійснюється завдяки електровентилятору потужністю 25-30 Вт. При постійній циркуляції вдень тепле повітря, проходячи по трубах, віддає тепло шару глини завтовшки 20 см і тепличному ґрунту, а вночі повітря в теплиці підігрівається за рахунок акумульованого тепла. Тому нічна температура повітря на 4-5°C вище, ніж в звичайній теплиці без обігріву.

Поліпшити використання сонячної енергії в теплиці можна завдяки геліоустановці, в якій досягається вища температура теплоносія. Сонячний колектор (нагрівач) складається з алюмінієвого корпусу площею 2 м<sup>2</sup>, в якому розміщено вісім труб, світлопрозорого обгороджування із скла, теплообмінника і теплової ізоляції (рис. 1.2). Теплові труби в зоні нагрівача забезпечені плоскими ребрами, а в зоні тепловіддачі - кільцевими. Теплопоглинальна поверхня колектора покрита чорною матовою фарбою.

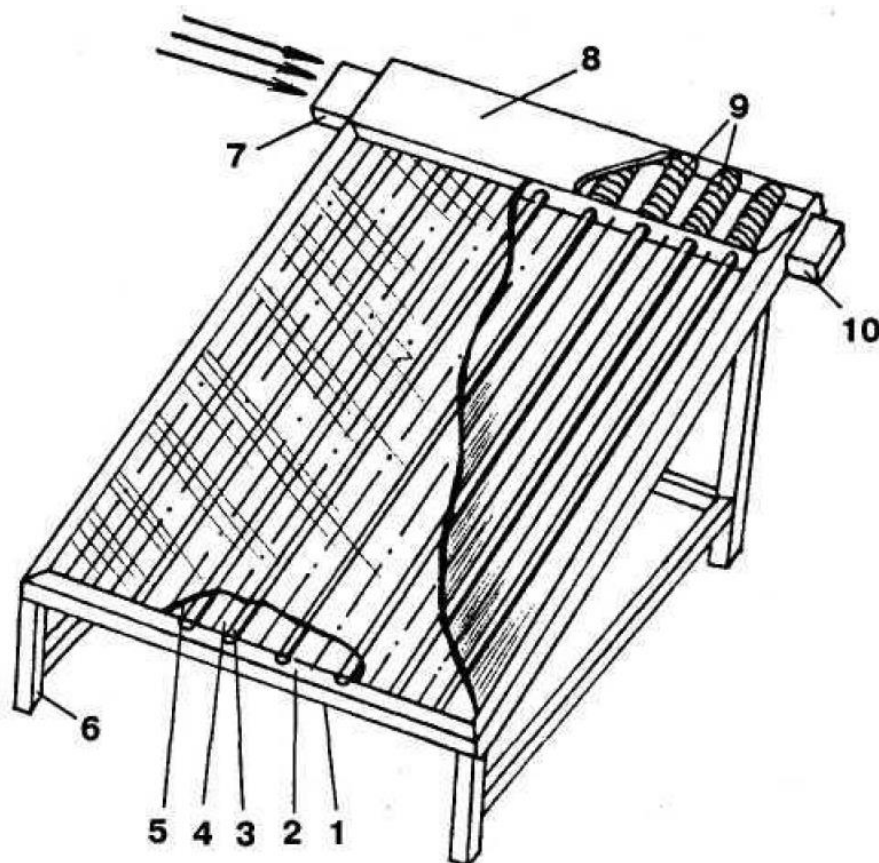


Рис. 1.2. Сонячний колектор:

1-корпус, 2-теплоізоляція, 3-теплова труба, 4-плоске ребро, 5-захисне скло, 6-кронштейн, 7-вхідний патрубок, 8-теплообмінник, 9-кільцеві ребра, 10-вихідний патрубок повітровода

Розроблено декілька типів конструкцій сонячного колектора, але принцип роботи однаковий для усіх і полягає в наступному: сонячна радіація, проходячи через світлопрозору огорожу нагрівача, уловлюється тепловими трубами і нагріває воду або випаровує фреон. Гаряча вода або пари фреону, піднімаючись вгору, охолоджуються в теплообміннику повітрям, що проходить через нього. Вода, що охолодилася, або пари фреону, що сконденсувалися, повертаються в зону нагріву під дією гравітації.

Як вторинний теплоносій зазвичай використовується повітря. Потужність повітряних геліоустановок в сонячну погоду може досягати 500-800 Вт/м<sup>2</sup> площі колектора. Геліоустановка відносно проста у виготовленні, найбільш трудомістка її частина - сонячний колектор.

Із дощок збивають ящик розміром 1500x750x100 мм. У верхніх кромках слід вибрати чверть для вставки скла. Зовні до краю ящика прибивають смужки заліза для установки другого скла (рис. 1.3,а). Дно і стінки усередині ящика обклеюють шаром пінопласту завтовшки приблизно 20 мм.

Внутрішню порожнину ящика забарвлюють чорною масляною фарбою, заздалегідь змішавши 1 л фарби з 1/3 частиною шматка господарського мила, розбещеного в невеликій кількості води (в результаті вийде матова масляна фарба). Зовні ящик покривають будь-якою фарбою для зовнішніх робіт. У ящику зміцнюють радіатор сонячного колектора (рис. 1.3,б). Він є змійовиком з мідної або латунної трубки з внутрішнім діаметром не менше 15 мм. На кожне коліно трубки надіто 15-20 мідних або латунних куткових планок. Обидва виходи підключено до водопровідних труб.

Радіатор сонячного колектора починають робити з U-подібних секцій трубок. Їх гнуть за допомогою пристрою, подібного до пристрою для вигину водопровідних труб. При виготовленні U-подібних секцій як важелі використовують відрізки сталевих труб декілька більшого діаметру. Їх одягають на м'які мідні або латунні трубки, щоб оберегти від вигинання в інших місцях. Потім виготовляють куткові планки. Нарізані смужки міді або

латуні (ще не зігнуті в куточок) складають стопкою і затискають в лещатах. Просвердлюють отвір, в який для фіксації заготівель заганяють відрізок трубки, з якої буде зроблений колектор, заготівлі підрівнюють і знову затискають в лещатах. Просвердливши другий отвір, смужки згинають на куточок.

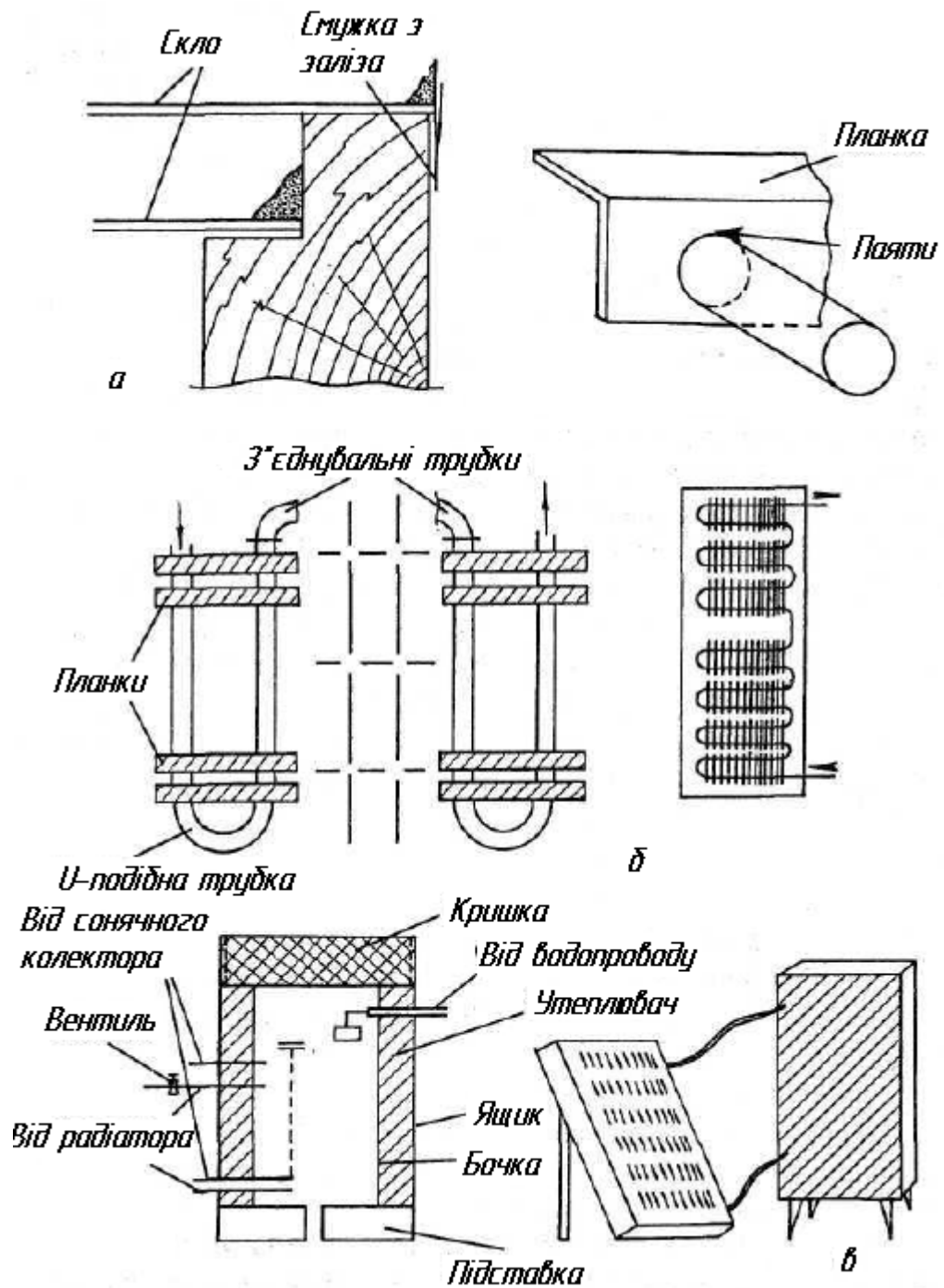


Рис. 1.3. Геліоустановка

На обидва кінці U-подібної трубки надівають куткову планку. Використовуючи високоактивний флюс (типу ЛЭТИ- 120), припаюють планку до трубки в обох отворах. Таким чином закріплюють по черзі усі планки. Зібравши усі секції, а їх в колекторі роблять 7-8, сполучають їх, спаюючи сполучними трубками. На обидві вихідні трубки напаюють втулки-перехідники (якими з'єднуються змішувачі з водопровідними трубами), що центруються, і за допомогою муфт сполучають колектор з водопровідними трубами.

Стекла колектора ставлять на спеціальну мастику (склад приведений в масових частинах) : мів той, що просіює - 50, сурик залізний сухий - 30, оліфа натуральна - 18-20.

Сонячний колектор розташовують на підставці в захищеному від вітру місці поряд з акумулятором тепла. Поверхня сонячного колектора має бути перпендикулярна сонячним променям опівдні. Тому колектор і акумулятор тепла жорстко сполучають з водопровідними трубами, а в розрив вставляють два відрізки гумового шланга необхідного діаметру.

Акумулятор тепла є звичайною бочкою місткістю 20 л, поміщену в дерев'яний ящик (рис. 1.3,в). Необхідно забезпечити його хорошою теплоізоляцією. Для цього на дно ящика укладають хрестоподібну дерев'яну підставку і закладають увесь вільний простір повстю або ватою. Бочку ставлять в ящик на підставку і увесь вільний простір між бочкою і стінками ящика також заповнюють ватою, причому товщина ізолюючого шару скрізь не менше 80 мм. Знімну кришку бочки утеплюють ватним матрациком (його товщина теж 80 мм).

До бочки підходять п'ять труб: дві - від сонячного колектора; дві - від радіатора, розташованого в парнику або теплиці, і одна труба від водопроводу.

При обігріві теплиці або парника від геліоустановки необхідно зробити введення труб і встановити усередині нього декілька пластинчатих радіаторів. Тип радіаторів, їх число, температура в теплиці визначаються



експериментально. Подачу підігрітої води регулюють вентиляем.

Усі труби, що йдуть від сонячного колектора до акумулятора тепла і від нього до теплиці, мають бути ретельно теплоізольовані. Для цього їх обмотують повстю або ватою (завтовшки близько 50 мм), згори толем і закріплюють усі дротом.

Для екстрених випадків, оскільки сонячна погода не гарантується, варто передбачити установку резервного електричного обігрівача.

Взимку і на початку весни сонячної енергії навіть в денний час явно недостатньо для підтримки в теплиці позитивної температури, тому необхідно передбачити систему опалювання.

Якщо є можливість постійно контролювати температуру в теплиці, можна встановити пічне опалювання. Одна з можливих конструкцій представлена на рис. 1.4.

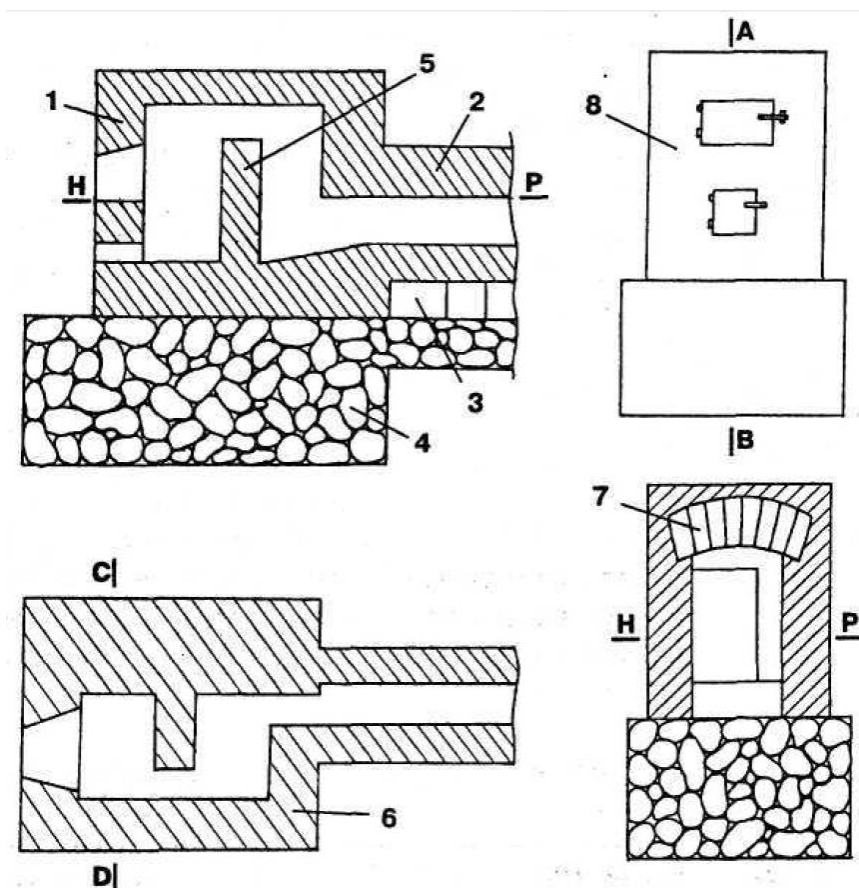


Рис. 1.4. Теплична піч:

1 - піч, 2-димохід, 3-шанци, 4-фундамент, 5-перегородка, 6-стінка в одну цеглину, 7-вистілка в два ряди, 8-фасад

Ця піч призначена для опалювання теплиці площею близько 15 м<sup>2</sup> і складається з власне печі, горизонтального димаря і димаря. Димар, що проходить під стелажми в теплиці, укладають із завищенням (1,5 см на 1 м довжини) до труби для забезпечення кращої тяги. Відстань печі і димаря від стін теплиці і від верху димаря до стелажу повинно бути не менше 15 см. Товщина стін забезпечує хорошу акумуляцію тепла. Топлять піч дровами або брикетами.

Теплицю можна опалювати і за допомогою водяного опалювання (рис. 1.5).

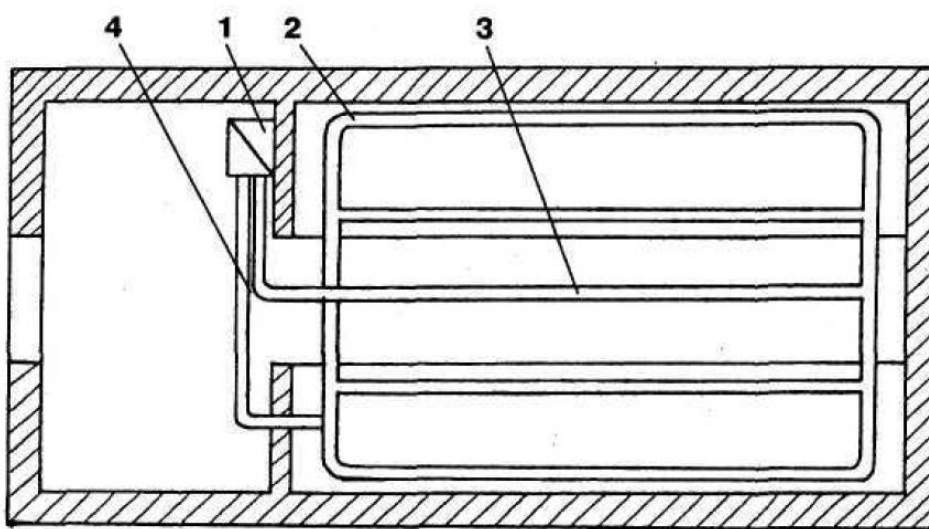


Рис. 1.5. Водяне опалювання в теплиці:

1-котел, 2-опалювальні труби, 3-гаряча труба, 4-зворотна труба

Для цього в тамбурі теплиці встановлюють водонагрівальний котел. Гаряча вода з котла поступає по трубі діаметром 76 мм, укладеної під коником будівлі з невеликим ухилом до колектора, де розподіляється по чотирьох обігрівальних трубах діаметром 57 мм, розташованих під стелажми. Біля тамбура обігрівальні труби знову з'єднуються в колектор і охолоджена вода по зворотному трубопроводу поступає в котел для підігрівання. Циркуляція води в системі забезпечується установкою в найвищій точці теплиці розширювального бака місткістю 20-30 л, сполученого з живлячою трубою. Через поживний бак виробляється також заповнення системи водою.

Водяна система опалювання простіша і надійніша в експлуатації в порівнянні з пічною.

Для обігріву повітряного середовища теплиці можна використовувати різні нагрівачі, у тому числі ті що працюють на рідкому і газоподібному вуглеводневому паливі, а також електричні нагрівальні пристрої.

Як аварійна система опалювання можна використовувати побутові газові плити, що працюють на зрідженому газі.

Для опалювання теплиці газом найбільш зручна настільна газова плита, укомплектована балоном місткістю 5 л. Ця плита і балон мають невелику вагу. Вдень їх можна використовувати для побутових потреб, а на ніч перенести в теплицю. Плиту ставлять посередині теплиці в проході і на неї кладуть металевий лист. Необхідну подачу газу в пальник визначають досвідченим шляхом. Полум'я пальника має бути таким, щоб в нічний час температура в теплиці була на 4-5°C вище за температуру зовнішнього повітря. У проході теплиці можна поставити газові лампи або гасниці. Над ними на таганах (кільце на трьох ніжках), зігнутих з дроту, розміщують металеві пластини розміром приблизно 40x40 см, сприяючи швидшому і рівномірному прогріванню повітря в теплиці.

Значно безпечніше в цьому відношенні обігрівачі безполуменевого або каталітичного горіння. Принцип їх роботи полягає в тому, що пари рідкого палива (бензину або спирту) окислюються киснем повітря у присутності каталізатора безпосередньо на поверхні нагрівального елемента. Тепло виділяється не за рахунок згорання, а за рахунок хімічної реакції окислення.

Для опалювання теплиць можна також використовувати вторинне тепло, яке втрачається при опалюванні будинків, наприклад газовими котлами, оскільки їх конструкція недосконала. Тому тепло, що виходить в "трубу", багато сільських жителів використовують для обігріву пристінних теплиць. Ними вони підігрівають воду, яка подається в систему опалювання теплиці.

Якщо умови електричного введення нормальні і дозволяють

підключати струмоприймачі потужністю до 2 кВт, можна застосувати побутові електронагрівальні прилади. Дуже зручні в цьому випадку різні електротепловентилятори.

Як нагрівальні елементи рекомендуються тільки ті електроприлади, у яких нагрівальна спіраль закрита. Прийнятніше використовувати радіатори з масляним наповненням або електролампи, підвішені над проходом на відстані 1,5 м одна від одної і на висоті 1 м над поверхнею гряди. Загальна потужність ламп має бути не більше 500 Вт на секцію.

Спеціально для індивідуальних теплиць розроблений електронагрівальний дріт, який можна використовувати для обігріву як ґрунту, так і повітря в теплиці. Електронагрівальний пристрій УНТ-1 або УНТ-2 складається з нагрівального дроту типу ПНВСВ завдовжки 66 м, автоматичного вимикача і двополюсної штепсельної розетки із заземленням. Потужність пристрою 1 кВт.

При монтажі нагрівального дроту в ґрунті роботи треба проводити в наступному порядку:

- вирити котлован завглибшки 400-500 мм;
- вирівняти і утрамбувати дно котловану;
- насипати шар керамзиту або гравію завтовшки 40-50 мм і шар піску завтовшки 50 мм;
- у торцевих стінок котловану укласти дерев'яні шаблони з бруса перерізом 40х40 см з прорізами через 100 мм;
- укласти нагрівальний дріт відповідно до схеми (рис. 1.6);
- змонтований дріт засипати шаром піску завтовшки 50 мм або залити цементним розчином завтовшки 30 мм;
- поверх піщаної засипки (чи цементного стягування) насипати поживний ґрунт шаром 250-300 мм.

Нитки нагрівального дроту, а також місця його з'єднання з кабелем, що підводить, не повинні торкатися один одного.

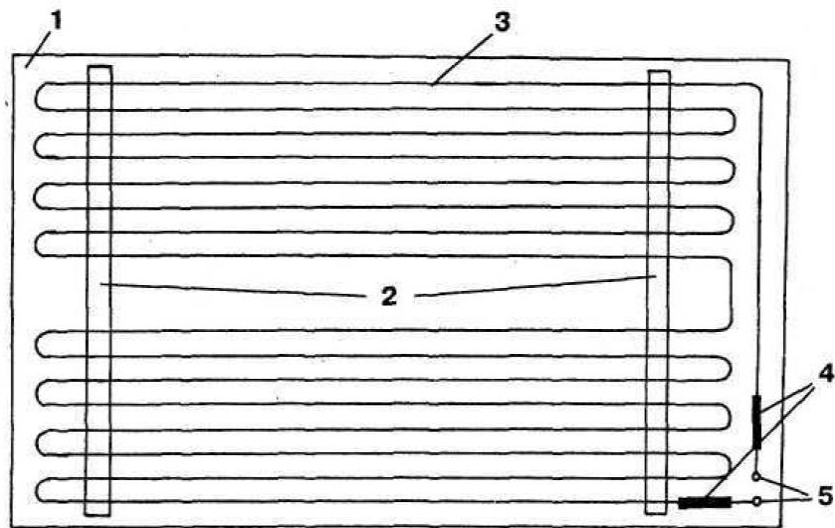


Рис. 1.6. Схема укладання нагрівального дроту для обігріву ґрунту :  
 1-контур теплиці, 2-дерев'яні шаблони, 3-нагрівальний дріт, 4-  
 з'єднання, 5-з'єднаний дріт

При монтажі нагрівального дроту для обігріву повітря необхідно виготовити і закріпити на стінах теплиці підтримувальні гачки і укласти на них дріт (рис. 1.7). Відстань між гачками по горизонталі 800-1000 мм, по вертикалі 100-120 мм і 200 мм від поверхні ґрунту.

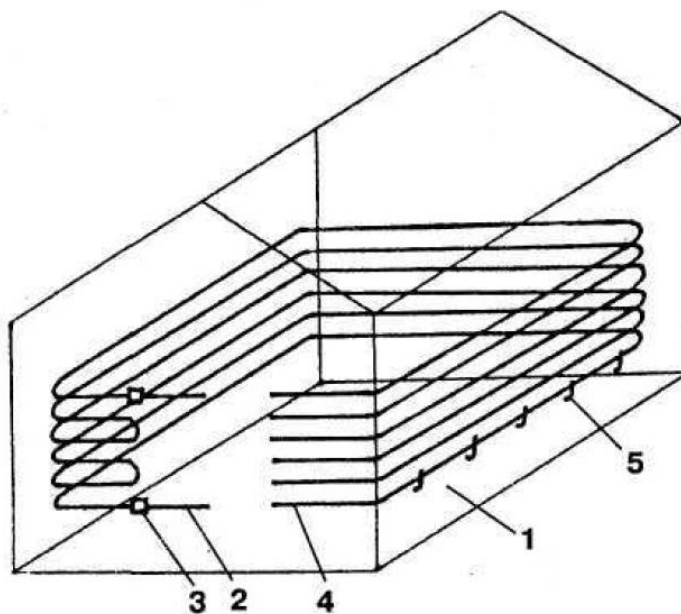


Рис. 1.7. Схема укладання нагрівального дроту для обігріву повітря:  
 1-стенка теплиці, 2-сполучний дріт, 3-соединение, 4-нагрівальний дріт,  
 5-крючок

Для електрообігріву повітря і ґрунту в парниках і теплицях широко застосовують нагрівальні дроти типу ПОСХВ, ПОСХП, ПОСХВТ. Максимально допустима температура нагріву дротів ПОСХВ і ПОСХП дорівнює 70°C, а ПОСХВТ - 105°C.

Останнім часом дуже широко використовуються плівкові обігрівачі з нагрівальними елементами. Вони складаються із сталевого корпусу, покритого ізоляційною емаллю, на яку методом пневматичного розпилювання нанесена пастоподібна маса матеріалу резистора. Згори електропровідна плівка покривається термостійким електроізоляційним лаком або епоксидною смолою.

Нагрівальні елементи працюють в умовах підвищених температур, тому стійкість їх проти високої температури і визначає термін служби пристрою. Краще всього цим вимогам відповідають спеціальні хромонікелеві сплави (ніхром), залізохромоалюмінієві сплави і неметалічні нагрівачі (графітові, вугільні, карбідні і тому подібне).

При робочих температурах до 300-360°C використовують сталевий оцинкований дріт, що є дешевим і доступним матеріалом. Проте нагрівальні елементи з нього мають істотні недоліки: значно піддаються окисленню і іржі, великий температурний коефіцієнт опору, нестандартність електричних властивостей навіть в межах однієї марки дроту. Елементи, виготовлені із сталевого оцинкованого дроту, застосовуються для обігріву ґрунту і повітря в парниках і теплицях.

Для ізоляції нагрівальних елементів користуються матеріалами, які окрім електроізоляційних властивостей мають хорошу теплопровідність, що забезпечує мінімальний теплоперепад між нагрівальним опором і робочою поверхнею елемента. Високі ізоляційні якості ці матеріали повинні мати як в холодному стані, так і при високій робочій температурі і підвищеній вологості.

Ізолують електронагрівальні елементи слюдою, азбестом, фарфором або кварцевим піском. Для ізоляції відкритих нагрівальних елементів

використовують фасонну кераміку, що є одночасно і каркасом для нагрівача.

При електродному нагріві велике значення мають матеріали, з яких вони виготовлені. Залізні електроди застосовують тільки при нагріванні води для опалювання.

Промисловість виготовляє електронагрівальні елементи герметичними, закритими і відкритими. Герметичні нагрівачі не окислюються і не забруднюються; захищені від механічних ушкоджень; електробезпечні; передають тепло без різких перепадів температури. Найпоширенішими є трубчасті електронагрівачі (ТЕНи). Їх використовують у водонагрівачах, електрокалориферах.

Трубчастий нагрівач складається з металевої трубки, ніхромової спіралі, наповнювача, вивідних шпильок, втулок ущільнювачів, має гайки для кріплення нагрівача. Як наповнювач зазвичай використовують окисел магнію, оскільки вона добре проводить тепло і є надійним ізолятором. Спіраль в такому нагрівачі майже не окислюється, що забезпечує тривалість її експлуатації до 10000 годин.

Трубки нагрівачів виготовляють із звичайної і нержавіючої сталі і латуні. ТЕНи з трубками із звичайної сталі застосовують для нагріву повітря, а з нержавіючої сталі і латуні - для нагріву води.

Трубчасті нагрівачі повинні працювати тільки в тому середовищі, для якого вони призначені. Якщо електронагрівач призначений для роботи у воді, то уся його активна частина має бути занурена у воду так, щоб вони не торкалися один одного. Висновки слід ізолювати від дії теплового випромінювання.

ТЕНи розраховані на номінальну напругу 12, 24, 36, 48, 55, 60, 127, 220 і 380 В; мають номінальну потужність 50, 65, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600 і 2000 Вт; мають зовнішні діаметри трубок 7, 9; 12,5 і 15,0 мм.

Закриті електронагрівальні елементи поміщені в захисну оболонку, яка захищає їх від механічних ушкоджень, але не заважає доступу повітря.

Передача тепла здійснюється за рахунок конвенції.

Відкриті електронагрівальні елементи віддають тепло конвенцією і інфрачервоним випромінюванням.

Від невеликих заморозків рослини можна захистити термосифонними трубами. Термосифон (рис. 1.8) є металевою трубою завдовжки 600 мм і внутрішнім діаметром 18 мм. Для інтенсивної тепловіддачі у верхній частині труби приварено шість ребер розміром 150x20 мм. Термосифон цієї конструкції встановлюється під кутом 60° до горизонту. При установці термосифонів (з розрахунку один пристрій на 0,4 м<sup>2</sup> площі) температура повітря в теплиці може бути підвищена на 2-3°C.

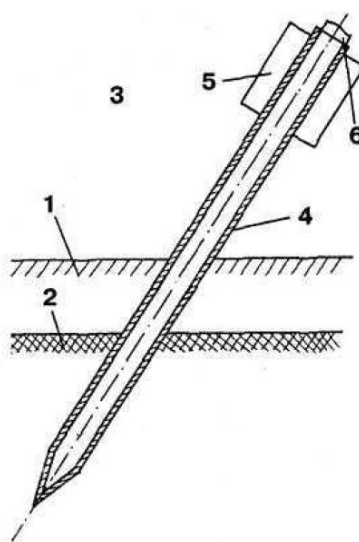


Рис. 1.8. Термосифон:

1-біопаливо, 2-грунт, 3-повітряне середовище, 4-корпус, 5-ребро, 6-пробка

## 2. Зміст звіту

1. Опис теплиці з акумуляцією сонячного тепла в ґрунті.
2. Будова, дія сонячного колектора.
3. Будова, дія геліоустановки.
4. Будова, дія акумулятор тепла.
5. Опис систем пічного опалення індивідуальних весняних теплиць.
6. Опис систем водяного опалення індивідуальних весняних теплиць.
7. Опис систем електроопалення індивідуальних весняних теплиць.
8. Будова, дія термосифона.



## **Практична робота №2**

### **Визначення місячної витрати палива на обігрів заскленої теплиці**

**Мета роботи:** ознайомитись з існуючими системами опалення та вентиляції, джерелами тепла ангарних і блокових теплиць, навчитись проводити розрахунок загальної поверхні опалювальних приладів та місячних витрат палива на обігрів теплиці.

#### **1. Загальні відомості**

Засклені ангарні і блокові теплиці експлуатують протягом усього року і взимку обов'язково опалюють. Конструкцію зимових теплиць залежно від району розраховують на снігове навантаження 10-25 кг на 1 м<sup>2</sup> покрівлі.

Мають деяке поширення зимові гідропонні теплиці для вирощування овочів на штучних субстратах. По будівельних конструкціях, системам опалювання і вентиляції вони не відрізняються від звичайних ґрунтових теплиць, але в них є спеціальне устаткування, що складається з піддонів і пристроїв по приготуванню, подачі і зливу поживних розчинів.

Основне технологічне устаткування засклених теплиць включає наступні пристрої і установки: системи опалювання повітря і ґрунту, поливу і підгодівлі рослин, вентиляції; опромінюючі установки; пристрій автоматичного регулювання мікроклімату; набір машин для обробки ґрунту і боротьби з шкідниками і хворобами рослин.

У типових проектах ангарних теплиць застосовують змішану систему опалювання - трубну і легкокалориферну. При цьому спостерігається тенденція до збільшення питомої потужності останньої. В усіх сучасних блокових теплицях використовують трубну систему.

Вентилують теплиці головним чином влітку і весною для боротьби з перегріваннями, що виникають при високій інтенсивності сонячної радіації і високій температурі зовнішнього повітря. В деяких випадках вентилувати теплиці доводиться для зниження відносної вологості повітря при вирощуванні томатів.

Ангарні теплиці, як правило, вентилують шляхом відкриття фрамуг на

покрівлі теплиці і в бічних її стінках (природна вентиляція). При одночасному відкритті верхніх і бічних фрамуг теплиці вентилюються інтенсивніше, оскільки бічні фрамуги є припливними, а верхні - витяжними (рис. 2.1). Для примусової вентиляції включають вентилятори, що забирають по спеціальних патрубках зовнішнє повітря і направляють його в теплицю, з якої він викидається через відкриті фрамуги. Така примусова вентиляція ефективно діє при порівняно низьких температурах зовнішнього повітря. При температурі зовнішнього повітря вище 20°C в ясну погоду примусова вентиляція не дає потрібного ефекту. Блокові теплиці вентилюють тільки через верхні фрамуги (рис. 2.2).

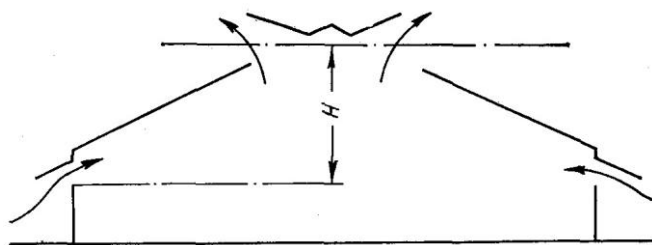


Рис. 2.1. Схема розташування вентиляційних отворів в ангарних теплицях

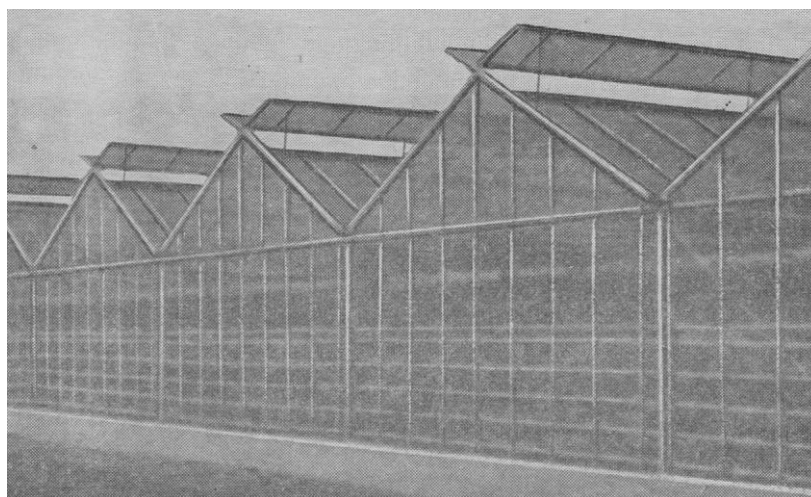


Рис. 2.2. Вентиляція блокових теплиць

Економічна ефективність виробництва овочів в спорудженнях захищеного ґрунту багато в чому залежить від вибраного джерела тепла і системи опалювання. Відомо, що витрати на обігрів зимових теплиць досягають 30-40% усіх експлуатаційних витрат по вирощуванню овочів. При

цьому основна їх складова - оплата теплової енергії.

Найбільш дешеві джерела тепла - теплові відходи промислових підприємств і геотермальні води. Найефективнішим джерелом тепла слід визнати природний газ, використання якого дозволяє застосовувати найбільш дешеві системи опалювання - газові калорифери з прямим спалюванням газу в теплиці.

Питання про використання теплових відходів промисловості і геотермальних вод для обігріву споруджень захищеного ґрунту вирішується після відповідних техніко-економічних розрахунків, що дозволяють для конкретних умов визначити економічну доцільність їх застосування. Теплові відходи і геотермальні води мають різні температуру, хімічний склад, запас тепла, віддаленість від місця споживання і т. п. Чим нижче температура теплоносія і чим далі розташовано джерело тепла від тепличного комбінату, тим менше економічна ефективність використання його для обігріву споруджень захищеного ґрунту. Геотермальні води, крім того, дуже часто мають велику мінералізацію з присутністю агресивних іонів, що ускладнює їх застосування для опалювання споруд культивуацій.

Особливо слід зупинитися на використанні електричної енергії для обігріву теплиць. Електрична енергія, як відомо, є найдосконалішим джерелом тепла. Вона дозволяє легко здійснювати автоматизацію роботи системи опалювання, що веде до скорочення трудових витрат на їх обслуговування, забезпечує необхідний мікроклімат в приміщенні культивуації. Електроенергію легко транспортувати на великі відстані і дробити на необхідну величину потужності. Проте вартість тепла, що отримується в електроустановках, в порівнянні з іншими джерелами обходиться дорого.

Як показав досвід обігріву приміщень культивуацій, застосовувати електроенергію економічно доцільно в південних районах країни, в першу чергу для розсадних споруд, а також для весняних плівкових теплиць як аварійний обігрів, тобто коли вимагається невелика кількість тепла.

Перспективне використання електроенергії для вказаних цілей при встановленні пільгового нічного тарифу. При цьому слід застосовувати акумулятори тепло, в якому тепла енергія накопичується вночі, а потім використовується вдень для опалювання споруд культиваций. Поблизу великих гідроелектростанцій і атомних електростанцій, що виробляють електроенергію з низькою собівартістю, можливе встановлення пільгового тарифу і в денні години.

Основною системою опалювання зимових закслених теплиць є водяна трубна система. Обігрівальні прилади при цій системі складаються з гладких труб, що прокладаються усередині теплиці під покрівлею (кровельний обігрів), уздовж цоколів подовжніх стін (цокольний обігрів), торцевих стін, в ґрунті (ґрунтовий обігрів) і на поверхні ґрунту (надґрунтовий обігрів). Опалювальні труби з'єднуються групами в реєстри.

Гаряча вода подається в труби спеціальними циркуляційними насосами, що встановлюються в безпосередній близькості від джерела гарячої води (котел, свердловина геотермальної води і т. п.). Труби опалювання необхідно прокладати з ухилом для повного стоку води при спорожненні системи опалювання. У вищих точках системи встановлюють повітрозбірники із спусковими краніками для спуску повітря з системи.

Водяна система опалювання працює безвідмовно за умови своєчасного спуску повітря з неї. Якщо цього не робити, то з'являються так звані повітряні пробки, циркуляція гарячої води припиняється і нормальна робота системи опалювання порушується. Опалювальні прилади систематично (через 3-4 року) необхідно покривати білою фарбою. Це збільшує термін їх служби і покращує освітлення в теплиці. Практиковане в тепличних господарствах покриття опалювальних приладів алюмінієвою фарбою зменшує їх тепловіддачу в 1,5-2 рази в порівнянні з білою фарбою. При збільшенні температури теплоносія ця різниця зростає.

Основний недолік трубної водяної системи опалювання - велика її металоємність, від 15 до 22 кг на 1 м<sup>2</sup> інвентарної площі при розрахунковій

температурі зовнішнього повітря відповідно -20 і -40°C (температура теплоносія 130 - 70°C). Недолік цієї системи також у великій тепловій інерції, що ускладнює інженерне рішення автоматизації температурного режиму усередині теплиці. Незважаючи на велику роботу, проведену в цьому напрямі, в теплицях з водяною трубною системою опалювання регулювальники температури не набули поширення із-за складності і ненадійності в роботі.

Гнучкішою і менш металоємною системою опалювання є змішана - трубна і калориферна із застосуванням опалювально-вентиляційних агрегатів. Ця система використовується в типових проектах ангарних теплиць. По цих проектах близько 75% загальної кількості тепла, необхідного для обігріву теплиці, покривається за рахунок трубної системи, а інші 25% - за рахунок опалювально-вентиляційних агрегатів.

Наявність в змішаній системі опалювально-вентиляційних агрегатів дозволяє здійснити з їх допомогою автоматизацію температурного режиму в теплиці, використовуючи дешевого двопозиційного регулювальника, і понизити витрату металу на 35,6% в порівнянні з трубною системою. Застосування чисто калориферної системи опалювання зимових теплиць в 8-10 разів скорочує витрату металу в порівнянні з трубною.

Для ще більшого зменшення витрати металу і вартості будівництва системи опалювання слід використовувати теплоносії з високою температурою. Чим вона вища, тим менше витрата металу.

Теплову потужність опалювальної системи визначають за величиною тепловтрат теплиці в розрахунковий період по формулі:

$$q = K_1 \cdot K' \cdot F \cdot (t_{BH} - t_{ЗОВ}) \text{ кКал/рік,} \quad (2.1)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт тепловіддачі засткленої поверхні, кКал/м<sup>2</sup>·рік·°С, для засткених теплиць з металевими шпросами приймається рівним 5,5 кКал/м<sup>2</sup>·рік·°С;

$K'$  - коефіцієнт інфільтрації (тепло, що втрачається через щілини скління), приймається рівним 1,2;

$F$  - засклена площа теплиці, м<sup>2</sup>;

$t_{BH}$  - розрахункова температура повітря усередині теплиці, що приймається рівною 18°C;

$t_{ЗОВ}$  - розрахункова температура зовнішнього повітря, °C.

Поверхню опалювальних приладів (труб) визначають по формулі:

$$F_{PP} = \frac{q}{K_2 \cdot (t_T - t_{BH})} \text{ м}^2, \quad (2.2)$$

де  $K_2$  - коефіцієнт тепловіддачі опалювальних приладів, приймається для гладких труб від 8 до 10 кКал/м<sup>2</sup>·год·°C;

$t_T$  - середня температура теплоносія в опалювальних приладах (для водяної системи опалювання вона дорівнює 82,5°C);

Для визначення місячної витрати палива на обігрів теплиці використовують формулу:

$$G = \frac{Q}{Q_T \cdot \eta}, \quad (2.3)$$

де  $Q$  - витрата тепла на обігрів теплиці за місяць, кКал;

$Q_T$  - теплотворна здатність палива, кКал/кг, кКал/л, кКал/м<sup>3</sup>, кКал/кВт/год.;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії котельної, приймається 0,88-0,95.

Величину  $Q$  визначають по формулі:

$$Q = K_1 \cdot K^l \cdot F \cdot (t_{BH} - t_{CP.ЗОВ}) \cdot T \text{ кКал/місяць} \quad (2.4)$$

де  $t_{CP.ЗОВ}$  – середня місячна температура зовнішнього повітря для даного регіону за кліматичним довідником, °C;

$T$  - тривалість опалювання теплиці за місяць, год.

Розраховані по формулі (2.3) місячні витрати палива за весь час експлуатації теплиці підсумовують і таким чином визначають витрату палива за сезон.

## 2. Зміст звіту

1. Перелік основного технологічного устаткування заскленних теплиць.

2. Опис систем опалення, що застосовують у типових проектах ангарних теплиць.

3. Мета та способи вентилявання теплиць.

4. Аналіз існуючих джерел тепла для обігріву теплиць.

5. Аналіз існуючих системи опалювання застелених теплиць.

6. Методика та розрахунок (за варіантом, вказаним викладачем (рис. 2.1, табл. 2.1) поверхні опалювальних приладів та місячних витрат усіх видів палива (табл. 2.2) на обігрів теплиці.

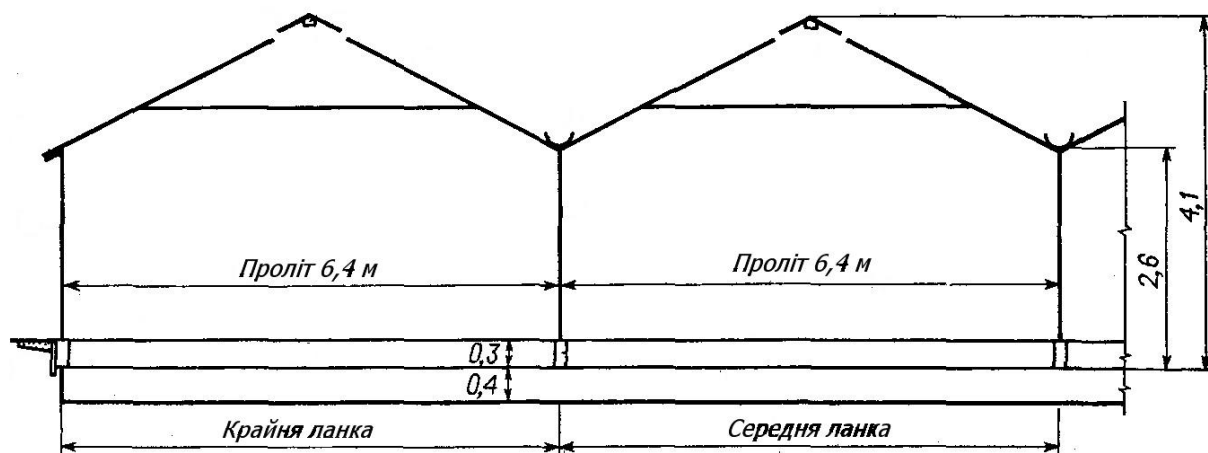


Рис. 2.3. Поперечний розріз крайньої і суміжної ланок блокової теплиці (розміри в метрах)

Таблиця 2.1

Вихідні дані до розрахунку

Вар. №	Теплиця		Середня місячна температура зовнішнього повітря, °С	Тривалість опалювання за місяць, год.
	Довжина теплиці, м	Кількість ланок		
1	50	30	7	700
2	60	26	6	690
3	70	22	5	680
4	80	18	4	670
5	90	16	3	660
6	50	34	2	650
7	60	32	1	640
8	70	28	0	630
9	80	24	-1	620
10	90	20	-2	610

Вар. №	Теплиця		Середня місячна температура зовнішнього повітря, °С	Тривалість опалювання за місяць, год.
	Довжина теплиці, м	Кількість ланок		
11	50	38	-3	600
12	60	32	-4	590
13	70	28	-5	580
14	80	24	-6	570
15	90	20	-7	560
16	50	40	7	700
17	60	38	6	690
18	70	33	5	680
19	80	27	4	670
20	90	22	3	660
21	50	43	2	650
22	60	39	1	640
23	70	34	0	630
24	80	29	-1	620
25	90	24	-2	610
26	50	47	-3	600
27	60	41	-4	590
28	70	36	-5	580
29	80	31	-6	570
30	90	26	-7	560

Таблиця 2.2

## Теплотворна здатність деяких видів палива

Вид палива	Од. вим.	Питома теплота згорання, кКал
Електроенергія	1 кВт/год.	864
Дизельне паливо (солярка)	1 л	10300
Мазут	1 л	9700
Газ природний	1 м <sup>3</sup>	8000
Газ зріджений	1 м <sup>3</sup>	10800
Вугілля кам'яне	1 кг	6450
Висушена деревина	1 кг	3400
Тирса	1 кг	2000
Кукурудза-качан	1 кг	3500
Солома	1 кг	3750



## Практична робота №3

### Машини і механізми для підготовчих робіт в закритому ґрунті

**Мета роботи:** вивчити будову, технологічний процес машин і механізмів для механізації підготовчих робіт в закритому ґрунті.

#### 1. Загальні відомості

У закритому ґрунті найбільш трудомісткими є підготовчі роботи, які складають 40-50% від загальних витрат праці. Для механізації цих робіт розроблено ряд машин, що працюють на електроприводі.

Гусеничний багатоковшовий самохідний навантажувач-перебивальник ППС-1,2 (рис. 3.1) призначений для очищення і набивання теплиць і парників землею і перегноєм, перелопачування штабелів землі і ґрунтових сумішей, перебивання біопалива (міського сміття), вантаження в транспортні засоби землі, торфу, піску, біопалива і інших матеріалів. Ця машина безперервної дії з шнековим живильником 1 суцільного і лопатевого типів. Суцільний шнек захоплює сипкі матеріали і перебиває біопаливо; лопатевий - ґрунт і ґрунтові суміші.

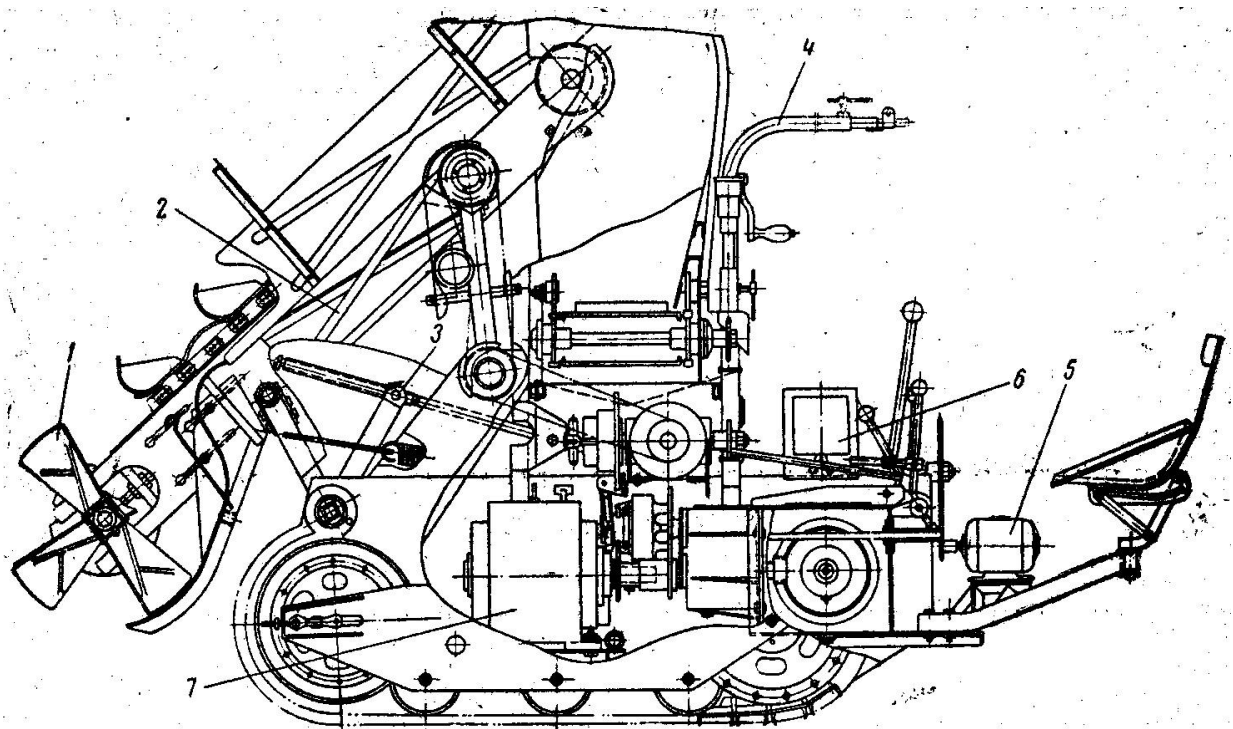


Рис. 3.1. Самохідний навантажувач-перебивальник ППС-1,2:  
1-шнековий живильник, 2-елеватор, 3-рычаги, 4-кабель, 5-електродвигатель,  
6-електропульт, 7-електродвигун

Елеватор 2 опускається і піднімається механічно через важільну систему 3, що приводиться від електродвигуна 5. Навантажувач має бічний поперечний транспортер із змінним вильотом; висота транспортера встановлюється спеціальною лебідкою.

Трансмсія машини складається з розподільної і швидкісної коробки, диференціала, кінцевих передач, гусеничної ходової частини, важелів управління і електропульта 6. Робочим органам передається рух від асинхронного трифазного електродвигуна 7, сполученого з коробкою швидкостей фрикційною муфтою зчеплення, а з розподільною коробкою - ролико-втулочной ланцюгом.

В процесі роботи навантажувач, повільно просуваючись вперед, підбирає масу шнеком і ковшами елеватора. Шнек справа і ліворуч подає масу до ковшів. Ковші піднімають і викидають масу на поперечний транспортер, який виносить її убік. Ширина захоплення шнека (1,2 м) вибрана з розрахунку роботи навантажувача в парниках, а оскільки габарити машини менше ширини захоплення шнека, то навантажувач може успішно працювати в котловані і штабелі. Висота навантажувача дозволяє йому в'їжджати в теплицю через ворота.

Застосування навантажувача скорочує витрати праці в 4-6 разів і знижує витрати виробництва в 2-3 рази.

Для очищення теплиць і котлованів парників від землі і перегною, набивання парників біопаливом, просіювання землі і перегною, подрібнення дернини кускового торфу, компостів і т. д. служить агрегат АОП-30. Він складається з переобладнаних будівельних транспортерів - двох десятиметрових ТП-10-30 і одного п'ятиметрового ТП-5-30 (рис. 3.2) з навішеним на ньому бітерним гуркотом і комплекту (15) переносних рейок. Привід транспортерів здійснюється від індивідуальних асинхронних трифазних електродвигунів через редуктор і ланцюгову передачу. У агрегаті використаний кабель завдовжки 70 м.

Агрегат можна ефективно застосовувати для подачі або прийому маси з

обох торців теплиці. Транспортери ТП-10-30 встановлюють уздовж теплиці і в процесі роботи їх пересувають по ширині теплиці на переносних рейках, укладених упоперек теплиці. Транспортер ТП-5-30 встановлюють так, щоб його кінець виходив з теплиці і подавав матеріал на транспортуючі засоби.

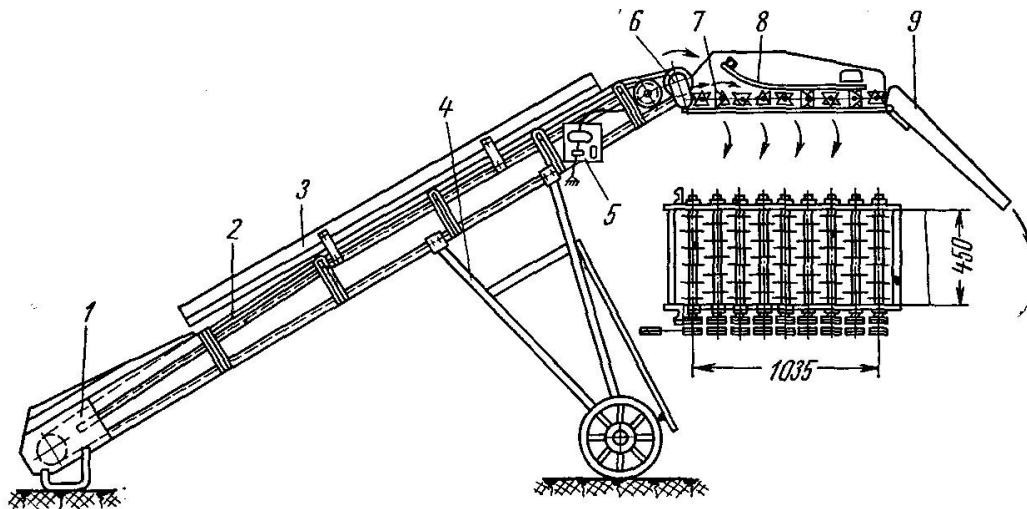


Рис. 3.2. Транспортер-просіювач ТП 5-30:

1-транспортер, 2-лента, 3-надставні борти, 4-шассі, 5-пускова апаратура, 6-передача просіювач, 7-битер, 8-притискні ґрати, 9-скатний лоток

Транспортери ТП-10-30 мають дві каретки з роликami для пересування по рейках, пересувний вивантажувальний лоток для скидання матеріалу, що транспортується, і дерев'яні борти, що забезпечують завантаження транспортерів. На конвеєр маса подається навантажувачем, якщо дозволяють умови роботи, або вручну.

Використання агрегату АОП-30 в закритому ґрунті скорочує витрати праці в 2-3 рази.

Навісний просіювач ГНТ-30 призначений для активного просіювання землі і перегною, подрібнення і перемішування дернової землі, кускового торфу, грудок землі н гною, тобто для приготування землі, компостів і торфоперегнійної маси. Його навішують на транспортер ТП-5-30. Увесь агрегат складається з бітерного гуркоту, транспортера, системи кріплення гуркоту до транспортера, трансмісії і скатної дошки.

Бітерний просіювач має паралельно розташовані вали, на яких насаджені трикутні диски-били. При обертанні валів під дією дисків маса

поступово переміщається, поперемінно піднімаючись або опускаючись. Великі шматки розбиваються дисками, а дрібні (розміром не більше за 2x2 см) проходять через проміжку між дисками і валами. Маса, що просіює, по скатній дошці збирається в штабель, а залишки викидаються бияками і збирають ця поряд з штабелем або в транспортні засоби.

Привід робочих органів здійснюється від асинхронного трифазного електродвигуна через шестерінчастий редуктор і ланцюгову, передачу. Кабель завдовжки 70 м.

Просіювач ГНТ-30 може працювати самостійно або разом з агрегатом АОП-30.

Технічні характеристики розглянутих машин приведена в таблиці 3.1.

*Таблиця 3.1*

Технічні характеристики навантажувача-перебивальника ППС-1,2, агрегату АОП-30, просіювача ГНТ-30

Показники	ППС-1,2	АОП-30	ГНТ-30
Продуктивність, м <sup>3</sup> /рік	25	30	30
Максимальна споживана потужність, кВт	8	5,1	1,7
Напруга живлення електродвигунів, В	220/380	220/380	220/380
Кількість електродвигунів, шт.	2	3	1
Основний електродвигун:			
марка	АЛ52-4	АЛ41-4	АЛ41-4
потужність, кВт	7	1,7	1,7
число обертів за хвилину	1450	1450	1450
Допоміжний електродвигун:			
марка	АЛ32-4	-	-
потужність, кВт	1	-	-
число обертів за хвилину	1450	-	-
Габаритні розміри, мм:			
довжина	3500	10300	1800
ширина	345	1050	770
висота	2380	800	830
Вага, кг	1700	1370	240
Кількість обслуговуючого персоналу	1	2	1

В'язка утеплюючих матів для парників проводиться комплектом машин, що складається з молотарки МО-1,0 (рис. 3.3, таблиця 3.2) і

матов'язальної машини МВМ-250 (рис. 3.4, таблиця 3.2). Молотарка бильного типу, з додатковим обчісуючим барабаном, потрібна тільки при в'язці матів з соломи. Мати в'яжуть шпагатом діаметром 2-4,5 мм.

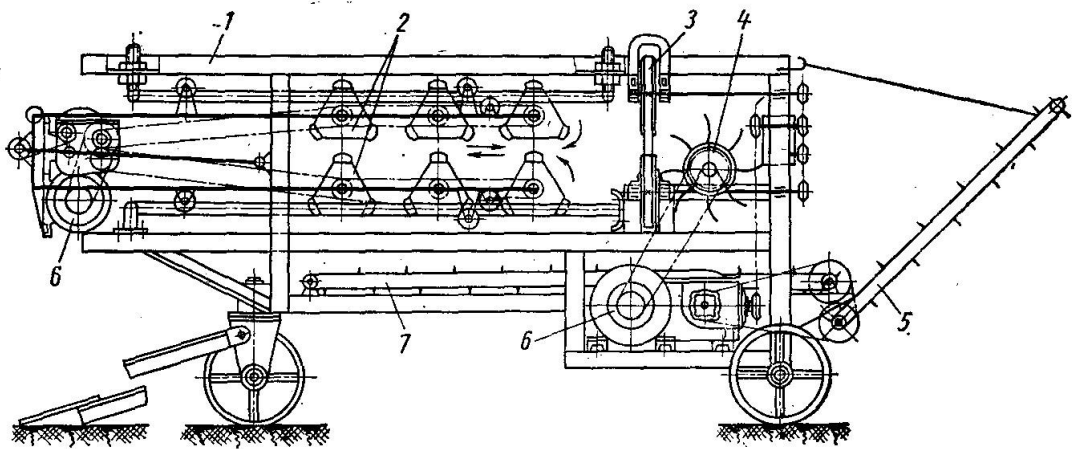


Рис. 3.3. Молотарка МО-1,0:

1-рама, 2-молотильні барабани, 3-затискний подаючий пристрій, 4-обчісуючий барабан, 5-вивантажний транспортер, 6-електродвигатели, 7-транспортер оберемки

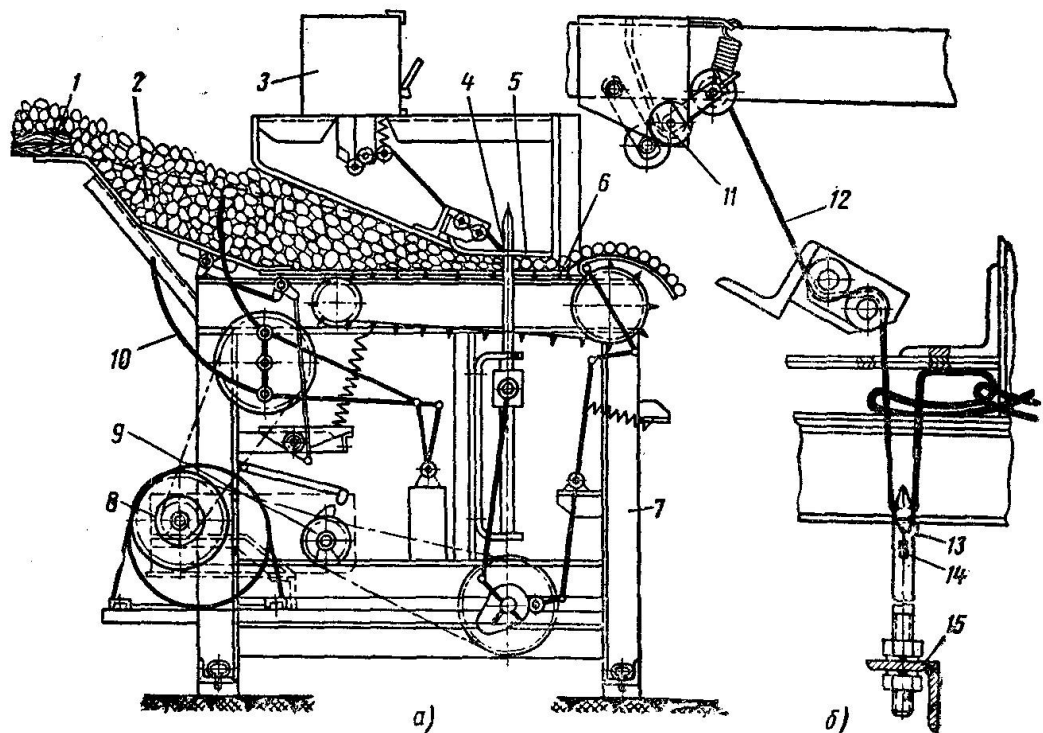


Рис. 3.4. Матов'язальна машина МВМ-250 (а) і в'язальний апарат (б):

1-стол подачі, 2-приймальна камера, 3-катушки з шпагатом, 4-пришивний механізм, 5-полотнообразователь, 6-подаючі ланцюги, 7-рама, 8-електродвигатель, 9-автомат, 10-механізм подачі, 11-направляючий пристрій, 12-шпагат, 13-игла, 14-клапан голки, 15-брус голок

## Технічна характеристика машин для в'язки матів

Показники	МО-1,0	МВМ-250
Ширина мату, мм	-	1250
Продуктивність:		
у метрах довжини	-	118
у тоннах	0,86	-
Кількість апаратів (швів)	-	6
Міжшовна відстань, мм	-	200
Товщина мату, мм	-	25-60
Крок строчки, мм	-	25-71
Швидкість руху мату або соломи, м/с	0,47	0,037-0,058
Число обертів за хвилину:		
молотильних барабанів	520-592	-
обчислюючого барабана	608	-
Довжина барабанів, мм	1200	-
Витрата шпагату на 1 погонний метр, кг	-	0,06-0,10
Габаритні розміри, мм:		
довжина	5150(3750)	4100
ширина	5500(3000)	1830
висота	2000(1550)	1330
Транспортний просвіт, мм	285	-
Потужність електродвигуна, кВт	2,8; 1	2,8
Вага, кг	1480	625
Кількість обслуговуючого персоналу	5	5

*Примітка. У дужках вказані розміри в транспортному положенні.*

## МАШИНИ ДЛЯ ПІДГОТОВЧИХ РОБІТ В ОДНОСХИЛИХ ПАРНИКАХ

Односхилі парники є найбільш поширеним видом споруди культивуваці; при цьому більше 90% таких парників мають біологічний або сонячний обігрів. При першому способі обігріву машини повинні ранньої весни очищати котловани (глибина 50-90 см) від снігу, набивати їх біопаливом (гній, сміття) і після розігрівання насипати землю шаром 12-20 см, а восени очищати котловани від землі і перегною. У парниках з технічним або сонячним обігрівом машини використовуються лише для заміни шару землі (20-25 см) разів в 3-5 років.

Для виконання підготовчих робіт в парниках можна застосовувати самохідне шасі Т-16. На парниках звичайної конструкції навесні прохід шасі

можливий із застосуванням розширювачів колії, а восени - по переставних щитах, що накривають котлован парника (рис. 3.5, а). На парниках із залізобетонними парубнями-тропами прохід шасі з розширювачами (рис. 1.5, б) можливий завжди. Розширювачі колії УКСП-2200 (рис. 3.6) дозволяють встановлювати ширину колії 2150-2200 мм.

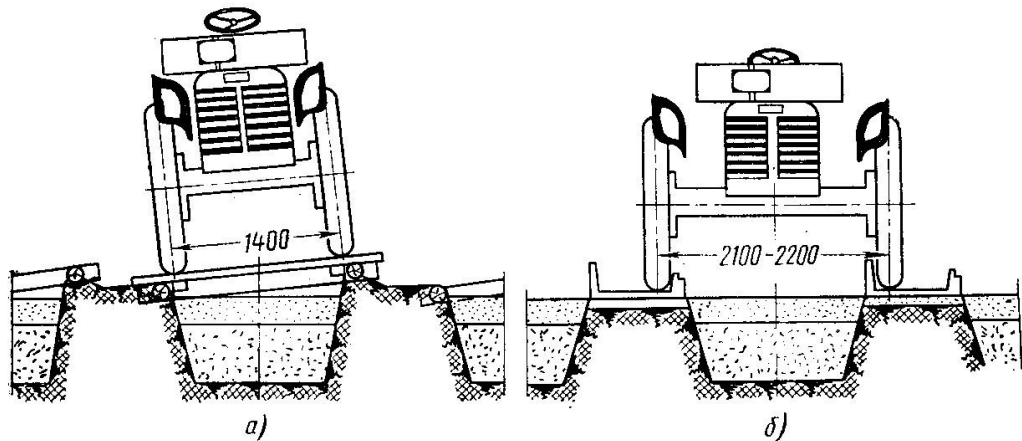


Рис. 3.5. Проходження самохідного шасі по односхилих парниках:  
а-по переставним щитам, б-с розширювачами колії

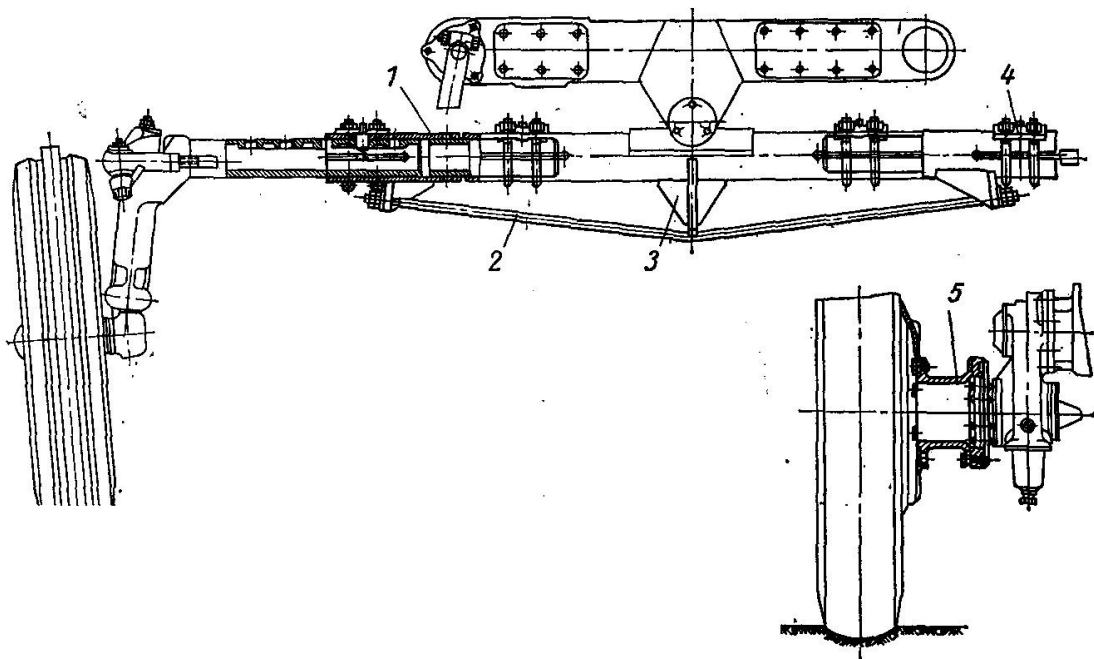


Рис. 3.6. Розширювач колії УКСП-2200:  
1-трубчасті вставки, 2-шпрингел, 3-кронштейн шпрингеля, 4-зажим, 5-уширитель задніх коліс

Для очищення парників з пересовами (т. е. перекладинами усередині парника, що сполучають дерев'яні парубні) і без них застосовується шасі з

навантажувачем ПШ-0,4 і два-три шасі з платформами ПШ-0,75. Схеми очищення парників показані на рис. 3.7.

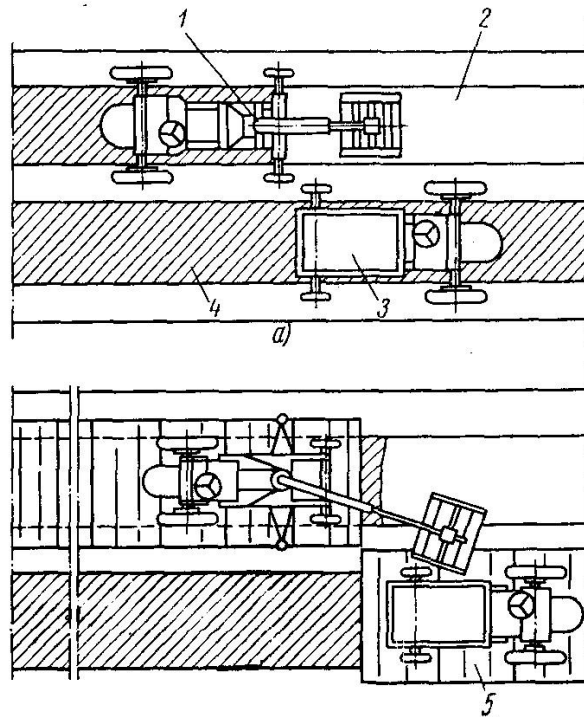


Рис. 3.7. Схеми очищення односхилих парників навантажувачем ПШ-0,4: а-очистка із застосуванням розширювачів колії, б-очистка по переставних щитах, 1-шаси з навантажувачем ПШ-0,4, 2-очищена частина котловану парника, 3-шаси з платформою ПШ-0,75, 4-Неочищений парник, 5-переставне щити

Парники, пересовів, що не мають, можуть очищатися навісним очисником (рис. 3.8) скреперного типу із скребком 1, який може обертатися у вертикальній площині за допомогою гідроциліндра 4.

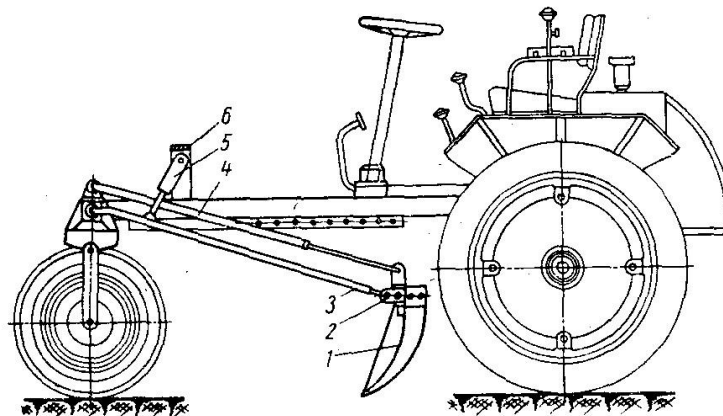


Рис. 3.8. Скреперний очисник парників ТОП-1: 1-скрбок, 2-рамка, 3-тяги, 4-гідроциліндр повороту, 5-гідроциліндри підйому, 6-рама кріплення гідроциліндрів підйому



Гідністю очисника є висока продуктивність, недоліком - необхідність в наступному відвезенні матеріалу, а також можливість буксування і руйнування парникових стежок.

Щити, що накривають котлован парника, при очищенні переставляються навантажувачем після переїзду в нову позицію (по три щити).

Зміну землі в теплицях при технічному або сонячному обігріві, а також очищення і набивання теплиць .при біологічному обігріві можна проводити машинами загального призначення - бульдозерами, навантажувачами і транспортними засобами самозвальними.

При розрахунку продуктивності і потреби в транспортних засобах для підготовчих робіт слід враховувати об'ємну вагу переміщуваних матеріалів (таблиця 3.3)

Таблиця 3.3

Об'ємна вага переміщуваних матеріалів

Переміщуваний матеріал	Об'ємна вага, в т/м <sup>3</sup>
Мелене вапно	1,7
Будинкове сміття	0,0,45-0,60
Парниковий перегній	0,0,80-0,85
Земля:	
дернова	1,1 -1,2
городня	1,2-1,3
Торф:	
низовинний напіврозкладний	0,0,35-0,45
що розклався	0,0,80-0,85
верховий	0,0,20-0,30
Гній:	
кінський	0,0,40-0,45
коров'ячий	0,0,51-0,55
Компост, що ущільнився	0,0,70-0,80

## **2. Зміст звіту**

1. Схема вибраної машини (за погодженням з викладачем).
2. Будова машини, призначення її робочих органів.
3. Технологічний процес роботи машини.
4. Регулювання машини.
5. Правила техніки безпеки при роботі на машині.
6. Коротка технічна характеристика вибраної машини.

## Практична робота №4

### Грунтообробні машини для закритого ґрунту

**Мета роботи:** вивчити будову, технологічний процес машин для обробки ґрунту в парниках і теплицях, оволодіти методикою та провести розрахунок необхідної потужності двигуна для самохідної фрези

#### 1. Загальні відомості

Ґрунт на глибину до 24 см в теплицях і до 20 см в парниках обробляють в течії роки неодноразово. При закладенні добрив і підготовці торфоперегнійної суміші для горщиків ґрунт має бути добре перемішаний і її поверхня має бути рівною. Для обробки ґрунту доцільно використовувати машини з активними робочими органами роторного типу, які добре перемішують і змізернюють ґрунт і не вимагають великого тягового зусилля.

Для основної обробки ґрунту і закладення добрив використовується самохідна електрофреза ФС-0,7 (рис. 4.1), а для міжрядної обробки - електросапа ЕМ-12 (таблиця 4.1).

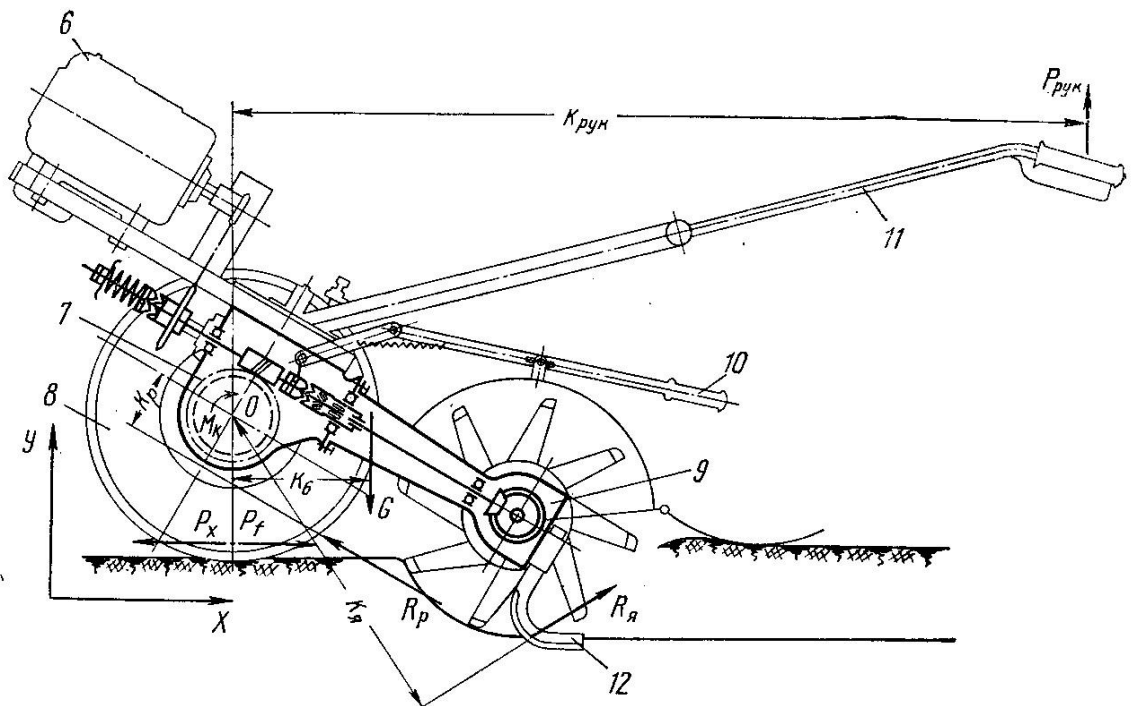


Рис. 4.1. Електрофреза ФС-0,7:

1-вал ротора, 2-диск, 3-пружинна лапа, 4-пружинний утримувач, 5-ніж, 6-електродвигун, 7-редуктор, 8-колесо, 9-ротор, 10-важіль включення ротора, 11-рукоятки, 12-ніж

## Технічна характеристика електрофрези ФС-0,7 і електросапи ЭМ-12

Показники	ФС-0,7	ЭМ-12
Ширина захоплення, м	0,7	0,12
Глибина обробки, см	8-24	4-10
Робоча швидкість, км/год.	1,0	-
Діаметр ротора, мм	420	200
Кількість ножів на диску, шт..	2, 4	4
Товщина ножа, мм	4	2
Захоплення ножа, мм	54	27
Кут розчину леза $\gamma$ , град	72	Змінний
Кут кришіння $\beta$ без урахування подачі, град	14	9
Кут нахилу леза до радіусу стійки, град	24	39
Окружна швидкість ротора, м/с	4,4	2,4
Продуктивність, м <sup>2</sup> /рік.	до 540	до 240
Потужність електродвигуна, кВт	2,8	0,4
Вес машини, кг	140	7,0

Електрофреза забезпечена змінними робочими органами - жорсткими зігнутими заточеними ножами і пружинними розпушувальними лапами, а електросапа - тільки ножами (рис. 4.2). Ножі до дисків ротора прикріплені за допомогою двох болтів, один з яких виконує роль запобіжника при зустрічі ножа з перешкодою. Робочі органи виконані із сталі 65Г із загартуванням зони лез до HRC 39-45 і пружин (діаметром 8 мм) до HRC 40-48.

Робоче захоплення самохідної електрофрези вибирають з розрахунку обробки стандартного парника за два проходи.

Для повороту машини колеса можуть мати обгінні храпові муфти або диференціал. Гідність обгінних муфт - простота конструкції і передача моменту, що крутить, на обидва колеса за усіх умов зчеплення з ґрунтом; недолік - можливість мимовільного перекочування вперед за рахунок реактивних зусиль на роторі, яке запобігає установкою ножа-якоря, що є регульованим по висоті зігнутим ножом завтовшки 8 мм, що створює додатковий тяговий опір, що важливо при малій глибині обробки. Ніж може служити опорою при транспортуванні машини.

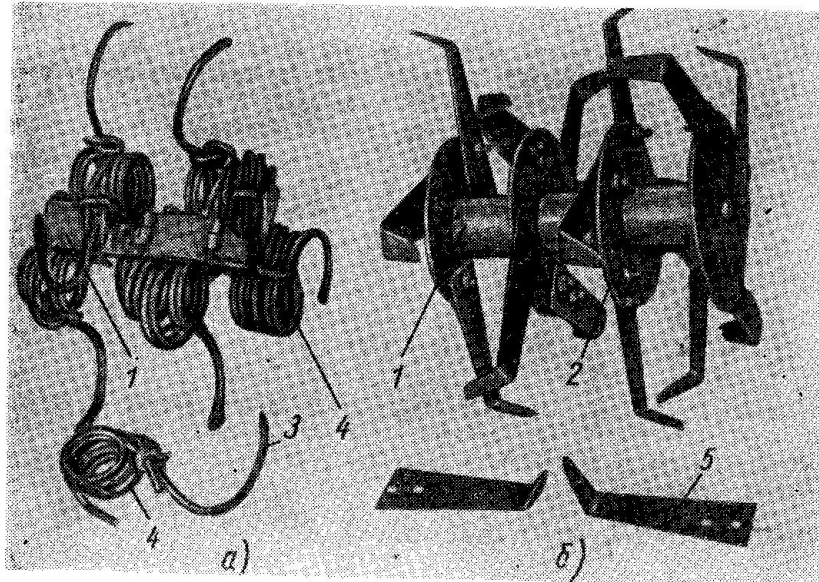


Рис. 4.2. Ротор:  
а-з пружинними лапами, б-з ножами

Для роботи самохідної електрофрези (рис. 4.3) на рівній поверхні необхідно дотримувати умови рівноваги.

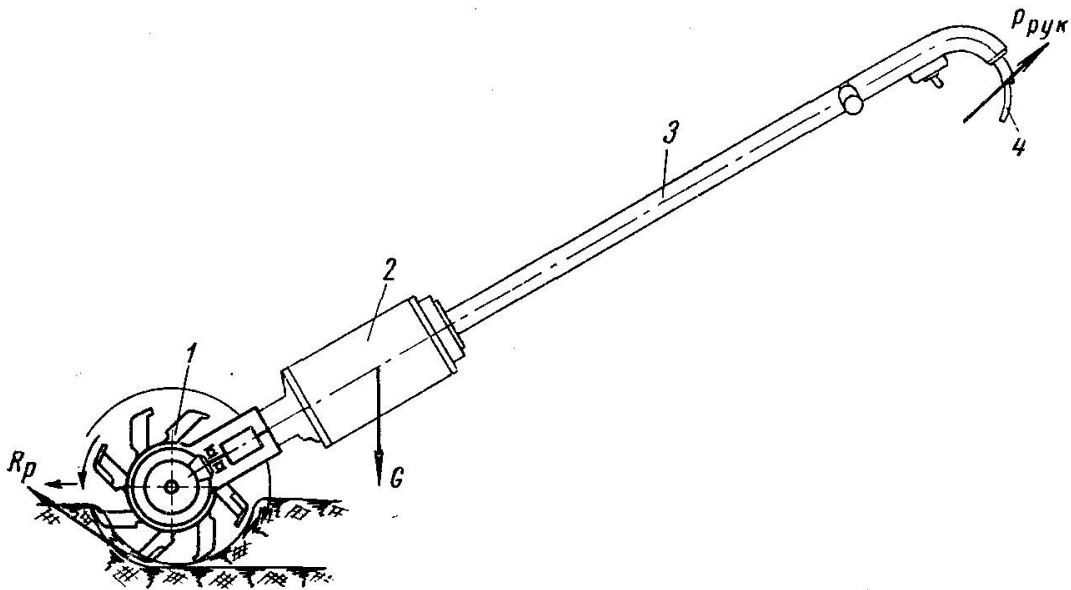


Рис. 4.3. Умови рівноваги ручних фрез

Умовою для рівномірної поступальної ходи самохідної фрези є відсутність значного буксування коліс і мимовільного перекочування вперед під дією реактивних сил на роторі:

$$P_x = \varphi \cdot G_k \geq R_{yx} + P_f - R_{px} \geq 0, \quad (4.1)$$

де  $P_x$  - максимальна сила тяги за умовами зчеплення, Н;

$\varphi$  - коефіцієнт зчеплення для цього типу колеса і ґрунту;

$G_k$  - вага фрези, що доводиться на колеса, Н;

$R_{яx}$  - проекція на вісь Х реакції ґрунту на якір, Н;

$P_f$  - сила опору коченню коліс, Н;

$R_{px}$  - проекція на вісь Х реакції ґрунту на робочі органи, Н.

Силу опору коченню визначають по формулі:

$$P_f = G_k \cdot f, \quad (4.2)$$

де  $f$  - коефіцієнт опору кочення.

Для попередніх розрахунків можна прийняти  $G_k = (0,8...0,9)G$ . Величину і напрям реакцій робочих органів обчислюють або визначають експериментально.

У розрахунках самохідних фрез при первинній обробці можна користуватися коефіцієнтами  $\varphi$  для ґрунту, що злежався, і  $f$  для стерні, а при повторній обробці брати  $\varphi$  і  $f$  як для свіжозораного ґрунту.

Колеса фрези можуть буксувати на рихлих вологих ґрунтах при великому заглибленні ротора. В цьому випадку нахил сили  $R_p$  до горизонту стає більше і проекція  $R_{px}$  зменшується, а сила  $R$  збільшується. Для збільшення зчеплення на колеса встановлюють розширювачі, а також зменшують заглиблення якоря.

При обробці на малу глибину ґрунту, що злежався, сильніше позначаються реактивні зусилля ротора - збільшується  $R_{px}$  і зменшується  $P_f$ . Для збереження рівноваги необхідно збільшити  $R_{яx}$ . Усі розрахунки робляться за умови, що робітник докладає до руків'я лише вертикальних зусиль.

Для зменшення моменту, що створюється вагою фрези, двигун зазвичай виносять вперед, що також збільшує зчіпну вагу.

Умови рівноваги ручних фрез (рис. 4.3) виражаються рівнянням:

$$\sqrt{R_{px} + (G - R_{py})^2} = P_{рук} \leq 60H, \quad (4.3)$$

де  $G$  - вага сапи, Н;

$P_{рук}$  - сила, що додається до кінця руків'я, Н.

Різної глибини обробки досягають зміною швидкості поступальної ходи. При уповільненні руху вперед сила  $R_p$  відхиляється до горизонту,  $R_{py}$  зменшується і рівновага порушується - починається мимовільне заглиблення. Для відновлення рівноваги повинна збільшитися сила  $R_{py}$ , що досягається при додатковому заглибленні.

Максимальну товщину стружки, що зрізується лезом фрези, приблизно обчислюють за формулою:

$$\delta_{\max} = 1670 \cdot \frac{V_n}{r \cdot n \cdot z} \sqrt{2 \cdot r \cdot h - h^2}, \text{ см} \quad (4.4)$$

де  $V_n$  - поступальна швидкість, км/рік.;

$r$  - радіус ротора, см;

$n$  - число оборотів ротора в хвилину;

$z$  - число послідовно розташованих лез на диску;

$h$  - глибина обробки, см

Допустима гранична глибина фрезерування за відсутності у леза заднього кута визначається по формулі:

$$h_{np} = r \cdot \left( 1 - \frac{V_n'}{V_0} \right), \quad (4.5)$$

де  $V_n'$  - поступальна швидкість, м/сек;

$V_0$  - колова швидкість лез, м/сек.

Двигун для самохідних фрез підбирають з урахуванням витрат на перекочування, фрезерування ґрунту і втрат в передачах:

$$N = \frac{P \cdot f \cdot V_n}{75 \cdot \eta_k} + \frac{k \cdot a \cdot b \cdot V_n}{75 \cdot \eta_p}, \text{ л.с.}, \quad (4.6)$$

де  $\eta_k$  - к. к. д. передачі для приводу коліс;

$\eta_p$  - к. к. д. передачі для приводу ротора;

$k$  - коефіцієнт, що показує витрату роботи на обробку одиниці об'єму

грунту,  $\text{кГ/см}^2$ ;

$a$  - глибина обробки, см;

$b$  - ширина захоплення, см

Зусилля на перекочування електрофрези ФС-0,7, визначене експериментальним шляхом, по ущільненому ґрунту складає 18-24 кГ, по рихлій до 40 кГ.

Коефіцієнт  $k$  залежить від типу ґрунтів і подачі на ніж. При подачі близько 8 см для теплиць  $k = 0,7 \text{ кГ/см}^2$  і зменшується із збільшенням товщини стружки.

Застосування електрофрез і електросап для обробки ґрунту в парниках і теплицях дозволяє понизити витрати праці приблизно в 7 разів і прямі витрати в 3-4 рази в порівнянні з роботою вручну.

## **2. Зміст звіту**

1. Схема ручної електрофрези.
2. Будова електрофрези, призначення її робочих органів.
3. Технологічний процес роботи електрофрези.
4. Коротка технічна характеристика вибраної машини.
5. Методика і результати визначення необхідної потужності двигуна для ручної фрези.



## Практична робота №5

### Біологічний обігрів культивацийних споруд

**Мета роботи:** ознайомитись з технологією біологічного обігріву сучасних культивацийних споруд, існуючими видами біопалива, навчитись проводити розрахунок необхідної кількості біопалива на обігрів 1 м<sup>2</sup> культивацийної споруди.

#### 1. Загальні відомості

Органічні матеріали, що виділяють тепло в процесі розкладання їх бактеріями, називаються зігріваючими матеріалами, або біологічним паливом (скорочено - біопаливом), а спосіб обігріву культивацийних споруд, заснований на їх використанні, - біологічним.

Для правильної оцінки різних видів біопалива, підвищення інтенсивності "горіння" або, навпаки, припинення його (при зберіганні біопалива) необхідно знати суть процесу розкладання органічних речовин, що можна показати на прикладі з кінським гноєм.

У гної є як аеробні (переважають), так і анаеробні бактерії. Обидві групи розкладають гній з виділенням тепла, але температура, що створюється анаеробними бактеріями, не перевищує 15..30°C, тоді як у аеробної групи вона досягає 72°C (до 50..54°C бактерії *Mesentericus ruber*, до 72°C бактерії *Thermophilus grigoni* та ін.).

При розкладанні гною, що включає сечу, кал тварин, а також органічну підстилку, виділяються вуглекислота, вода, аміак, масляна, оцтова та інші кислоти. Температура його поступово знижується і відбувається бурхливий розвиток грибів, у тому числі плісневих. Ось чому білий наліт - міцелій грибів - на гної ("сивий гній") сигналізує про непридатність подальшого його використання як біопалива; його доцільно укласти під біопаливо на ґрунт в теплицях або на дно котлованів парників шаром 15-20 см як ізоляційний матеріал.

Для нормальної життєдіяльності аеробним бактеріям, окрім кисню повітря, потрібні азотисті з'єднання для побудови тіла, а також безазотисті

речовини (цукор, крохмаль, пентозани, пектини, органічні кислоти) і клітковина як енергетичний матеріал.

При сильному ущільненні гною пори заповнюються водою або вуглекислим газом, доступ кисню припиняється і аеробні бактерії гинуть або переходять в стан анабіозу.

Таким чином, для розігрівання штабелю біопалива потрібні його аерація, вологість біопалива близько 65-70%, легкозасвоювані форми азотистих і безазотистих з'єднань, клітковина, нейтральна або слаболужна реакція, а також початкова позитивна температура штабелю: при негативній температурі бактерії знаходяться в стані анабіозу.

При виборі видів біопалива мають бути враховані наступні експлуатаційні і економічні властивості і показники: швидкий розігрів (5-7 днів) до максимальної температури; тривалий період горіння в культивативній споруді (60-100 днів залежно від культури і кліматичних умов); задовільні величини максимальної (60..70°C) і середньої (25..32°C) температури "горіння"; відсутність токсичних для рослин речовин і шкідливих для людей газів, небезпечних включень; можливість наступного використання перегною як добрива або для інших виробничих потреб; незабруднення довкілля; прийнятна вартість.

Види біопалива можна розділити на 3 групи: гній різних тварин, органічні відходи міста і промисловості, інші види біопалива.

Найбільшою мірою вищепереліченим вимогам відповідає компост з побутового сміття, що надходить у ряді міст із сміттєпереробних заводів. Окрім хороших температурних показників, він відрізняється від непереробленого побутового сміття майже повною відсутністю неорганічних включень, однорідністю, відсутністю шкідливих і неприємних запахів, збудників хвороб, небезпечних для рослин і людини, - компост на заводі стерилізується. Компост, що надходить із заводу, має позитивну температуру і може доставлятися прямо в теплиці, де відбувається його саморозігрів. Цей компост і його перегній є відмінним органічним добривом, що не забруднює

культивуваційні споруди і відкритий ґрунт.

Велике поширення отримало застосування деревної кори, частіше ялинової, як біопаливо і одночасно як субстрат (кореневе середовища рослин). Смолянисті речовини, що містяться в корі, не шкодять рослинам. Для обігріву доцільно використовувати свіжу або 1-2-річну кору в подрібненому вигляді.

Для весняних теплиць ранніх пускових термінів, для ранніх поглиблених парників усіх типів, ранніх і середніх безкотлованих парників рекомендують: 1) кінський гній з солом'яною або солом'яно-торф'яною підстилкою; 2) побутове сміття; 3) компост з побутового сміття заводського виробництва; 4) суміш цього компосту з коров'ячим гноєм в співвідношенні 1:1; 5) деревну кору.

Для весняних теплиць відносно пізніх термінів пуску, споруджень утепленого ґрунту і середніх поглиблених парників усіх типів, окрім вищезгаданих матеріалів, використовують: 1) овечий, козиний або кролячий гній; 2) відходи текстильної промисловості з попереднім зволоженням; 3) суміш коров'ячого гною (не більше 40%) і побутового сміття; 4) суміш коров'ячого гною (60%) і кори; 5) суміш коров'ячого гною (70%) і деревної тирси, або льняної костриці, або волокнистого торфу. Змішування компонентів виробляється при перебиванні біопалива.

Потрібна кількість біопалива на 1 м<sup>2</sup> інвентарної площі весняних теплиць визначається по формулі:

$$X = \frac{F \cdot d + m_1}{F} \cdot m, \quad (5.1)$$

де  $F$  - інвентарна площа теплиці, м<sup>2</sup>;

$d$  – бажана товщина шару біопалива, м;

$m_1$  - добавка на усушку и утруску під час зберігання (до 5%);

$m$  - маса 1 м<sup>3</sup> нещільно укладеного біопалива, т.

Починають заготовлювати біопаливо не раніше осені при пониженні середньодобової температури приблизно до 5°C, оскільки влітку зберегти

його неможливо. Закінчують заготівлю не пізніше чим за 3 тижні до початку набивання культиваційних споруд біопаливом з тим, щоб мати час для розігрівання матеріалів. Конкретний графік завезення встановленої кількості біопалива визначається відстанню від джерела біопалива до господарства і транспортними можливостями останнього.

Майданчики для зимового зберігання зігріваних матеріалів в господарствах передбачаються генеральними планами розміщення споруджень захищеного ґрунту. В цілях зменшення кількості замерзлого біопалива ширина штабелів має бути більше 6 м, висота 3-5 м, а при заїзді транспорту з біопаливом на штабель (для ущільнення останнього) - в межах 2 м. Довжина - довільна. Матеріали, що підлягають змішуванню, розміщуються поруч, паралельними штабелями і в заздалегідь встановленому співвідношенні.

У районах з суворими зимами штабелі укривають згори і з боків теплоізоляційними матеріалами (торф, тирса та ін.). При закладці на зберігання в штабелях шляхом сильного ущільнення їх тракторами створюють анаеробні умови з тим, щоб попередити передчасний саморозігрів. В період зберігання необхідно щотижня контролювати температуру в штабелях за допомогою буртових та інших термометрів, вимірюючи її в декількох місцях на половині висоти штабелю. При температурі вище 20°C потрібне додаткове ущільнення в місцях саморозігріву. При продовженні розігрівання необхідно за допомогою екскаваторів або бульдозерів перемістити біопаливо з місця саморозігріву і залишити біля штабелю для охолодження.

Початок розігрівання визначається пусковим терміном культиваційних споруд і потрібною кількістю днів для досягнення біопаливом максимальної температури (таблиця 5.1).

Перша обов'язкова операція - перебивання, тобто розпушування біопалива за допомогою екскаватора або бульдозера, мета якої - створити аеробні умови. В процесі перебивання відбувається змішування матеріалів

по встановленій рецептурі. За відсутності ознак розігрівання в строк, властивий цьому матеріалу, проводять повторне перебивання або удаються до штучного розігрівання. При великих масштабах виробництва найдоцільніше розігрівати холодні штабелі гарячою парою від теплових мереж, а також гарячим біопаливом з розігрітих штабелів або з тваринницьких будівель. У останньому випадку через кожні 8-12 м по довжині холодного штабелю виймають екскаватором по 0,5 м<sup>3</sup> біопалива, на його місце завантажують гарячий матеріал. При невеликих об'ємах виробництва застосовують також осередкове розігрівання негашеним вапном, нагрітими каменями, гарячою водою з відстанню між поглибленнями в штабелі 5-7 м.

Таблиця 5.1

#### Характеристика основних видів біопалива

Біопаливо	Середня вологість, %	Максимальна температура в штабелі		Показники горіння в теплицях і парниках	
		°C	Починається після перебивання через, днів	Середня температур а, °C	Тривалість, днів
Заводський компост з побутового сміття	До 50	50-60	5-7	30-35	120-180
Побутове сміття	35-60	60-65	10-12	36-48	80-100
Гній:					
- кінський	65-75	60-72	7-9	33-38	70-90
- ВРХ	75-80	40-52	18-20	12-20	75-100
- овечий	65-67	55-60	9-10	30-35	90-120
- свинячий	73-77	20-30	20-30	14-16	60-70
Одубина	70-72	34-38	70-80	17-20	100-120
Тирса	30-60	30-40	20-25	15-20	40-60
Кора	60-75	40-60	15-20	20-25	100-120

Слід мати на увазі, що ранньої весни при позитивній зовнішній температурі можна завозити тепле побутове сміття, перероблене на заводі, а також теплу масу деревної кори безпосередньо в культиваційні споруди, вже покриті плівкою або рамами, де протікатиме їх подальший саморозігрів.

Завезення біопалива автотранспортом і тракторами у весняні теплиці бажано здійснювати по ґрунту, що не відтанув.

Пресовану соломку (пакунки) як біопаливо і субстрат застосовують для поліпшення теплового режиму кореневої зони в зимових і весняних теплицях, в яких відсутня система технічного обігріву ґрунту. Пресовану соломку застосовують також в теплицях з обігрівом підґрунтя у разі неможливості забезпечити стерилізацію або промивання сильно засоленого ґрунту і при зараженні ґрунту нематодою. Кращою є солома озимої пшениці або іржі, при її відсутності використовується солома ярової пшениці або ячменю.

При заготівлі, розрахунках і використанні соломи слід враховувати, що при вологості до 14% солома відноситься до категорії сухої, при 14-16% - до середньосухої, при 16-20% - до вологої, при більше 20% - до сирої. Основна речовина - клітковина (26-45%); вміст органічних речовин складає 56-80%, золи (головним чином окисли кремнію) - 4-6%. Неприпустимо використовувати соломку з полів, на яких застосовувалися гербіциди, а також несвіжу або зіпсовану. На 1 га інвентарної площі вимагається 120-160 т при середній масі одного пакунка близько 20-25 кг і габаритах 40x50x90 см.

Технологія розігрівання пакунків повинна враховувати друге їх призначення - субстрат, кореневого середовища. Від початку розігрівання до посадки розсади огірка або томату вимагається 15-20 днів при температурі повітря в теплиці не менше 10°C. Пакунки розміщують рядами з урахуванням схеми посадки розсади. Їх укладають на строго вирівняну поверхню ґрунту або в борозни завглибшки 10-20 см і шириною 60-70 см щільно один до одного, після чого розрізають і видаляють дріт. Для нарізки борозен застосовують машину МБЗТ-1,0, що агрегується з тракторами "Універсал-445" і Т-54В, яка знижує експлуатаційні витрати порівняно з ручною працею на 80-85%.

Укладені пакунки поливають водою, нагрітою до 40..60°C, в 3 прийоми через день, витрачаючи послідовно по 8-10, 6-7, 4-5 л на 1 м<sup>2</sup> площі. На 1 т

соломи вимагається сумарно 1500-2000 л води, що забезпечує вологість соломи 75-80%.

Потім по поверхні пакунків розсипають добрива, дотримуючи таку послідовність (з розрахунку на 100 кг соломи): в перший день - 1060 г подвійного суперфосфату, потім одночасно 1650 г аміачної селітри, 400 г сірчаноокислого калію і 200 г сірчаноокислого магнію; на третій день - 1200 г вапна-пушонки. Після внесення кожної партії добрив роблять їх вмивання в солому водою за допомогою дощувального устаткування або шлангів.

Розігрівання пакунків починається приблизно через 3 дні після внесення добрив; температура соломи досягає 35..45°C. Висадку розсади здійснюють після зниження температури до 25..28°C.

Після ліквідації культури залишки соломи заорюють або вивозять і використовують як добриво або розпушуючий матеріал.

Для підготовки і використання деревної кори як біопалива і субстрату розроблена спеціальна технологія. Кора містить усі основні елементи живлення і мікроелементи, хоча бідна азотом, має водоутримуючі і фільтраційні властивості. Для компостування її подрібнюють на роторно-молотковій корорубці МК-1 до часток розміром 10-20 мм і укладають в бурти шириною близько 3 м внизу і 0,8 м вгорі, заввишки 1,5 м і завдовжки не менше 40-50 м. На 1 м<sup>3</sup> кори в декілька прийомів вносять 4,3 кг сечовини і 1,5 кг подвійного суперфосфату. В процесі аеробного розкладання температура усередині бурту досягає 40..60°C, вологість маси - 60-75%. Для рівномірного розкладання маси необхідно перемішати її і наново сформувати бурт. Компостування проводять тільки в період з позитивною температурою.

Біологічний обігрів має позитивні і негативні сторони: до позитивних відносяться двократне використання органічних матеріалів - як джерело тепла і як добриво; економія інших видів енергоресурсів; економія металу і інженерного устаткування; удобрення рослин вуглекислотою; до негативних - неможливість регулювати температуру у бік підвищення; велика трудомісткість порівняно з технічними способами опалювання; несприятливі

санітарно-гігієнічні умови при використанні деяких матеріалів.

Застосування біологічного обігріву у весняних теплицях з ранніми пусковими термінами повинне поєднуватися з обігрівом шатра калориферами, водяним (трубним) або електричним опалюванням.

## 2. Зміст звіту

1. Суть аеробного процесу розкладання біопалива.
2. Види біопалива.
3. Організація заготівлі біопалива.
4. Розігрів біопалива.
6. Методика та розрахунок необхідної кількості всіх видів біопалива (таблиця 5.2) на 1 м<sup>2</sup> теплиці. Інвентарну площу теплиці взяти з практичної роботи №2.

Таблиця 5.2

### Вихідні дані до розрахунку

Біопаливо	Маса 1 м <sup>3</sup> , т
Гній з соломистою підстилкою:	
- кінський	0,35-0,45
- ВРХ	0,40-0,50
- свинячий	0,50-0,70
Побутове сміття	0,70-0,75
Заводський компост з побутового сміття	0,65-0,75
Торф:	0,20-0,35
- верховий	0,35-0,45
- низинний	0,40-0,45
Одубина	0,15-0,20
Тирса	0,20-0,30
Сухе листя	0,40-0,50
Кора	0,12-0,15
Солом'яні тюки	



## Практична робота №6

### Грунтосуміші для закритого ґрунту

**Мета роботи:** ознайомитись з механічним складом, органічним складом, кислотністю та технологією підготовки ґрунтових сумішей для споруд захищеного ґрунту.

#### 1. Загальні відомості

Разом із забезпеченням високої продуктивності фотосинтезу необхідно, створювати сприятливі умови для мінерального живлення рослин, які значною мірою залежать від якості ґрунтів.

Кореневі середовища в теплицях останнім часом називають ґрунтосумішами, субстратами, у зв'язку з тим, що вони сильно відрізняються від ґрунтів природного походження і є сумішами різних компонентів органічного і неорганічного походження. Протягом року в теплицях вирощують багато різних овочевих культур, загальна врожайність яких складає 30-40 кг/м<sup>2</sup>, тобто в 8-10 разів перевершує їх врожайність, отриману з відкритого ґрунту. Внаслідок цього винесення поживних речовин в теплицях набагато вище, ніж у відкритому ґрунті. Тому для інтенсивного використання захищеного ґрунту необхідно забезпечити високу родючість тепличних ґрунтів. Для створення таких ґрунтів підбирають різні компоненти, які містять необхідну кількість органічної речовини і гумусу, а також вносять добрива.

Механічний склад. Для родючості ґрунтосумішей важливе значення має їх механічний склад. Від механічного складу залежать фізичні властивості: аерація, поглинальна здатність, вологоємкість і водовіддача, теплові та інші властивості, які створюють основні умови для зростання і розвитку кореневої системи рослин. По своєму складу ґрунт складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз, співвідношення яких може змінюватися залежно від розпушуючих матеріалів. У ґрунтосумішах із змістом 10% органічної речовини сприятливе співвідношення твердої, рідкої і газоподібної фаз - 1:1:1 (рис. 6.1).

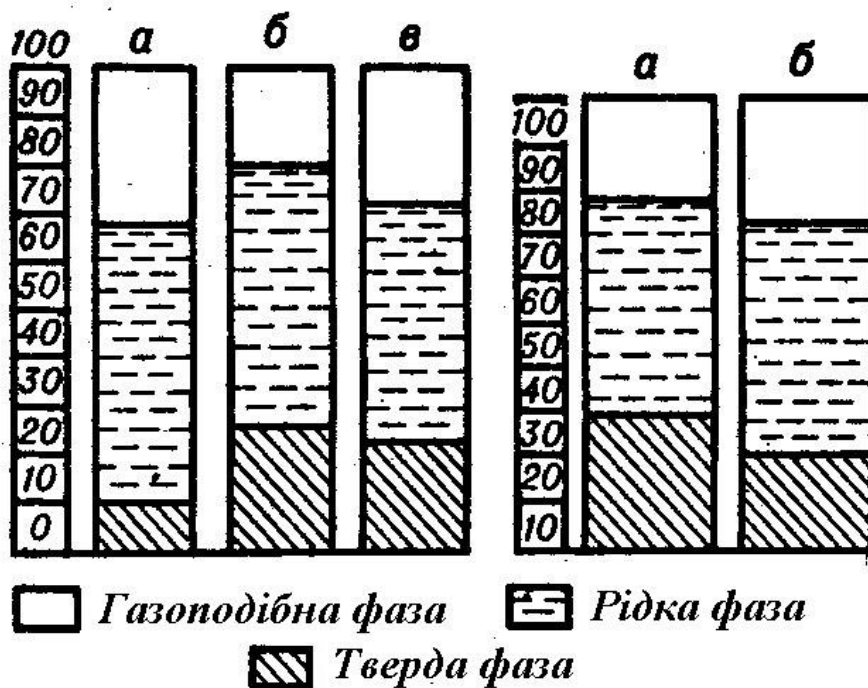


Рис. 6.1. Вплив розпушуючих матеріалів на структуру тепличних ґрунтів :  
 ліворуч співвідношення фаз в торфі при внесенні суглинних і піщаних часток  
 (а - торф низовинний; б - торф низовинний + суглинок 25%; в - торф  
 низовинний + пісок 25%);  
 справа - збільшення газоподібної фази при внесенні тирси (а - ґрунт без  
 тирси; б - ґрунт + 40 кг/м<sup>3</sup> тирси)

Тверда фаза складається з суміші різних груп механічних елементів, що знаходяться в найрізноманітніших кількісних співвідношеннях. У одному випадку переважають великі механічні елементи, в іншому - дрібні, в третьому - середні, в четвертому - разом з великими присутні у великих кількостях дрібні і т. п. Відносний вміст в ґрунті механічних елементів називається механічним складом. Частики ґрунту різної величини об'єднуються у фракції. Великі частки розміром 1 мм - кам'яна частина ґрунту - включає фракції великого піску і гравію. Включення розміром менше 1 мм - містять частки, розміром менше 0,01 мм - глину (пил, мул).

Фракції великого піску і гравію мають високу водопроникність, слабку капілярність, внаслідок чого слабо утримують воду.

Глиниста фракція повільно поглинає вологу, але активно її утримує. Водопідймальна здатність цієї фракції хороша.

Від фракції ґрунту залежить її хімічний склад. Глинисті, важкі по

механічному складу, ґрунти щільніші і менш водопроникні.

Піщані ґрунти бідніше поживними речовинами, менш зв'язні і щільні, але більш водопроникні. Фізичні властивості багато в чому залежать від структури ґрунтів. Наприклад, безструктурні глинисті ґрунти слабо водопроникні, тоді як при грудкуватій структурі ці ґрунти добре пропускають воду.

При обробітці рослин в теплицях застосовують часті і щедрі поливи, при яких на важких ґрунтах може спостерігатися застій води, тоді як на добре проникних ґрунтах це виключається.

Застій вологи різко погіршує аерацію кореневої системи і може викликати анаеробні умови в ґрунті, при яких утворюються токсичні для рослин сірководень і аміак.

При середньосуглинному механічному складі ґрунтосуміш містить 35% глини і 65% піску, а при легкосуглинному - відповідно до 20-30 і 70-80%. У таких ґрунтосумішах хороше поєднання мінеральних і органічних колоїдів, значення яких важко переоцінити. У кращих тепличних ґрунтосумішах вміст піску досягає 65-85%. Ґрунтосуміш в такому поєднанні займає середнє положення між легким суглинком і супіском.

Органічна речовина і гумус. Органічна речовина складається з органічних залишків (корінців, опалого листя, стебел) і внесених до ґрунтосуміші гною, торфу, тирси, рисового лушпиння, соломи і т. п. Воно служить резервом необхідних рослинних елементів живлення, енергетичним джерелом для багатьох ґрунтових мікроорганізмів.

За рахунок органічної речовини збільшується в ґрунтах вміст вуглецю і азоту, що підвищує біологічну активність ґрунтів, посилює їх газообмін з виділенням в приземному шарі вуглекислого газу. Гумус утворюється в процесі розкладання органічної речовини мікроорганізмами і наступного його синтезу за участю мікроорганізмів і ферментів.

Гумус є рядом азотвмісних з'єднань кислотного характеру. До основних гумінових речовин відносяться гумінові кислоти, вульвокислоти і

гумін. Вони складають 80-90% ґрунтового гумусу, до складу якого входять ще білки, вуглеводи, смоли, дубильні речовини і ліпоїди, зазвичай їх не більше 10-15%. Тільки у торфах на їх частку може доводитися більше 50% усієї маси органічних речовин. Кращі тепличні ґрунтосуміші містять 30-40% органічної речовини і 20-24% гумусу. У дерново-підзолистих ґрунтах гумусу 1-2% від маси ґрунту, а в чорноземах вміст його досягає до 10% і більше. Гумусу належить особлива роль в родючості ґрунту. Від кількості в тепличних ґрунтосумішах гумусу залежить їх поглинальна здатність, міцність структури і біологічна активність.

Рівень забезпеченості рослин азотом, вуглекислим газом і частково фосфором, сіркою, залізом, міддю також тісно пов'язані із вмістом гумусу в ґрунті.

При дуже високому вмісті органічної речовини порушується сприятливе співвідношення твердою, рідкою і газоподібною фаз в ґрунтосуміші. Це веде до утворення і накопичення водорозчинних форм органічної речовини типу низькомолекулярних органічних кислот, дубильних речовин і продуктів їх розпаду, що погіршує ростові процеси оброблюваних культур.

Кислотність ґрунту. Різні овочеві і квіткові рослини не однаково реагують на кислотність ґрунту. Більшість з них успішно ростуть при реакції ґрунтового розчину, близько до нейтральної, тобто в умовах слабокислого, нейтрального або слаболужного середовища. Помідор добре росте при рН 5,5-6, огірок - 6-6,4, лук - 6,5-7,5, салат - 6-7, гвоздика - 6,2-6,8, фрезія - 6-7, троянда - 5,8-6,5, хризантема - 5,5-7. І тільки деякі квіти, наприклад, гортензія потребують кислого середовища. Реакція ґрунтового розчину впливає на рівень поглинання рослинами окремих елементів живлення.

Поглинання ряду мікроелементів таких як бор, залізо, марганець, молібден збільшується в слабокислій і зменшується в нейтральній і слаболужній середовищах.

Під впливом високої кислотності в ґрунті з'являються рухливі, отруйні

для рослин оксиди алюмінію і заліза. Кількість вказаних оксидів не повинна перевищувати 2 міліграми на 1 кг мінеральних і не більше 6 міліграма на 1 кг торф'яних ґрунтосумішей.

На кислих ґрунтах марганець, накопичуючись в листі рослин, порушує нормальний хід біохімічних процесів і призводить до пригнічення зростання рослин. Особливо несприятливий вплив марганцю посилюється при калійному і магнієвому голодуванні рослин. Кислі ґрунти містять мало рухливого фосфору, обмінного калію і інших поживних елементів. Їх легко визначити по наявності рослин-індикаторів: хвоща, щавлю.

Кислотність ґрунту чинить великий вплив на розвиток мікроорганізмів ґрунту. При кислій реакції переважно розвиваються плісневі гриби, при лужній – бактерії.

Реакція ґрунту, впливаючи на розвиток тих або інших груп мікроорганізмів, у поєднанні з іншими умовами чинить вплив і на протікаючі біохімічні процеси. При вирощуванні овочів в теплицях залежно від реакції ґрунту треба застосовувати добрива. На кислих ґрунтах внесення фізіологічно кислих добрив (хлористого амонія, сульфату амонія і аміачної селітри) ще більше посилює кислотність ґрунту. Хлор, що входить до складу калійних добрив, також посилює негативну дію кислого середовища.

На кислих ґрунтах добрі результати дає внесення фізіологічно лужних добрив (калійної і кальцевої селітри). Кислотність ґрунту (рН) встановлюється лабораторним аналізом. Орієнтовно її можна визначити в домашніх умовах методом водного або сольового витягу. Для цього беруть чайну ложку сухого ґрунту, заливають 30 см<sup>3</sup> дистильованої води, добре збовтують, дають добу відстоятися. Потім прозору рідину обережно зливають і опускають в неї лакмусовий або індикаторний папір. По її забарвленню судять про кислотність ґрунту. Забарвлена шкала з вказівкою рН є при кожній упаковці індикаторного паперу.

Прийнята наступна класифікація рН тепличних ґрунтів. Сильно кисла - 3-4, кисла 4-5, слабокисла - 5-6, нейтральна - 7, слаболужна - 7-8, лужна - 8-9,

сильно лужна - 9-10.

Для усунення надлишкової кислотності ґрунтів проводять їх вапнування. Найширше поширено вапнування меленим вапняком (вапняне борошно).

Норми внесення винищити залежать від кислотності ґрунту і її складу (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1

Норми внесення винищити від кислотності ґрунту, кг на 20 м<sup>2</sup>

Ґрунт	При кислотності (рН)					
	4,5 і менше	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Супіщаний або легкосуглинистий	8	7	7	5	4	4
Середнє- та важкосуглинистий	12	11	10	9	8	7

Вапно вносять до ґрунту раз в 4-5 років. Чим тонше помел вапняку, тим сильніше його дія. Окрім меленого вапняку, використовують доломітове борошно, вапно-пушонку - гашене вапно (135%). Оскільки ці матеріали містять їдкі з'єднання кальцію, вносити їх одночасно з гноєм не можна, оскільки при цьому втрачається азот (у вигляді аміаку). При внесенні гною до ґрунту восени вапняні матеріали вносять навесні. Якщо гній вносять навесні, то вапняні матеріали краще внести при осінньому перекопуванні ґрунту. Для овочівників-аматорів найбільш доступна зола. Зола вносять разом з гноєм під осіннє перекопування ґрунту і весною перед посадкою рослин.

Підготовка ґрунтосумішей. Врожайність овочевих і квіткових культур багато в чому залежить від якості ґрунтосумішей. Для їх приготування використовують суміші, які включають: торф і різні торф'яні продукти, що випускаються підприємствами, подрібнену кору, перегній, пісок, деревну тирсу, городній або польовий суглинний ґрунт, дернову землю. Окремі компоненти, що входять до складу ґрунтосуміші, готують частіше у вигляді компостів. Ґрунтосуміші готують перед спорудженням теплиць. Спочатку знімають орний шар ґрунту, площу розрівнюють. На розрівнений ґрунт

укладають шар піску, потім заздалегідь підготовлену ґрунтосуміш, що містить 50-60% торфу, 20-30 суглинку і 20% гнойового компосту або низовинний торф (50%), деревна тирса - 30, пісок - 20%.

Для отримання ґрунтосуміші з хорошими фізичними властивостями застосовують і такі компоненти: торф - 60-80% (за об'ємом), суглинний ґрунт - 30-40, пісок - 20-40%.

Ґрунти (ґрунтосуміші) складають з урахуванням вимог овочевих культур (таблиця 6.2).

До кислих відноситься торф'яна, хвойна і вересова землі. Дернова земля, заготовлена на чорноземах, має слаболужну або нейтральну реакцію.

Дернову землю заготовлюють на некислих луках (на низовинних), пасовищах, вигонах, де ростуть злакові і бобові трави, багаті азотом. Дернову землю включають до складу усіх сумішей. Особливо потрібна вона суміші горщика.

Перегнійну землю частіше готують з перегною, після очищення парників. Перегній складають в бурти і кілька разів упродовж літа перелопачують. Перегнійна земля покращує фізичні і хімічні властивості ґрунтосумішей, є незамінним добривом. Вона сприяє хорошему зростанню і дуже цінна для рослин, що не переносять свіжого гною.

Вересова земля. Це легка піскувата земля. Її готують в лісах, в хащах вересу. Шар землі з корінням вересу складають в бурти і витримують 2-3 року. Вересову землю додають до дернової і перегнійної, після чого вони стають теплішими і рихлими. Дуже цінна для папороті, азалії, камелії і інших ніжних молодих рослин з тонким мочкуватим корінням, для вкорінення живців, а також для посіву дуже дрібного насіння.

Листову землю готують з перегнилого листя ліщини, липи, клена. Листя дуба і верби для приготування листяної землі не придатне, оскільки містять багато дубильних речовин. Листова земля рихла, але містить менше поживних речовин, чим перегнійна і дернова.

Таблиця 6.2

## Склад ґрунтосумішей для теплиць і парників

Варіант ґрунтової суміші	Компоненти, % по об'єму					
	Дернова земля середнього або легкого механічного складу	Перегній	Польова земля середнього або легкого механічного складу	Торф	Стара теплична земля	Річний пісок
Для вирощування огірка, кабачка, дині, кавуна						
1	65-75	35-25	-	-	-	-
2	-	30	50	20	-	-
3	50	-	-	-	50	-
4	-	20	30	-	-	-
5	-	-	-	-	100	-
6	40	-	20	40	-	-
7	-	20	30	50	-	-
8	-	65	35	-	-	-
9	60	35	-	-	-	5
10	-	-	-	40	60	-
11	70	25	-	-	-	5
12	-	40-60	60-40	-	-	-
13	-	40	40	20	-	-
Для вирощування помідора, баклажана, солодкого перцю						
1	-	30	50	20	-	-
2	-	20	70	-	-	10
3	70	20	-	-	-	10
4	-	20	80	-	-	-
5	50	-	40	-	-	10
6	-	30	40	20	-	-
7	-	-	90	-	-	10
8	75	-	-	20	-	5
Для вирощування капусти, редису, салату						
1	40	60	-	-	-	-
2	-	60	40	-	-	-
3	40	40	-	20	-	-
4	50	-	-	-	50	-



Торф'яну землю готують з верхового, низовинного або перехідного торфу. Торф укладають в штабелю і через кожні 20-25 см зволожують рідким гноєм, посипають вапном (3-4 кг) і фосфоритним борошном (10-15 кг на 1 м<sup>3</sup> торфу). У кінці першого і упродовж другого року торф перелопачують. На третій рік земля готова до вживання. Вона дуже рихла і вологоємка. При її використанні значно покращуються фізичні властивості ґрунтосумішей, які стають більш рихлі. Її використовують як компонент для різних ґрунтосумішей, для мульчування і як розпушувач дернової землі.

Хвойна земля. Основні переваги її: підвищена кислотність, рихлість, незначна кількість поживних речовин.

Її заготовляють в сосновому лісі, забираючи підстилку з хвої шаром 8-10 см. Земля рихла, повільно перегниває, має підвищену кислотність. Для отримання готової хвойної землі свіжу хвою протягом року витримують в буртах.

Хвойна земля має фітонцидні властивості. Вирощені на ній рослини не вражаються грибними хворобами.

Пісок застосовують для приготування земляних сумішей. У чистому вигляді його використовують при живцюванні рослин. Кращим вважається крупнозернистий річковий або озерний пісок. Не придатний кар'єрний, дрібний, червонястий, такий, що містить закисні з'єднання заліза і оксиди інших металів, шкідливі для рослин, а також глинисті і мул частки.

Класифікація тепличних ґрунтів за основними фізичними ознаками приведена в таблиці 6.3.

## **2. Зміст звіту**

1. Механічний склад ґрунтосумішей для споруд закритого ґрунту.
2. Опис органічних речовин ґрунтосумішей для споруд закритого ґрунту.
3. Підготовка ґрунтосумішей для споруд закритого ґрунту.
3. Скласти тепличну ґрунтосуміш для вирощування овочевої культури (овочева культура вказується викладачем).

Таблиця 6.3.

## Класифікація тепличних ґрунтів за основними фізичними ознаками

Показник	Значення	Показник	Значення
Глибина кореневого шару, см		Реакція середовища (рН)	
Малопотужні	До 15	Сильнокисла	До 5,5
Середньопотужні	15-25	Кисла	5,5-6,0
Нормальні	25-35	Слабокисла	6,1-6,2
Підвищеної потужності	35-45	Нормальна	6,3-6,5
Високої потужності	45-55	Близька до нейтральної	6,6-6,8
Потужні	Більше 55	Нейтральна	6,9-7,0
		Лужна	Більше 7,2
Об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>		Ступінь аерації	
Дуже пухкі	До 0,2	Незадовільна	До 10
Пухкі	0,2-0,4	Задовільна	10-20
Нормальні	0,4-0,6	Добра	20-30
Слабощільні	0,6-0,8	Підвищена	30-40
Щільні	1,0-1,2	Висока	Більше 40
Дуже щільні	Більше 1,2		
Вміст органічної речовини, %		Вміст солей, г/л	
Низький	До 10	Низький	До 0,8
Помірний	10-20	Помірний	0,8-1,5
Нормальний	20-30	Нормальний	1,5-3,0
Підвищений	30-40	Підвищений	3,0-4,0
Високий	40-60	Високий	Більше 4,0
Дуже високий	Більше 60		

## Практична робота №7

### Використання плівки при посіві сільськогосподарських культур

**Мета роботи:** ознайомитись з технологією та машинами для посіву насіння кукурудзи та інших просапних культур під сходовзахисну плівку та техніко економічними показниками, що забезпечують ефективність даної технології.

#### 1. Загальні відомості

Незважаючи на прогрес в селекційній роботі при створенні ранніх сортів кукурудзи, вона залишається культурою, що погано пристосовується до холодних ґрунтів. Тому вирощування кукурудзи, особливо при селекційній роботі, часто обмежується несприятливими погодними умовами.

На початку 70-х років минулого століття в США вперше була запропонована сівалка для посіву цукрової кукурудзи під плівку, що повністю вкривала поверхню поля. Застосування нової технології дало приріст урожаю до 50%.

Передумовою широкого використання плівки при вирощуванні кукурудзи стало успішне завершення багаторічних робіт по створенні нової плівки, що розкладається під дією сонячного випромінювання та ультрафіолетового випромінювання.

Використання плівки при вирощуванні кукурудзи спрямовано перш за все на поліпшення мікроклімату, оскільки крізь прозору плівку добре проходять ультрафіолетові та короткі інфрачервоні промені і погано – довгі ультрафіолетові промені, що надходять від ґрунту та рослин. Це сприяє прогріву ґрунту вдень і зменшує охолодження ґрунту в нічний час, тобто діє тепличний ефект на протязі двох-трьох місяців росту рослин. Швидкий прогрів ґрунту під восени, коли вона погано прогривається, сприяє хорошій схожості ростків кукурудзи. Плівка сприяє утриманню вологи в ґрунті в зоні кореневої системи ростків, служить захистом від погодних змін, покращує використання добрив. В несприятливі погодно-кліматичні роки ефект вирощування кукурудзи під плівкою збільшується.

Використання плівки дозволяє висівати кукурудзу на 10-14 днів раніше, що розвантажує посівну компанію, а після збирання кукурудзи можна вирощувати ще одну культуру.

Волога та тепло, що утримується плівкою, сприяють кращому засвоюванню азоту і гербіцидів. Насіння мають більш рівномірну схожість, різниця в появі сходів порівняно з некритими посівами складає 5-6 днів. Кращий розвиток зеленої маси рослин підтримується на всьому періоді вегетації.

В технології посіву під плівку розрізняють наступні способи:

- синхронне пробивання отворів та посів;
- роздільне пробивання отворів та посів (з пробиванням отворів на відстані, що дорівнює відстані між насінням в рядку або пробивання отворів на довільній відстані).

На сівалках другого типу висів здійснюється в некритий ґрунт звичайною сівалкою точного висіву, позаду якої встановлюється барабан з плівкою, яка вкладається на ґрунт після посіву. Перед укладкою в плівці утворюють ряд поздовжніх отворів, віддалених між собою на 3 см вздовж лінії висіву. Насіння, що проросло, прагне знайти найближчий отвір для виходу над плівкою.

Сівалки для посіву під плівку знаходять застосування не тільки в районах з холодним кліматом, наприклад, Англія, Данія, Швеція, але і в південних районах Франції, Італії, де є можливість збирати два урожаї на рік.

Переваги такого способу посіву:

- поліпшення мікроклімату при проростанні і розвитку рослин (кращий прогрів ґрунту, менше охолодження рослин в нічний час і при заморозках, створення тепличного ефекту);
- менше випаровування вологи в зоні рослин;
- можливість на 2-3 тижні раніше посіяти і на той же термін раніше зібрати урожай;
- краще і повніше використання добрив і хімічних засобів захисту;

- вища врожайність зерна і силосу.

Виготовляється плівка з поліетилену низької щільності, який розкладається залежно від тривалості і сили сонячного випромінювання, незалежно від вологості ґрунту, засвоюється мікроорганізмами і через місяць вже не заважає догляду за посівами. Така властивість поліетилену досягається за рахунок введення при його виготовленні заліза. Плівка виготовлялася в двох варіантах - чорна та прозора по диференційованій пропускній спроможності сонячного світла з різною довжиною хвилі. Чорна плівка перешкоджає зростанню бур'янів, але при цьому менше прогрівається ґрунт (до 6,5°C), погіршується підтягання води до насіння, більш чутлива до дії вітру. Прозора плівка забезпечує декілька кращий прогрів ґрунту (до 8,3°C) оскільки під нею утворюється рясний конденсуючий шар, який обважнює плівку і краще притискує її до ґрунту, створюючи хороші умови для тепличного ефекту. Проте вона вимагає великих доз гербіцидів при посіві. Застосування прозорої плівки для прискореного прогрівання ґрунту можливо тільки при надійному знищенні бур'янів хімічними засобами (наприклад, передпосівне обприскування гербіцидами до 2-3 л/га).

Сівалки для посіву під вологозахисну плівку випускаються фірмами Франції та Німеччини.

Остання модифікація сівалки Plastisem-200 фірми Huard (рис 7.1) має пристрій для укладки плівки, пристрій для обрізання її в кінці гону, а також пристрій для укріплення її ґрунтом. Перфоруючі колеса - з 15 зубами (норма висіву насіння - 106 тис.шт/га), і 12 зубами (норма висіву насіння 82 тис.шт/га). Привод висівного апарата - від прикатуючого катка, встановленого позаду кожного перфоруючого колеса, що служить для регулювання глибини посіву.

Сівалка Monoair фірми Fahse (Німеччина) (рис. 7.2) призначена для посіву під плівку насіння кукурудзи, огірків, соняшника.

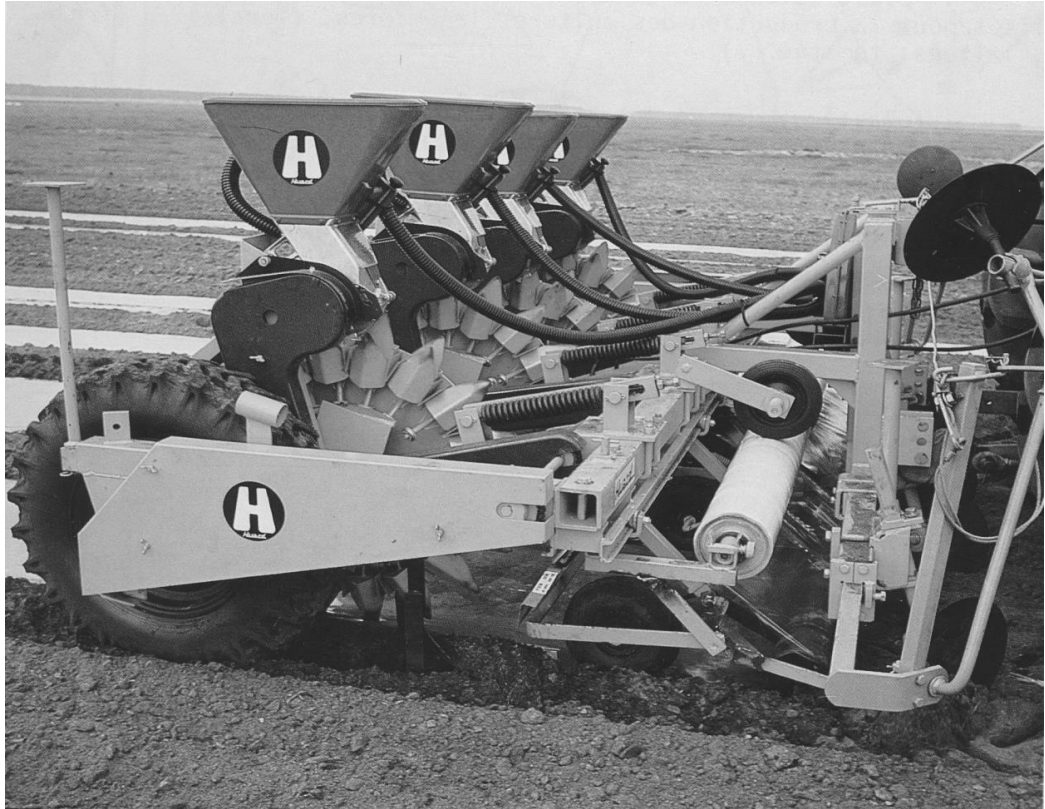


Рис. 7.1. Сівалка Plastisem-200 фірми Huard

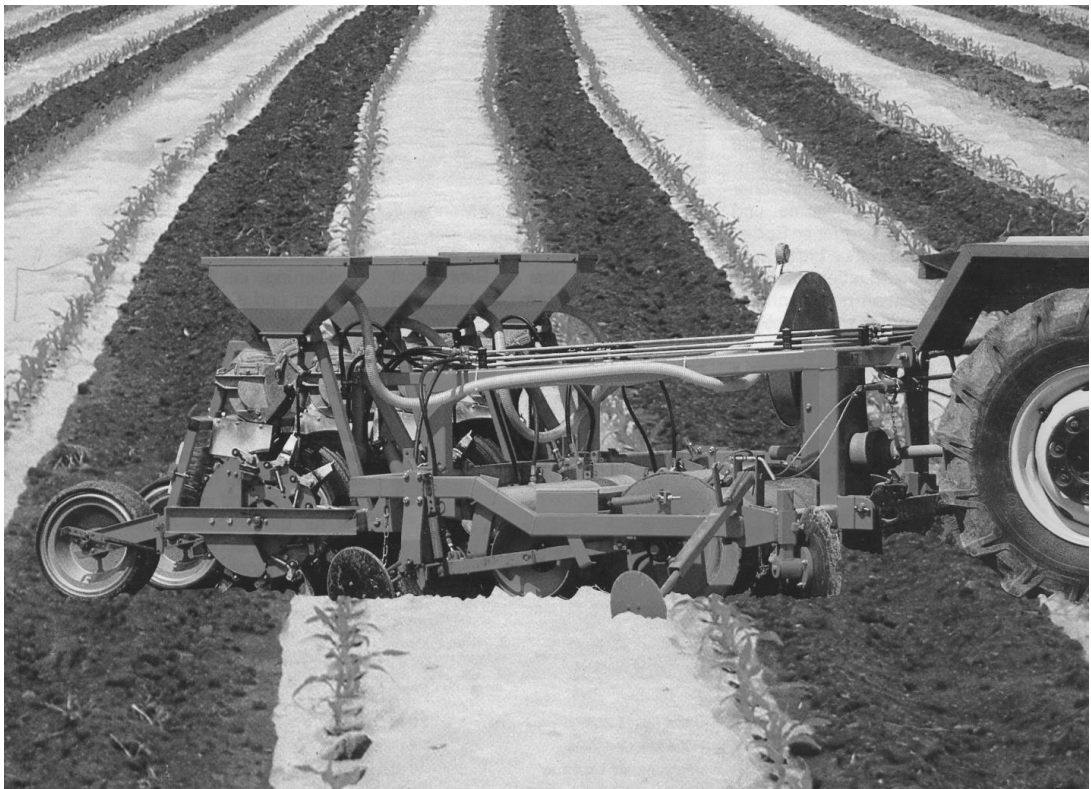


Рис. 7.2. Сівалка Monoair фірми Fahse

Сівалка виконується в 1-6-рядному варіантах і використовується сумісно з кільчасто-шпоровим котком, що спушує і вирівнює ґрунтову грядку (встановлюється на передній навісці трактора). Пристрій для плівки встановлюється там же. Існує також керований гідроциліндром поперечний брус, до якого за допомогою затисків кріпляться дискові борознорізи, стержень для установки рулону з плівкою (на подовжніх брусах рами), ролики, що притискають плівку, і дискові загортачі для вкриття плівки. Продовжні бруси рами змонтовані на поперечному брусі за допомогою затискачів і можуть переустановлюватись для укладання плівки різної ширини. На кінцях подовжніх брусів встановлені знімні вантажі, регулюючі навантаження на робочі органи. На стойках дискових загортачей закріплені повідці, жорстко пов'язані з допоміжним брусом, на якому за допомогою притисків встановлені повідки прогумованих роликів, що втискають края плівки в ґрунт. На осях роликів встановлені паси, що регулюють розмотування та натяг плівки. Сівалка Monoair навішується позаду трактора і разом з поперечним брусом, що спирається на 2 опорно-приводних колеса, до яких на підпружинених паралельних навісках кріпляться перфоруючі колеса, вакуумний висівний апарат і бункер. Позаду перфоруючих коліс на радіальній підвісці встановлені прикатуючі катки, що створюють контакт з ґрунтом.

В 1984 році у Франції були проведені порівняльні випробування п'яти сівалок для посіву під плівку фірм Rolland, Cadama, Le Forestier, Fahse, Legoff (табл. 7.1). Робочий час для посіву 1 га - 1,5 години при швидкості 4-4,0 км/год. Ні одна з машин не утворила чітких перфоруючих отворів.

Загальні недоліки технології посіву насіння під плівку:

- низка продуктивність;
- висока вартість плівки;
- трудність поєднання перфоруючих отворів з висіяним насінням;
- необхідність ретельної підготовки ґрунту і вирівнювання рельєфу;
- не механізовано закладання плівки на початку гону;

- не вирішено питання внесення мінеральних добрив;
- нерівномірне розкладання плівки;
- не механізовано обрізання і закладання плівки в кінці гону;
- не синхронізовані процеси перфорації і висіву насіння;
- великі працевитрати.

Доцільність застосування технології посіву під плівку, в основному, обґрунтовується при обробітку на силос і на зерно кукурудзи, при вирощуванні солодких сортів, в насінництві та селекції.

Таблиця 7.1

Основні технічні дані сівалок для посіву під плівку

Технічна характеристика	Rolland	Cadama	Le Forestier	Fahse	Legoff
Тип висівного апарата	Monosem фірми Ribolean			Fahse	Monosem
Рядність	4	4	4	4	4
Ширина захвату, м	3,1	3	3,1	2,85	3,1
Ширина міжрядь, см	75-80	75	78	75-80	78-80
Маса, кг	2000	1320	1500	900	1200
Кількість висівних стаканів, шт.	12	15	19	19	18
Інтервал, см	15	18	17	17	17
Тип відкриття стаканів	Боковий	Подовжній	Боковий	Подовжній	Боковий
Пристрій для обрізання	Так	Ні	Так	Ні	Так
Потужність трактора, к.с.	110	145	84	84	70
Робоча швидкість, км/год.	4	1-4,5	6	4,1	4,4
Кількість обслуговуючого персоналу	2-4	2-3	2-3	2-3	2-3



## **2. Зміст звіту**

1. Опис технології посіву під плівку.
2. Переваги, недоліки технології посіву під плівку.
3. Будова, дія сівалки для посіву під плівку.
4. Пропозиції щодо усунення найбільш суттєвого, на Ваш погляд, недоліку в технології посіву під плівку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вдовенко С.А. Овочівництво захищеного ґрунту. Практикум: Навч. посіб./ С.А.Вдовенко, В.М.Чернецький, І.І.Паламарчук. – Вінниця, 2017. – 129с.
2. Барабаш О. Ю. Овочівництво / О. Ю. Барабаш. – К.: Вища школа, 1994. – 362 с.
3. Барабаш О.Ю. Догляд за овочевими культурами / О.Ю. Барабаш, З.Д. Сич, В.Л. Носко. – К.: Нововведення, 2008. – 122 с.
4. Гіль Л.С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт / Л.С.Гіль, А.І. Пашковський, Л.Т.Суліма. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 368 с.
5. Приліпка О.В. Тепличне овочівництво / О.В. Приліпка. – К.: Урожай, 2002. – 255 с.
6. Операційні технології виробництва овочів / [Болотських О.С., Бондаренко Г.Л., Скляревський М.О. та ін.]. За ред. О.С.Болотських. – К.: Урожай, 1998. – 341 с.
7. Іваненко П.П., Приліпка О.В. Закритий ґрунт. К.: Урожай, 2001. 356 с

## ЗМІСТ

Практична робота №1	
Обігрів індивідуальних весняних споруд закритого ґрунту .....	3
Практична робота №2	
Визначення місячної витрати палива на обігрів застеленої теплиці .....	16
Практична робота №3	
Машини і механізми для підготовчих робіт в закритому ґрунті .....	24
Практична робота №4	
Ґрунтообробні машини для закритого ґрунту .....	34
Практична робота №5	
Біологічний обігрів культиваційних споруд .....	40
Практична робота №6	
Ґрунтосуміші для закритого ґрунту .....	48
Практична робота №7	
Використання плівки при посіві сільськогосподарських культур .....	58