

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий механічний інститут  
Кафедра агроінженерії

**02-07-04М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для виконання практичних робіт та самостійної роботи  
з освітньої компоненти  
**«Механізація в рослинництві»**  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за  
освітньо-професійною програмою «Агрономія»  
спеціальності 201 «Агрономія»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною  
радою з якості ННІАЗ  
Протокол № 9 від 16 січня 2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки для виконання практичних робіт та самостійної роботи з освітньої компоненти «Механізація в рослинництві» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Голотюк М. В., Ювчик Н. О., Полевик О. А., Змієвська О. О., Михайлов А. О. – Рівне : НУВГП, 2024. – 105 с.

Укладачі:

Голотюк М. В. – к.т.н., доцент кафедри агроінженерії.  
Ювчик Н. О. – старший викладач кафедри агроінженерії.  
Полевик О. А. – старший викладач кафедри агроінженерії.  
Змієвська О. О. – асистент кафедри агроінженерії.  
Михайлов А. О. – асистент кафедри агроінженерії.

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри агроінженерії  
Протокол № 5 від 11 листопада 2023 року

В. о. завідувача кафедри кафедри  
агроінженерії

Налобіна О. О.

Керівник групи забезпечення освітньо-професійної  
програми «Агрономія»  
за спеціальністю 201 «Агрономія»

Колесник Т. М.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІАЗ  
Протокол № 9 від 16 січня 2024 р.

Голова науково-методичної ради  
з якості ННІАЗ

Прищепя А. М.

© М. В. Голотюк,  
Н. О. Ювчик, О. А. Полевик,  
О. Г. Змієвська, А. О. Михайлов, 2024  
© НУВГП, 2024

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

### Тема: «Машини для обробітку ґрунту»

**Завдання:** вивчити призначення, будову, робочий процес та технологічну наладку плуга Kuhn Multi-Leader 8T.

**Мета роботи:** набуття знань з будови, робочого процесу та технологічної наладки плуга Kuhn Multi-Leader 8T.

#### **В результаті вивчення плуга студенти повинні**

- **знати:** призначення плуга Kuhn Multi-Leader 8T та можливі варіанти його переобладнання для зміни ширини захвату; загальну будову плуга, будову і призначення його складових частин та їх функціонування і взаємодію під час роботи; робочий процес плуга; поняття технологічної наладки та її складові частини; перелік операцій з перевірки технічного стану плуга і його технологічних регулювань та яким чином вони виконуються.

- **уміти:** виконувати операції з перевірки технічного стану плуга та його технологічні регулювання.

#### **Методичні вказівки до вивчення будови плуга**

Вивчаючи призначення плуга, на основі поданої інформації про можливі варіанти його застосування (типи ґрунтів, на яких може виконуватись оранка плугом, під які культури, на яку глибину), зробити висновки, до якого типу відноситься даний плуг – до плугів загального чи спеціального призначення.

При вивченні будови плуга необхідно запам'ятати і уявити, разом з назвами, призначення складових частин, що в подальшому буде сприяти розумінню їх будови та функціонування. Необхідно також запам'ятати і уявити поняття «робочі органи» і «допоміжні частини» плуга.

В результаті вивчення робочого процесу плуга має бути складена добре зрозуміла його загальна картина, для чого необхідно знати мету функціонування кожного робочого органу та технологічні операції, які він виконує. Необхідно також вивчити агротехнічні вимоги до операції і знати критерії оцінки її якості.

При вивченні технологічної наладки плуга необхідно знати його особливості, складові частини, а саме перевірку технічного стану плуга та його технологічні регулювання, вимоги до технічного стану плуга (положення елементів кріплення, взаємне розміщення складових частин тощо), а також перелік робіт (операцій), які включає кожна з частин технологічної наладки, способи їх виконання.

**Матеріальне забезпечення:** плуг Multi-Leader 8Т, комплект інструментів (гайкові ключі, викрутка, молоток), шнур 10 м, рулетка 10 м, лінійка 50 см, відео матеріали.

### 1. ЗАГАЛЬНА БУДОВА ПЛУГА

Плуг Kuhn Multi-Leader 8Т (рис. 1) складається з рами 9, робочих органів – корпусів 5, передплужників 4, дискових ножів 6, секції опорного колеса 7, начіпного пристрою 1. Плуг обладнаний опорним стояком 11, який служить опорою після від'єднання плуга від трактора, а під час оранки фіксується у піднятому положенні. На рамі плуга також встановлені оборотні гідроциліндри 2, за допомогою яких по чергово вводяться в дію право- і лівооборотні корпуси, гвинтова тяга 8 для зміщення бруса рами з робочими органами при зміні ширини захвату плуга і тяга 3 для установки опорного колеса у відповідне даній ширині захвату положення.

**Рама** призначена для установки складальних одиниць плуга і забезпечення необхідного їх взаємного розміщення. Складається з двох частин – опорної (нерухомої) і оборотної (рухомої). Обидві частини мають модульну (секційну) будову.

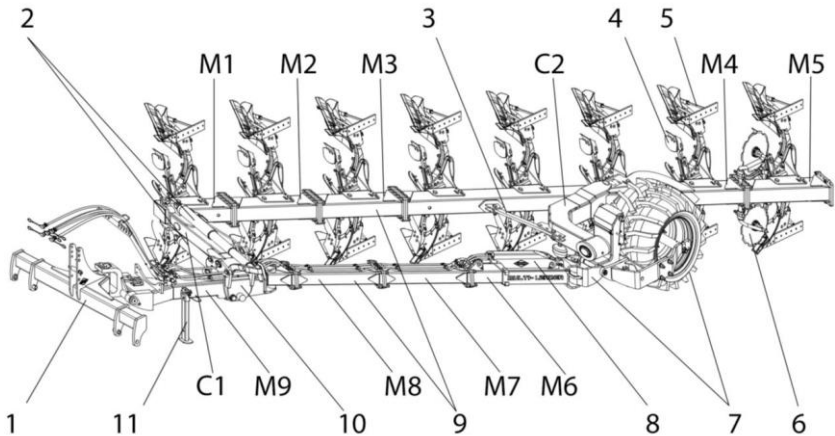


Рис. 1. Загальний вигляд плуга Kuhn Multi-Leader 8Т:

1 – начіпний пристрій; 2 – оборотні гідроциліндри; 3 – тяга регулювання положення опорного колеса; 4 – передплужник; 5 – корпус; 6 – дисковий ніж; 7 – секція опорного колеса; 8 – гвинтова тяга регулювання ширини захвату плуга; 9 – рама; 10 – кронштейн; 11 – опорний стояк; M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 – модулі рами; C1, C2 – передній і задній оборотні стояки

**Опорна частина рами** служить опорою для оборотної частини з робочими органами, а також установки складальних одиниць плуга і складається з чотирьох трубчастих модулів *M6*, *M7*, *M8*, *M9* (рис. 1) квадратного поперечного перерізу, які разом утворюють трубчастий брус опорної частини рами. Модулі *M6*, *M7*, *M8* жорстко скріплені за допомогою болтових з'єднань і утворюють єдиний цільний елемент. Модуль *M9* за допомогою заднього кронштейна шарнірно з'єднаний з передньою частиною модуля *M8* - окремим елементом з отвором, а переднім кронштейном шарнірно з'єднаний з начіпним пристроєм *I*; на модулі *M9* установлений кронштейн *10* для кріплення оборотної частини рами, а також опорний стовп *11*. Модуль *M6* (рис. 2) - телескопічний і складається з двох частин *1* і *2*, з яких частина *1* з меншими поперечними розмірами, внутрішня, входить в іншу частину *2* з більшими поперечними розмірами, зовнішню, з можливістю взаємного переміщення, що призводить до зміни довжини модуля. Для здійснення взаємного переміщення внутрішньої і зовнішньої частин модуля *M6* і зміни його довжини служить гвинтова тяга *4* (рис. 2), яка складається з двох гвинтових проушин, з'єднаних втулкою з внутрішньою різьбою. Однією проушиною гвинтова тяга кріпиться за допомогою пальця до кронштейна *5* внутрішньої частини *1*, а іншою – таким же чином до кронштейна *3* зовнішньої частини *2* модуля.

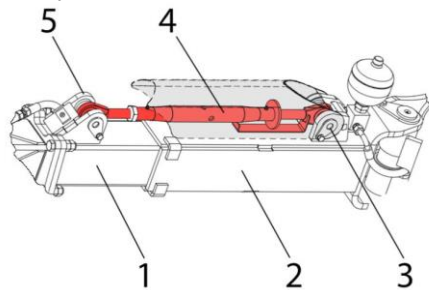


Рис. 2. Загальний вигляд телескопічного модуля опорної частини рами плуга:

*1* – внутрішня частина модуля; *2* – зовнішня частина модуля; *3,5* – кронштейни; *4* – гвинтова тяга

При обертанні втулки в той або інший бік довжина гвинтової тяги (відстань між осями проушин) змінюється – зменшується або збільшується, призводячи до взаємного переміщення внутрішньої і зовнішньої секцій телескопічного модуля та відповідного зменшення або

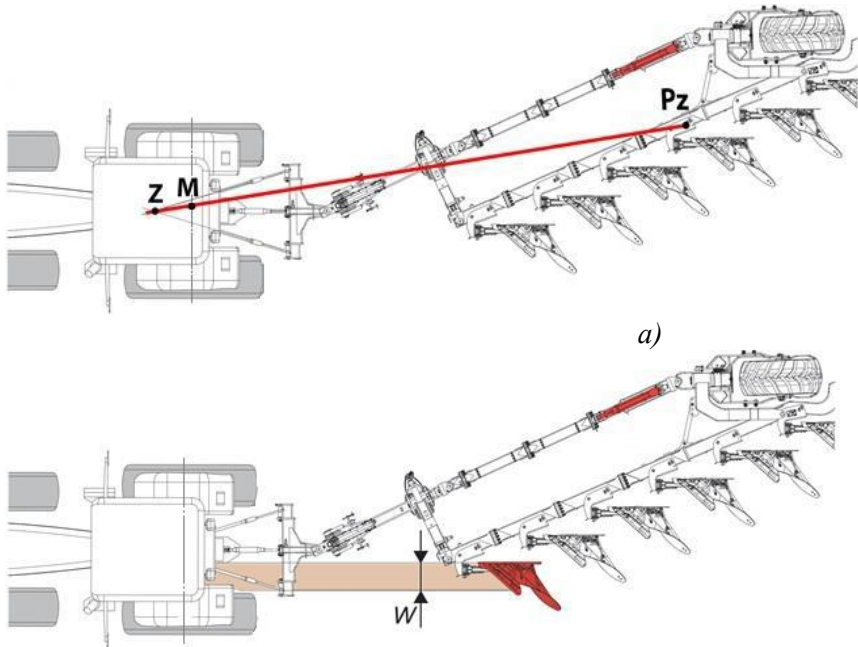
збільшення його довжини, а отже і довжини трубчастого бруса опорної частини рами у цілому.

**Оборотна частина** рами складається з трубчастого бруса, утвореного п'ятьма жорстко скріпленими за допомогою болтових з'єднань трубчастими модулями *M1, M2, M3, M4, M5* (рис. 1) квадратного поперечного перерізу, та оборотних стояків *C1* і *C2*. Стояки *C1* і *C2* мають коробчасту конструкцію і шарнірно з'єднані відповідно з опорною частиною рами і стояком секції опорного колеса з можливістю обертання їх разом з брусом з робочими органами на 180°. При цьому віссю обертання стояка *C1* є палець кронштейна *10* (рис. 1), а вісь обертання стояка *C2* вмонтована у стояк секції опорного колеса *7*.

На брусі установлені робочі органи – по 8 право- і лівообертових передплужників *4*, по 8 право- і лівообертових корпусів *5* та 2 дискових ножі *6*, зокрема на модулях *M1, M2, M3, M5* установлено по одному право- і лівообертовому передплужнику і корпусу, на модулі *M5* установлено також і два дискових ножі – перед кожною останньою парою право- і лівообертових передплужників і корпусів, а на модулі *M4* установлено по 4 право- і лівообертових передплужника і корпусу. Кожен корпус разом з передплужником установлені на одному спільному кронштейні, який кріпиться до трубчастого бруса оборотної частини рами з допомогою двох болтових з'єднань. При цьому кронштейн має чотири регульовальних отвори, кожен з яких, залежно від необхідності, може при кріпленні кронштейна з корпусом і передплужником до бруса рами слугувати як кріпильний, суміщаючись з відповідним отвором на брусі, а усі разом вони забезпечують можливість установки корпусу у чотири різних положення з відповідно чотирма варіантами ширини його захвату, а саме 35, 40, 45 та 50 см.

Шляхом зміни довжини трубчастого бруса опорної частини рами за допомогою гвинтової тяги *4* (рис. 2) регулюється ширина захвату плуга та його першого корпусу, а також здійснюється наладка для агрегування додаткових знарядь (опцій), наприклад, котків. Виконуючи ці регулювання, необхідно мати на увазі, що однією з умов якісної оранки є стійкий рух орного агрегату за заданим напрямом, коли орний агрегат не має постійного відхилення (так званий ефект «бочення») у той або інший бік від заданого напрямку руху під дією сил, які виникають в процесі зворотної силової дії плуга на трактор при взаємодії плуга з ґрунтом, тобто усі діючі в системі трактор-плуг-ґрунт сили зрівноважені. Ця умова виконується шляхом відповідного розміщення плуга відносно трактора, при якому лінія тяги трактора *Z-Pz* (рис.3, *a*) проходить через

точку  $M$  на середині задньої осі трактора. Таке положення лінії тяги трактора при різних варіантах наладки агрегату (зміна ширини захвату першого корпусу, ширини захвату плуга, кількості корпусів тощо), досягається зміною довжини гвинтової тяги  $4$ , а разом з цим довжини трубчастого бруса опорної частини рами.



**б**

Рис. 3. Схема взаємного розміщення трактора і плуга:

*a* - правильне положення; *б* - регулювання ширини захвату першого корпусу:  $Z$  - точка перетину ліній – продовжень нижніх тяг начіпної системи трактора в даному положенні;  $Pz$  – точка на середині рами плуга;  $M$  – точка на середині задньої осі трактора;  $Z-Pz$  – лінія тяги трактора

Зміна його довжини, у свою чергу, призводить до повороту бруса з робочими органами оборотної частини рами у шарнірному з'єднанні зі стояком  $CI$  (рис.1) і зміни кута його установки відносно напрямку руху агрегата (також і відносно бруса опорної частини рами), а отже і зміни ширини захвату, причому збільшення довжини бруса опорної частини

рами веде до зменшення ширини захвату плуга, і навпаки, зменшення його довжини призводить до її збільшення (рис. 3, б).

На стояку *С1* оборотної частини рами встановлений пристрій для контролю ширини захвату плуга (першого корпусу;) (рис. 4) при роботі у право- і лівообертovому варіантах. Пристрій має шкалу з цифровими позначками від 1 до 5 і двома стрілками-показчиками 2, 5 у вигляді двоплечих важелів зигзагоподібної форми, відповідно для право- і лівообертovого варіанту роботи, які шарнірно закріплені на стояку і рухаються по його наскрізних продовгуватих отворах. Стрілки-показчики 2, 5 за допомогою важелів відповідно 8, 6 шарнірно з'єднані з трубчастим брусом 4 оборотної частини рами.

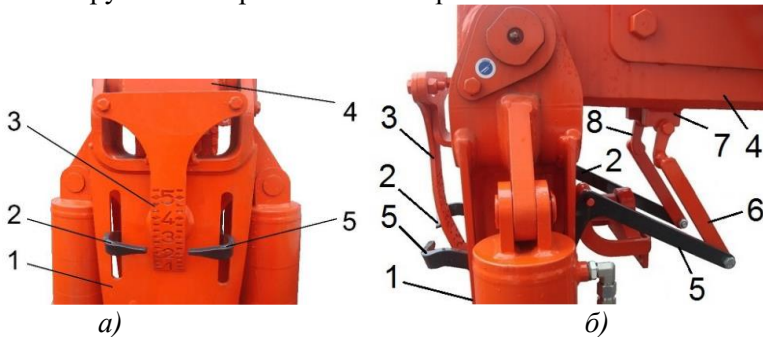


Рис. 4. Пристрій контролю ширини захвату плуга:

*а* – вид спереду; *б* – вид збоку; 1 – передній оборотний стояк *С1*; 2, 5 – стрілки-показчики; 3 – шкала; 4 – трубчастий брус оборотної частини рами; 6, 8 – важелі; 7 – кронштейн трубчастого бруса;

При здійсненні регулювання ширини захвату плуга (першого корпусу) шляхом зміни довжини гвинтової тяги 4 (рис. 2) і, відповідно, зміни довжини бруса опорної частини рами, брус 4 оборотної частини рами змінює своє кутове положення відносно бруса опорної частини рами, повертаючись у шарнірному з'єднанні зі стояком *С1*. Кутове переміщення бруса 4 передається через важелі 8, 6 до стрілок-показчиків 2, 5, які починають рухатись відносно шкали 3, вказуючи на відповідну поділкам шкали ширину захвату плуга (першого корпусу).

Модулі *М2*, *М5* і *М8* є модулями-подовжувачами рами, оскільки вони можуть від'єднуватись разом з робочими органами при переобладнанні плуга з 8-корпусного варіанту комплектації у 7- і 6-корпусні варіанти. Зокрема для переобладнання плуга у 7-корпусний варіант



від'єднується модуль *M5*, а для переобладнання у 6-корпусний варіант – ще від'єднуються і модулі *M2* та *M8*.

Обертання оборотної частини рами і почергова установка в робоче положення право- і лівооберткових корпусів здійснюється за допомогою пристрою, що складається з двох оборотних гідроциліндрів 2 (рис.1) і 8 (рис. 5) та важелів 3, 6 з гвинтовими упорами 2, 7, що упираються в упорні шайби 5 на кронштейні 4 (рис. 5). Корпуси гідроциліндрів 8 шарнірно кріпляться до проушин стояка *C1*, а їх штокові частини – до важелів 3 і 6, які, у свою чергу, шарнірно з'єднані з кронштейном 4 кріплення оборотної частини рами.

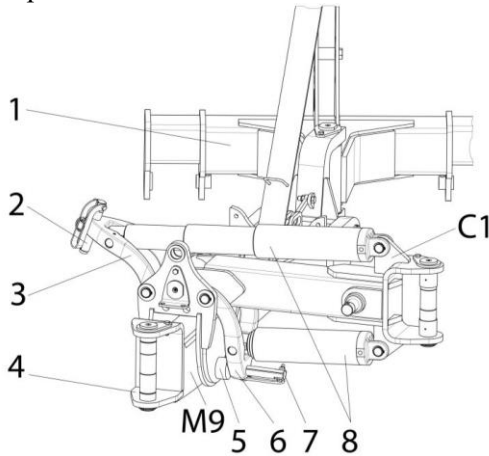


Рис. 5. Пристрій обертання рухомої частини рами:

1 – начіпний пристрій; 2, 7 – гвинтові упори; 3, 6 – важелі; 4 – кронштейн кріплення оборотної частини рами; 5 – упорна шайба; 8 – поворотні (оборотні) гідроциліндри; *M9* – модуль опорної частини рами (див. рис. 1); *C1* – стояк

Необхідне для одержання злитної оранки положення оборотної частини рами з робочими органами, після зміни правооберткових корпусів на лівооберткові і навпаки, забезпечується гвинтовими упорами 2, 7 (рис. 5), кожен з яких складається з гвинта 2 (рис. 6), воротка 3 і фіксатора 4.

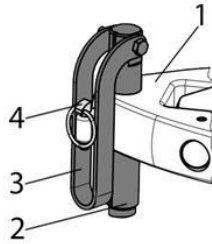


Рис 6. Загальний вигляд важеля з гвинтовим упором:  
 1 – важіль; 2 – гвинт; 3 - вороток; 4 – фіксатор

**Начіпний пристрій** (рис. 7) призначений для приєднання плуга до трактора. Складається з горизонтального зварного бруса 1, з привареним в центральній частині стояком 2 у вигляді двох вертикальних пластин з отворами, до якого за допомогою пальця 5 кріпиться центральна тяга начіпної системи трактора. З обох боків до бруса 1 приварені кронштейни 3 і 7, кожен з яких також утворений двома вертикальними пластинами з отворами, в яких установлюються змінні пальці 4 і 6 для кріплення бокових тяг.

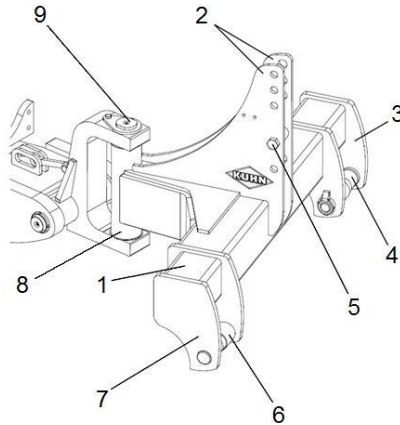


Рис. 7. Начіпний пристрій:

1 - горизонтальний брус; 2 – стояк; 3, 7 – кронштейни; 4, 5, 6 – пальці; 8 – втулка; 9 – вісь.

Змінні пальці (рис. 8) дозволяють агрегатувати плуг з тракторами, обладнаними різними категоріями начіпних систем: 3; 4; 4N; QC(Quick Coupler 3; 4N); K 700.

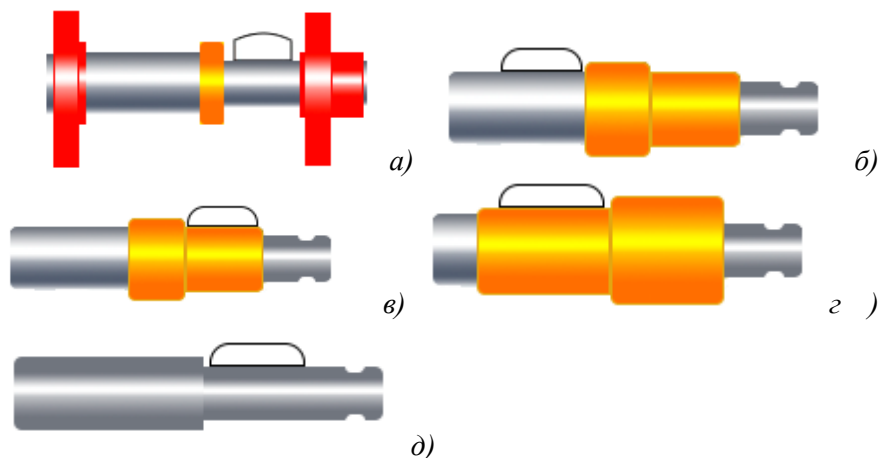


Рис. 8. Змінні пальці для різних категорій начіпних систем трактора:

*а* – категорія 3; *б* – категорія 4; *в* – категорія 4N; *г* – категорія К 700; *д* – категорія QC (Quick Coupler 3; 4N)

В задній частині начіпного пристрою приварена вертикальна втулка 8 (рис. 7) з установленою в ній віссю 9 для кріплення його до кронштейна рами плуга.

**Секція опорного колеса 7** (рис. 1) складається з опорного колеса і механізму підйому. Опорне колесо призначене для копіювання поверхні поля і служить опорою плугу при його роботі та транспортуванні. Механізм підйому призначений для переведення плуга у транспортне положення і фіксації у ньому, а також для опускання і піднімання його рами з робочими органами при роботі відповідно для заглиблення робочих органів у ґрунт і виконання оранки та здійснення поворотів у кінці загінки.

Механізм підйому складається з вилки 2 (рис. 9, *а*) з прикріпленими до неї з обох сторін за допомогою болтових з'єднань боковинами 8, стояка 3 з підйомним гідроциліндром 4, скоби 5 з втулкою з пальцем та гідропневматичного акумулятора 7. Опорне колесо 1 встановлене на осі 9 між боковинами 8 вилки 2. Кінці обох боковин на внутрішніх сторонах мають штифти для кріплення чистика 10 (рис. 9, *б*), який розміщений позаду опорного колеса. Стояк 3 має корпус коробчастої будови з кришкою у верхній частині, який шарнірно з'єднаний з вилкою 2.

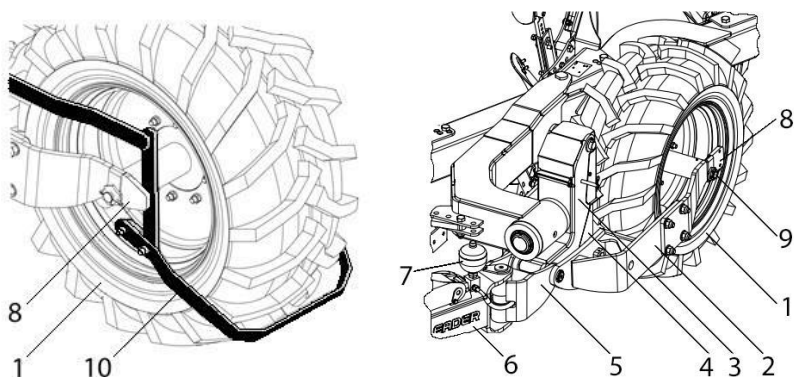


Рис. 9. Секція опорного колеса:

*а* - загальний вигляд; *б* - опорне колесо з чистиком; 1 – опорне колесо; 2 – вилка; 3 – стояк; 4 – підйомний гідроциліндр; 5 – скоба; 6 – останній модуль (М6) опорної частини рами плуга; 7 – гідропневматичний акумулятор; 8 – боковина; 9 – вісь опорного колеса; 10 – чистик.

У середині корпусу стояка знаходиться підйомний гідроциліндр 4, корпус якого провусиною у нижній його частині також шарнірно з'єднаний з вилкою, а шток провусиною, за допомогою пальця, шарнірно з'єднаний з корпусом стояка у верхній його частині. У передній стінці корпусу стояка закріплена вісь обертання оборотного стояка С2 (рис. 1) рами плуга. Рух штока підйомного гідроциліндра 4 супроводжується рухом вилки 2 і з'єднаної з нею задньої частини рами плуга відносно опорного колеса 1, аналогічний синхронний рух здійснює і передня частина плуга під дією начіпної системи трактора. Таким чином, залежно від напрямку руху штока підйомного гідроциліндра – всередину корпусу гідроциліндра або назовні, рама плуга з робочими органами опускається у робоче положення або піднімається у транспортне.

Гідропневматичний акумулятор 7, установлений біля секції опорного колеса на рамі плуга, призначений для усунення коливань рами, які можуть виникати при копіюванні нерівностей поверхні поля опорним колесом. Він, разом з підйомним гідроциліндром 4, утворюють «амортизаційну пару» або пневморесору, для ефективної роботи якої шток гідроциліндра 4 висувають на 3 – 5 см. Секція опорного колеса шарнірно приєднується до рами плуга за допомогою скоби 5, яка також шарнірно з'єднана з вилкою 2.

Робота плугом буде виконуватись на задану глибину за умови фіксації рами плуга у відповідному цій глибині положенні над поверхнею

грунту. Положення рами плуга над поверхнею ґрунту, у свою чергу, визначається відповідним положенням штока 2 (рис.10) підйомного гідроциліндра 1, яке досягається шляхом обмеження його ходу за допомогою регулювальних шайб 3. Регулювальні шайби (кліпси) входять до комплектації плуга та встановлюються у необхідній кількості на штоці підйомного гідроциліндра, фіксуючи шток у відповідному заданій глибині оранки положенні.

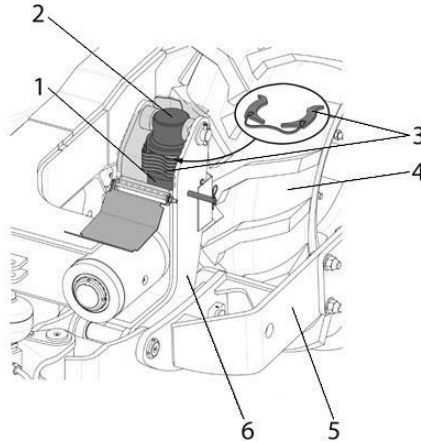


Рис. 10. Загальний вигляд підйомного гідроциліндра з регулювальними шайбами:

1 – корпус підйомного гідроциліндра; 2 – шток; 3 – регулювальні шайби (кліпси); 4 – опорне колесо; 5 – вилка; 6 – стояк

### Робочі органи плуга

**Корпус плуга.** Призначений для підрізання, розпушування і обертання скиби ґрунту. Плуги серії Multi-Leader комплектуються трьома типами корпусів з суцільними або смуговими полицями (рис. 11, а - в).

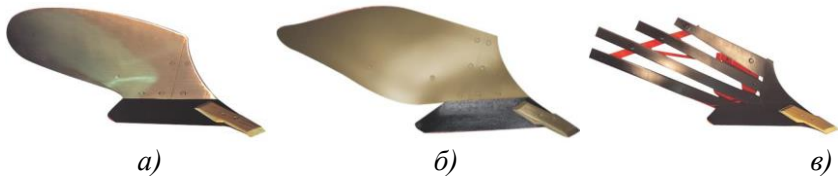


Рис. 11. Типи корпусів, якими комплектуються плуги серії Multi-Leader:

а – з гвинтовою полицею N (від 15 до 30 см); б – з широкою гвинтовою полицею L (від 15 до 30 см); в - зі смуговою полицею V (від 20 до 30 см).

Робочими елементами корпусу плуга є: леміш 2 (рис. 12, а) з долотом 1, полиця 4 з грудьми 3, польова дошка 9 (рис. 12, б).

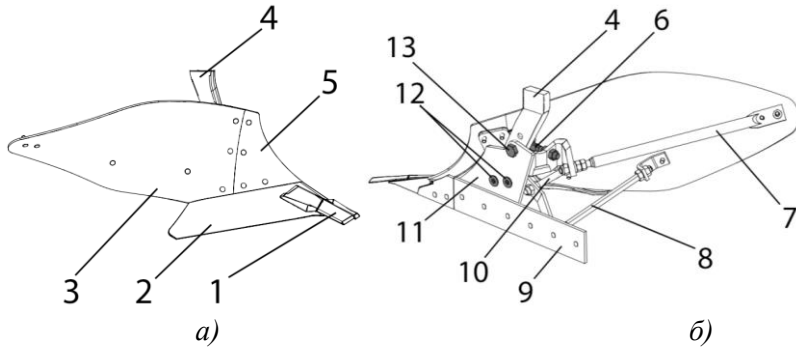


Рис. 12. Корпус плуга: а – вид спереду; б – вид ззаду;

1 – долото; 2 – леміш; 3 – полиця; 4 – стовба; 5 – грудь полиці; 6 – гвинтова тяга установки кута входження лемеша у ґрунт; 7, 8, 10 – гвинтові тяги-упори; 9 – польова дошка; 11 – башмак; 12, 13 – кріпильні болти

Леміш 2 з долотом 1 призначений для підрізання скиби ґрунту в горизонтальній площині. Наявність долота сприяє кращому заглибленню лемеша в ґрунт (особливо на щільних і в'язких ґрунтах) і підвищенню рівномірності глибини оранки.

Плуги серії Multi-Leader комплектуються трьома видами долот (рис. 13, а - в).

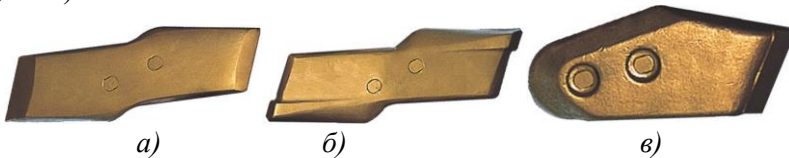


Рис. 13. Типи долот для комплектації плугів серії Multi-Leader: а – Марафон; б – Олімпік; в – Супер Марафон.

Полиця 3 з грудьми 5 призначена для обертання і розпушування скиби ґрунту.

Польова дошка 9 призначена для забезпечення стійкості ходу плуга по ширині захвату; при роботі сприймає силову дію – реакцію ґрунту на корпус з боку стінки борозни.

Леміш з долотом і полиця разом утворюють робочу поверхню корпусу плуга. Гвинтові тяги-упори 7, 8, 10 надають жорсткості конструкції корпусу і забезпечують необхідну форму його робочої поверхні.

Робочі елементи корпусу кріпляться до башмака 11 з тримачем. За допомогою тримача корпус плуга приєднується до стовби 4 і утримується на ній за допомогою кріпильних болтів 12, 13. Стовба з корпусом кріпиться до рами шляхом установки її між двома пластинами кронштейна рами і фіксації болтами, один з яких є зрізним для запобігання пошкодженням конструктивних елементів плуга при зустрічах з перешкодами.

Корпус плуга може також комплектуватись додатковими елементами (рис. 14): кутознімачем 1, ґрунтопоглиблювачем 3, вертикальним ножем 2.

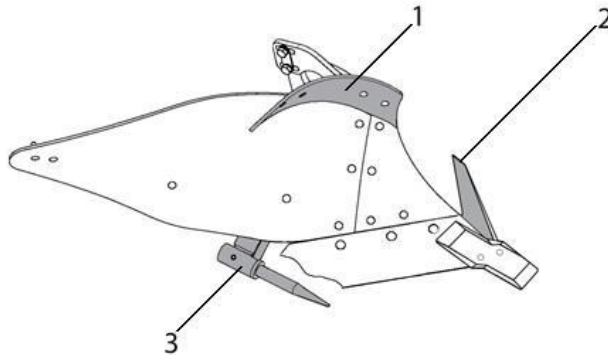


Рис. 14. Додаткові елементи корпусу плуга:

1 - кутознімач; 2 – вертикальний ніж; 3 – ґрунтопоглиблювач

Кутознімач призначений для зрізання частини верхнього шару скиби з метою зменшення гребеневості поверхні поля і покращення загортання рослинних решток. Кутознімач встановлюються на полицях корпусів за відсутності передплужника.

Ґрунтопоглиблювач призначений для розпушення підорного шару ґрунту з метою запобігання утворення плужної підшви.

Вертикальний ніж призначений для розрізання ґрунту у вертикальній площині з метою отримання рівної стінки борозни при роботі плуга без дискового ножа. Встановлюється на задньому корпусі.

Корпуси з полицею типу L (рис. 11, б) утворюють достатньо широке дно борозни для проходження коліс трактора з широкопрофільними шинами (понад 50 см завширшки). Крім цього, для утворення широкого профілю борозни (з метою зменшення тертя боковин шини трактора по стінці борозни і, як наслідок, збільшення терміну експлуатації шин), плуги серії Multi-Leader можуть комплектуватись ромбовидними

корпусами (рис. 15, а). Схема дії ромбовидного корпусу зображена на рис. 15, б.

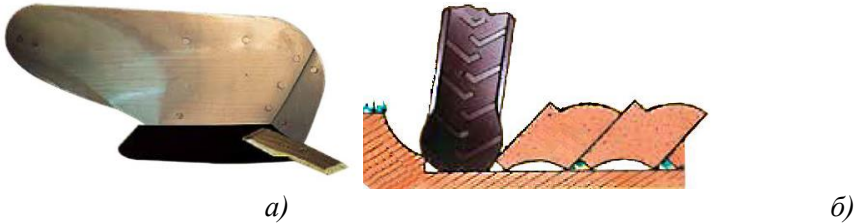


Рис. 15. Ромбовидний корпус плуга:  
а – загальний вигляд ромбовидного корпусу; б – схема дії ромбовидного корпусу.

**Передплужник** вирізає частину верхнього шару скиби з боку польового обрізу корпусу, перевертає її і скидає на дно борозни, цим самим сприяючи повному загортанню рослинних решток і зменшенню гребневості поверхні поля.

Робочими елементами передплужника є леміш 1 (рис. 16), полиця 2, які кріпляться до башмака 5. Стовба 3 передплужника вставляється в тримач 4, закріплений на рамі плуга, при цьому необхідні отвори стовби суміщаються з отворами тримача і дане положення передплужника фіксується за допомогою стопорного болта 6.

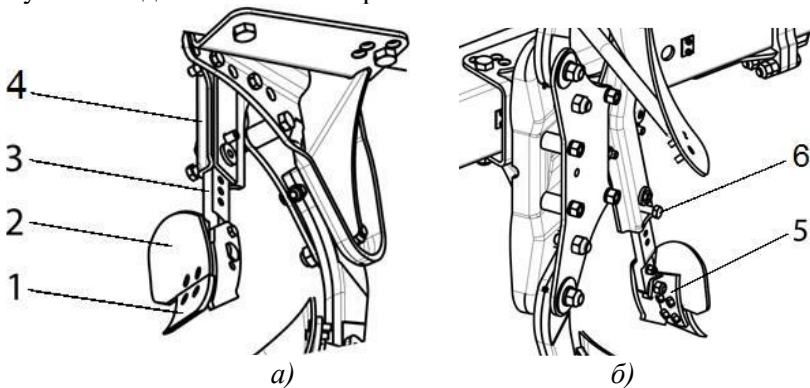


Рис. 16. Передплужник:  
а – вид спереду; б – вид ззаду; 1 – леміш; 2 – полиця; 3 – стовба; 4 – тримач; 5 – башмак; 6 – стопорний болт

Плуги серії Multi-Leader комплектуються трьома видами передплужників (рис. 17, а - в): гвинтоподібним передплужником ЗН (для



глибокої заробки поживних решток і хорошою адаптацією для роботи з багаторічними травами), передплужником для роботи по стерні кукурудзи ZRL, універсальним передплужником ZX (для роботи по стерні злакових культур та кукурудзи, з широким - ZXL і вузьким - ZXE лемешами).

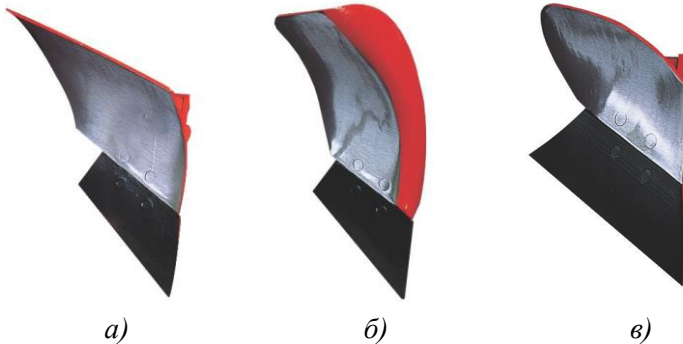


Рис. 17. Типи передплужників плугів серії Multi-Leader:

*а* – гвинтоподібний передплужник ZH; *б* – передплужник для кукурудзи ZRL; *в* – універсальний передплужник ZX.

**Дисковий ніж** (рис. 18) призначений для розрізання ґрунту у вертикальній площині з метою утворення рівної стінки і чистого дна борозни при роботі плуга в умовах підвищеної в'язкості ґрунту. Встановлюється перед останніми передплужником і корпусом плуга; може мати робочу частину гладенької або сегментної (зубчастої) форми).

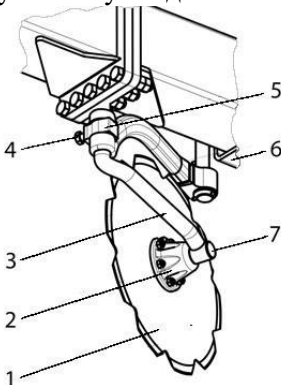


Рис. 18. Дисковий ніж:

1 – дисковий ніж; 2 – маточина; 3 – стояк; 4 – стопорний болт; 5 – тримач; 6 – планка; 7 – вісь.

Вузол з дисковим ножом кріпиться до рами плуга за допомогою планки 6, на вертикальній осі якої встановлений тримач 5. В тримачі 5 шарнірно закріплена вертикальна вісь стояка 3 дискового ножа 1. Така система кріплення дозволяє дисковому ножу при зустрічі з перешкодами оминати їх, відхилившись на певний кут вправо-вліво.

## **2. РОБОЧИЙ ПРОЦЕС**

Передплужник, встановлений перед кожним корпусом відрізає частину верхнього шару скиби на глибину 5 – 10 см і шириною до 20 см, яка вирізається з ґрунту корпусом, і скидає її у перевернутому положенні на дно попередньої борозни. Корпус, що рухається за передплужником піднімає, розкришує і обертає скибу та накриває нею частину верхнього шару, скинуту передплужником у борозну. Застосування передплужника сприяє повному загортанню рослинних решток і зменшує гребеневість поверхні поля.

Дисковий ніж, встановлений перед останнім корпусом розрізає ґрунт у вертикальній площині на глибину 12 – 15 см. для утворення рівної стінки і чистого дна борозни.

## **3. ТЕХНОЛОГІЧНА НАЛАДКА**

Технологічна наладка плуга включає перевірку його технічного стану, справності робочих органів, запобіжних пристроїв і проведення регулювань робочих органів для отримання у конкретних умовах роботи якісних показників, що відповідають агротехнічним вимогам, а також перевірку якості роботи у польових умовах.

### **3.1 Перевірка технічного стану плуга.**

**3.1.1** Провести зовнішній огляд плуга. Рама, складальні одиниці, елементи кріплення не повинні мати деформацій, тріщин та інших пошкоджень. Пошкоджені деталі необхідно замінити.

**3.1.2** Перевірити надійність кріплення складальних одиниць та деталей плуга.

**3.1.3** Перевірити стан робочих органів: товщина леза лемеша корпусу і передплужника не повинна перевищувати 1 мм, стиковий зазор між лемешем і полицею не повинен перевищувати 1 мм, головки болтів кріплення елементів робочої поверхні корпусу і передплужника повинні бути урівень з робочою поверхнею. У технічно справного плуга носки лемешів корпусів повинні розміщуватись на одній лінії; виконання цієї вимоги перевіряється шляхом

натягування шпагату між носками першого і останнього корпусів. Товщина леза дискового ножа не повинна перевищувати 1 мм., диск повинен мати можливість вільного відхилення вправо-вліво, а також вільного обертання.

**3.1.4** Перевірити стан протектора і боковин шини опорного колеса (відсутність критичного зношення протектора за маркерами та пошкоджень). Величина тиску в шині повинна відповідати вимогам. Опорне колесо повинно вільно обертатись на осі.

**3.1.5** Перевірити елементи гідравлічної системи на відсутність пошкоджень та витоку оливи.

## **3.2 Технологічні регулювання**

Регулювання плуга рекомендується виконувати у наступній послідовності:

- Регулювання глибини оранки;
- Регулювання положення стовб корпусів (стовби повинні бути перпендикулярними до поверхні ґрунту);
- Регулювання положення рами (рама повинна бути паралельною поверхні ґрунту);
- Регулювання зміщення рами (регулювання ширини захвату першого корпусу і оптимального напрямку лінії тяги трактора).

**3.2.1 Глибина оранки.** Глибина оранки першого корпусу (Н1) (рис. 19) устанавлюється за допомогою начіпної системи трактора, глибина оранки останнього корпусу (Н2) - за допомогою механізму підйому секції опорного колеса плуга. За необхідності проводиться корегування глибини оранки після проходження агрегатом декількох метрів гону, при цьому глибини оранки першого корпусу (Н1) змінюється шляхом піднімання або опускання передньої частини плуга за допомогою начіпної системи трактора, а глибину оранки останнього корпусу (Н2) змінюється шляхом устанавки необхідної кількості регулювальних шайб (кліпс) 3 (рис. 10) на штоці 2 підйомного гідроциліндра секції опорного колеса 6 плуга (рис. 8). Збільшення кількості регулювальних шайб на штоці гідроциліндра призводить до зменшення глибини обробітку, а зменшення їх кількості – до збільшення глибини обробітку. Після того, як необхідна глибина оранки встановлена, необхідно пересвідчитись, що Т-подібна вісь начіпного пристрою розміщується перпендикулярно до поверхні ґрунту. У випадку порушення перпендикулярності необхідно відрегулювати довжину (L) верхньої тяги трактора. Максимальна глибина оранки - 35 см.

**3.2.2. Положення стовб корпусів** відносно поверхні ґрунту. Під час оранки стовби корпусів плуга повинні бути перпендикулярними до поверхні ґрунту (рис. 20). Встановлюється зміною положення рухомих упорів 2, 7 (рис. 5).

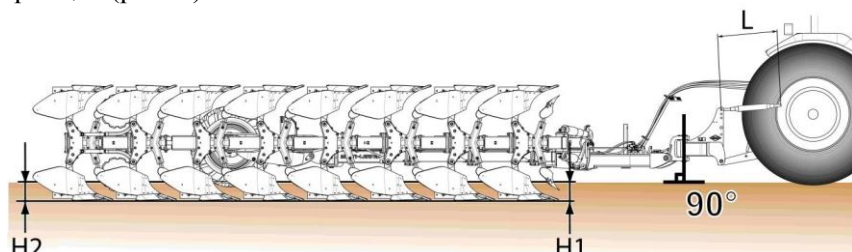


Рис. 19. Схема регулювання глибини оранки

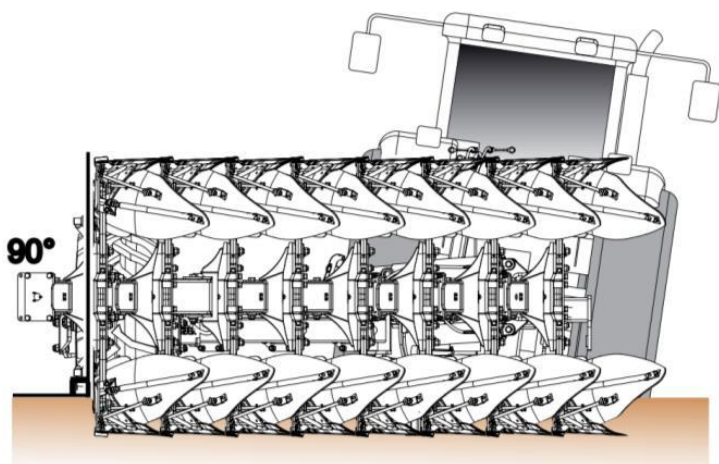


Рис. 20. Вид плуга в борозні при правильному положенні стовб корпусів відносно поверхні ґрунту

**3.2.3 Кут входження лемеша в ґрунт.** Регулюється шляхом переміщення планки башмака 6 по штанзі 3 і фіксації заданого положення за допомогою гайок 4, 5.(рис. 21). Збільшення кута входження покращує заглиблення корпусу в ґрунт.

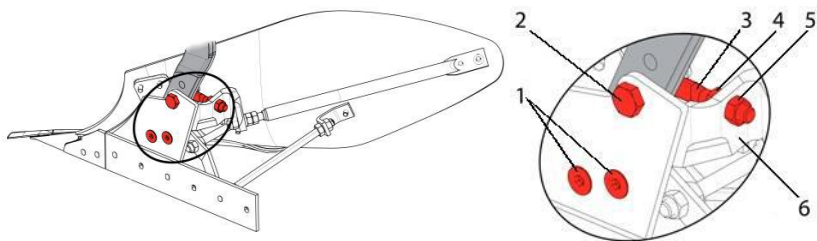


Рис. 21. Регулювання кута входження лемеша у ґрунт:  
 1 – гвинти, 2 – болт, 3 – штанга, 4, 5 – гайки, 6 – планка башмака.

**3.2.4. Ширина захвату корпусу.** Регулюється шляхом повороту кронштейнів 3 (рис. 22, а) кріплення корпусів до рами і фіксації їх у регульовальних отворах 5 болтами 4, у положенні, що відповідає вибраній ширині захвату.

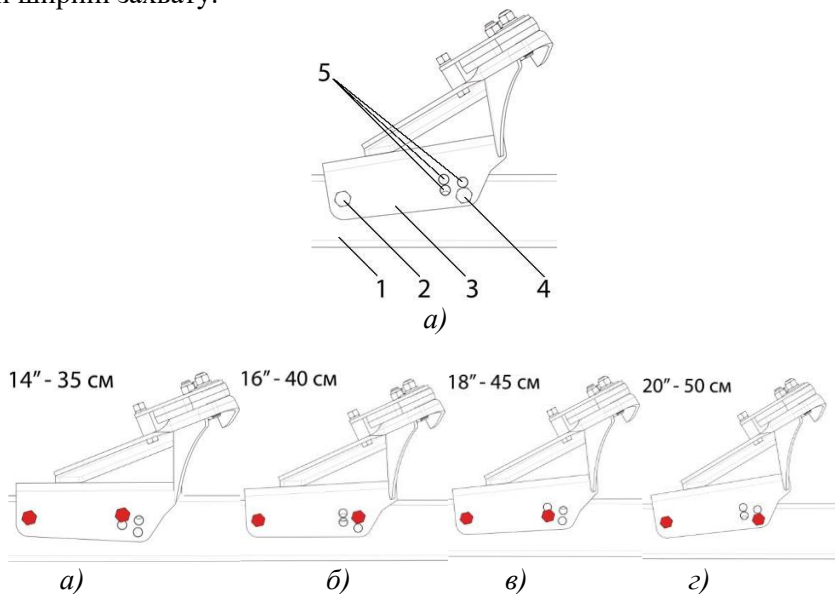


Рис. 22. Схема установки кронштейна кріплення корпусу плуга при регулюванні його ширини захвату:

а – загальний вигляд кронштейна кріплення корпусу на рамі; б - д – положення кронштейна кріплення корпусу при різній ширині захвату; 1 – рама плуга; 2,4 – болти кріплення кронштейна корпусу; 3 – кронштейн кріплення корпусу; 5 – регульовальні отвори кронштейна кріплення корпусу.

Конструкцією плуга передбачена можливість вибору чотирьох варіантів ширини захвату від 35 см до 50 см з кроком 5 см.

**3.2.5. Глибина ходу передплужника.** Регулюється шляхом переміщення стовби 1 (рис. 23) вздовж тримача 3 і фіксації передплужника у необхідному положенні за допомогою стопорного болта 2. При цьому відстань  $L$  між носком долота корпусу і стиком лемеша і польової дошки (на польовому обрізі) передплужника повинна дорівнювати глибині обробітку.

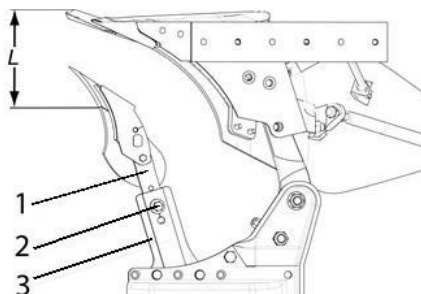


Рис. 23. Схема кріплення передплужника (вид збоку):  
1 – стовба; 2 – стопорний болт; 3 – тримач.

**3.2.6. Положення передплужника відносно корпусу у повздовжньому напрямі,** яке впливає на глибину загортання рослинних решток, вибирається як одне з трьох фіксованих положень, відповідно отворам на рамі (рис. 24): положення А (+60 мм); положення В (0 мм); положення С (-60 мм).

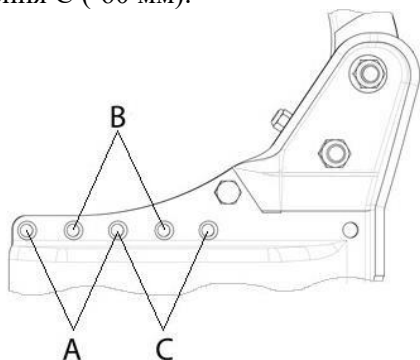


Рис. 24. Схема регулювання передплужника у поздовжньому напрямі: положення А (+60 мм); положення В (0 мм); положення С (-60 мм)

**3.2.7 Винос передплужника** відносно польової дошки корпусу плуга убік незораного поля. Для плугів серії Multi-Leader цей параметр встановлюється в межах 15...25 мм і регулюється шляхом поперечного зміщення (відхилення) стовби 1 передплужника за допомогою регулювального 2 і упорного 4 болтів (рис. 25.).

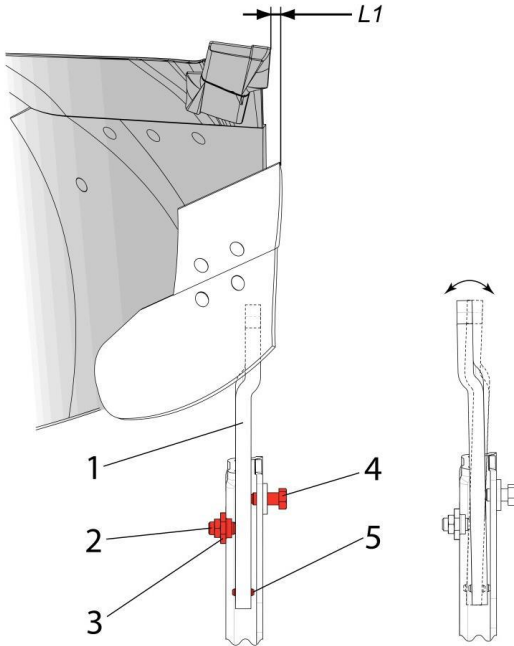


Рис. 25 . Схема кріплення передплужника (вид спереду):

1 – стовба передплужника; 2 – регулювальний гвинт; 3 – контргайка; 4 – упорний болт; 5 - штифт-запобіжник

**3.2.8. Опорне колесо** плуга також встановлюється у положення, що відповідає вибраній ширині захвату корпусу плуга (рис. 26, б, в, з, д). Це здійснюється шляхом суміщення отвору на відповідному кінці тяги 2 (рис. 26, а) з відповідним певній ширині захвату корпусу отвором на кронштейні 3 привареному до заднього оборотного стояка 4, і фіксації тяги 2 у вибраному положенні за допомогою болта 5.

Біля кронштейні 3 (рис. 26, а) з регулювальними отворами, на поверхні заднього оборотного стояка 4, закріплена таблиця з інформацією

про можливі значення ширини захвату корпусу плуга і відповідні цим значенням номери регулювальних отворів, в яких кріпиться тяга 2.

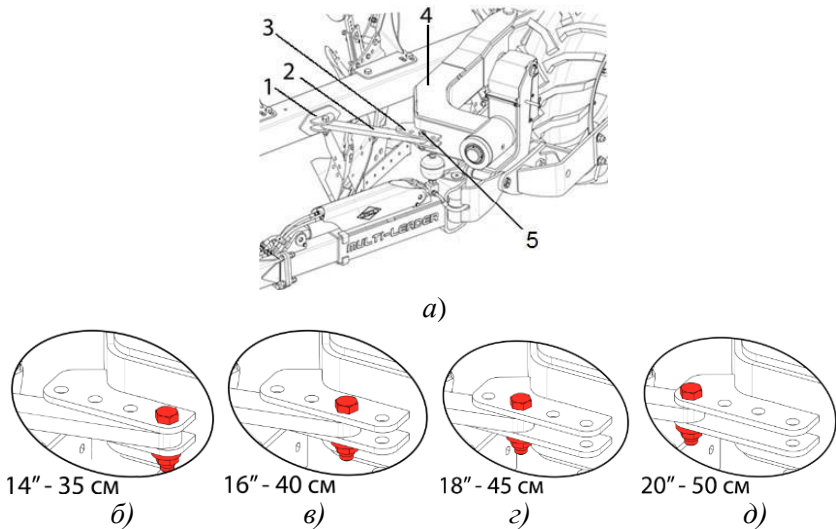


Рис. 26. Схема установки тяги регулювання положення опорного колеса при виборі ширини захвату корпусу плуга:

*a* – загальний вигляд тяги на рамі плуга; *б, в, г, д* – положення тяги при різній ширині захвату корпусу плуга; *1*–кронштейн кріплення тяги; *2*–тяга; *3*–кронштейн з регулювальними отворами; *4* – задній оборотний стояк; *5* – болт.

#### 4. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

1. Провести перевірку технічного стану плуга згідно переліку заходів, наведених у п. 3.2.

2. Ознайомитись зі складом комплекту та конструкцією регулювальних шайб (кліпс), які встановлюються на штоці підйомного гідроциліндра для його фіксації у відповідному заданій глибині оранки положенні (див п. 3.2.1). Уявити порядок установки регулювальних шайб на штоці підйомного гідроциліндра та виконати установку.

3. Змінити кут входження лемеша корпусу плуга в ґрунт (див. п. 3.2.3).

4. Змінити ширину захвату корпусу плуга (див. п. 3.2.4).

5. Встановити необхідну глибину обробітку передплужника (див. п. 3.2.5), положення передплужника відносно корпусу у повздовжньому



напрямі, вибравши одне з трьох фіксованих положень (див. п. 3.2.6) та винос передплужника відносно польової дошки корпусу плуга убік незораного поля (див. п. 3.2.7).

6. Змінити величину кута установки бруса оборотної частини рами з робочими органами відносно напрямку руху агрегата, що необхідно для зміни ширини захвату плуга, шляхом зміни довжини бруса опорної частини рами плуга за допомогою гвинтової тяги (див. рис. 2).

7. Уявити, яким чином змінюється положення опорного колеса відповідно вибраній ширині захвату корпусу плуга, використовуючи плуг Multi-Leader 8T та опис його будови і порядку виконання технологічних регулювань (див. п. 3.2.8).

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### Тема: «Машини для косіння кормових зелених культур»

#### *Теоретичні відомості*

Роторні косарки призначені для косіння різних кормових зелених культур збираних для прямого згодовування або для подальшої переробки (сушка, сіно або силос). Косарка такого типу зручна тим, що в процесі скошування трава складається у валок. Вживання роторних косарок економить час і засоби при зборі зелених культур.

Косарка-плющилка типу KUHN 283 призначена для скошування природних і сіяних трав, для заготівлі листостебельного сінажу і кукурудзи на силос:

- трехточково задньонавісна косарка-плющилка;
- плющильний механізм з можливістю регулювання (нейлонові пальці або обгумовані вальці);
- центральна поворотна вісь косилки-плющилки;
- декілька ступенів плющення;
- знімний механізм плющення;
- обертання "відскік-повернення" з обертанням поворотної осі косилки-плющилки;
- переведення в транспортне положення обертанням назад на 90° в лінію з трактором або розворотом назад;
- посилена різальна рама;
- центральне кріплення рами і гідропневматична система підвіски Lift Control;
- вбудований гідроциліндр для підйому косарки;
- центральне навішування забезпечує рівномірний тиск на ґрунт і високу стійкість косарки і механізму плющення.

Регульована система тиску на ґрунт забезпечує відповідність нерівностям ґрунту при одночасному незначному тиску опори. Механізм плющення з вільно-коливаючимися пальцями.

Косарка агрегатуються з тракторами потужністю 70кВт на ВВП і навішується безпосередньо на навісний пристрій трактора.

Вимоги до гідро розподільника трактора: 1 подвійний клапан. Задні триточкові навісні. Плющильний механізм з можливістю регулювання (нейлонові пальці). Запобіжник "відскік-повернення" з поворотним обертанням поворотної осі косарки-плющилки - посилена ріжуча рама - центральне кріплення рами і гідропневматичне система підвіски LIFT CONTROL - перекид в транспортне положення розворотом назад.

Навісні косарки-плющилки серії FC фірми «Kuhn».

Компанія «Kuhn» випускає задньонавісні косарки-плющилки моделей FC-243 і FC-283, а також передньонавісні FC-280 F, FC-313F, FC-313RF, FC-313DR (рис. 1).



Рис. 1. Навісні косарки-плющилки серії FC фірми «Kuhn»  
 а - задньонавісним FC-283 GII; б - передненавісним FC 313 F

Косарки-плющилки моделей FC складаються з підсиленої рами, дискового різального апарату 1 (рис. 3.13), плющилки 2, рухомої гребінки 3, кожуха 4, механізмів приводу 5 і т.д.

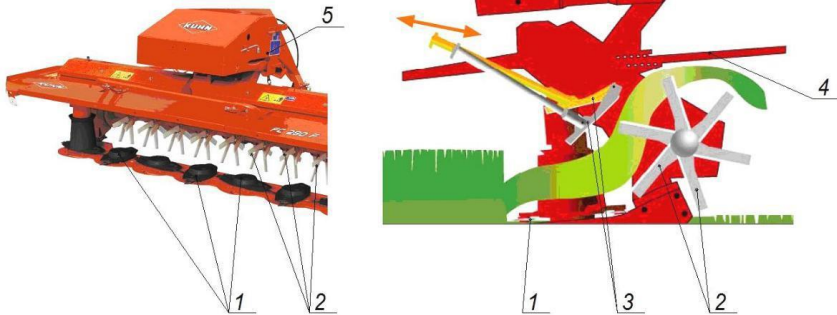
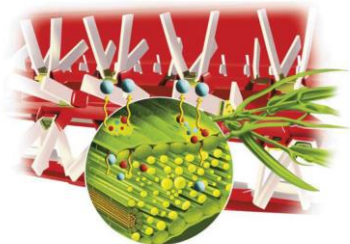
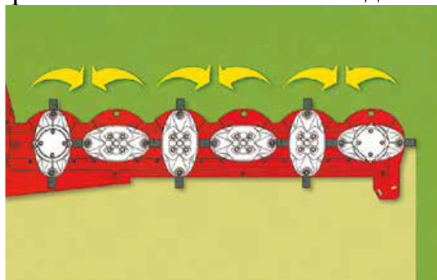


Рис. 2. Конструкція косарки-плющилки FC 280 F:

а - зовнішній вигляд; б - схема технологічного процесу; 1 - дисковий ріжучий апарат; 2 - плющильний апарат; 3 - регульована гребінка; 4 - відбиваючий кожух; 5 - механізм приводу.

Технологічний процес роботи косарки-плющилки типу FC-280F протікає наступним чином. При русі косарки вперед рослинна маса зрізається дисковим ріжучим апаратом 1 (рис. 2). Нейлонові V-образні пальці 2 або вальці плющують скошену масу і переміщують її до відбиваючого кожуха 4. Інтенсивність впливу плющильного апарату можна

змінити за допомогою рухомої гребінки 3. Далі регульовані відбивачі направляють потік маси і викладають її, утворюючи розпушені валки.

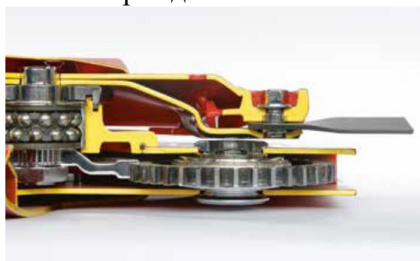


Косарки-плющилки серії FC виробництва фірми «Kuhn» влаштовані аналогічно іншим таким машинам, але є відмінні особливості.

По-перше, косарки оснащуються сортувальником з нейлоновими V-образними пальцями, які здатні відхилитися від стороннього об'єкта і набагато легше металевих. Також можлива установка поліуретанових шевронних вальців, що забезпечують оптимальне плющення ніжних рослин, наприклад, люцерни або конюшини.

По-друге, косарки-плющилки серії FC оснащуються оригінальною кінематикою системи підвіски, яка об'єднує гідропневматичну підвіску косарного бруса «Lift-Control» з азотними акумуляторами замість пружин і безупинну систему запобігання «Non-Stop Activ», яка, в разі зіткнення з перешкодою, відведе ріжучий апарат назад в діапазоні 25°. Гідропневмо підвіска дозволяє створювати постійний тиск на ґрунт.

По-третє, при сильному ударі диска об перешкоду оригінальна система захисту «Protectadrive» запобігає поломку всього косарного бруса, так як опорний вал диска має спеціальну розривну канавку, і тому його розрив станеться прямо над підшипником. При цьому зубчаста передача не постраждає.



Наступним відмінністю є додатковий захист високоякісної кованою сталлю частини диска, на якій кріпиться ніж.

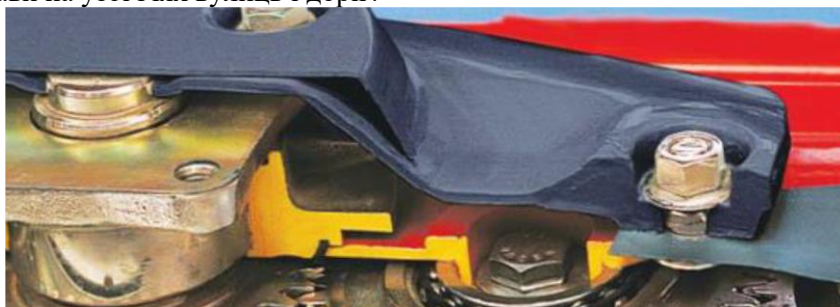


Заміна механізму у польових умовах.

В залежності від моделі на різальному брусі косарки встановлюється від 6 до 8 дисків, кожен містить два ножі. Передбачено дві системи їх кріплення: швидкознімна «Fast-Fit» і болтова. Детальна технічна характеристика навісних косарок серії FC виробництва фірми «Kuhn». Косарки-плющилки серії FC виробництва фірми «Kuhn» обслуговуються одним трактористом.

Косарки-плющилки та косарки можна використовувати лише для тих робіт, для яких вони були сконструйовані косою на тимчасових луках, засаджених кормовими травами або постійних луках для збору фуражного врожаю, призначеного для годування тварин.

З точки зору безпеки косарки-плющилки не призначені для косіння трави на узбіччях вулиць і доріг.



Конструкція шестерного механізму.

**Призначення і будова косарки-плющилки**

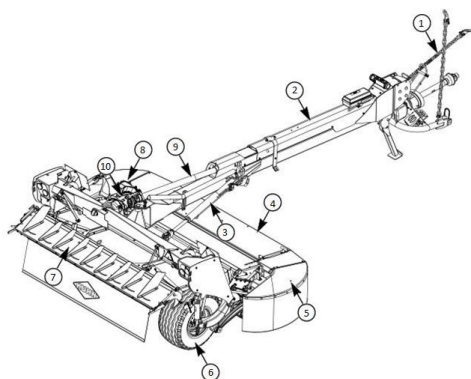


Рис. 3. Будова косарки-плющилки:

- 1- контрольний ланцюг (додаткове обладнання);
- 2- дишло;
- 3- гідроциліндр управління положенням косарки;
- 4-передній кожух ;
- 5- бічний захисний пристрій;
- 6- колесо;
- 7- розташування широко - розподільвача;
- 8- картер бічної коробки передач;
- 9- проміжний карданний вал 1 ;
- 10- проміжний карданний вал 2.

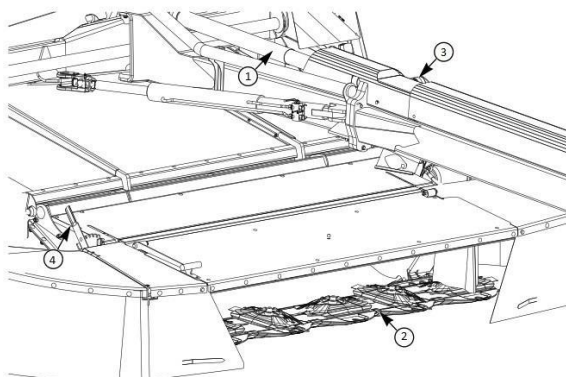


Рис. 4. Складові приводу косарки-плющилки, регулювання:

- 1- вторинний вал відбору потужності; 2- ріжуча рама;
- 3- важіль регулювання кута конуса; 4- регулювальний важіль плющили.

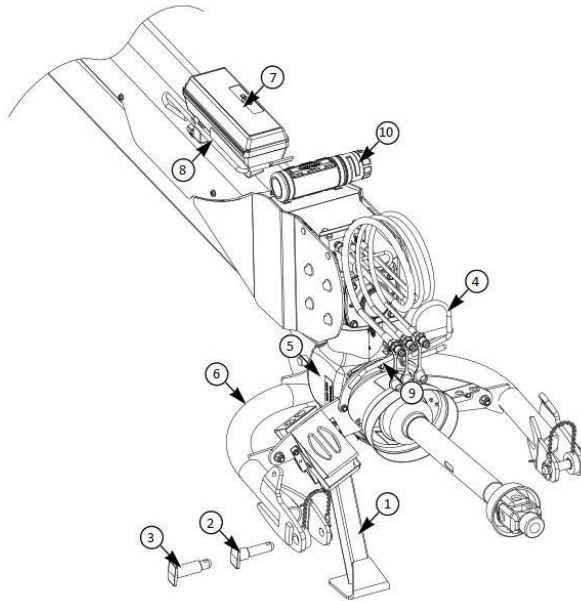


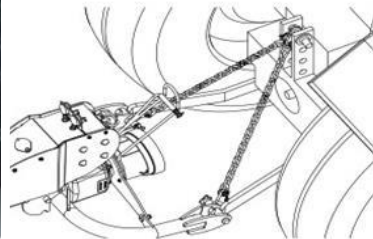
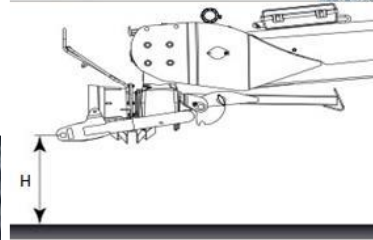
Рис. 5. Призначення і складові частини елементів зчіпки:

1- паркувальна стійка; 2- палець зчіпного пристрою категорії 2; 3- палець зчіпного пристрою категорії 3; 4- опора карданного валу; 5- поворотний редуктор; 6- двоточковий навісний пристрій; 7- ящик для інструменту; 8- спеціальний інструмент; 9- гальмівні колодки; 10- ящик для документів.

### **Технологічні регулювання**

Регулювання паралельність цапф:

- відрегулюйте і зафіксуйте висоту стійок трактора для отримання паралельності цапф щодо ґрунту.



Якщо машина оснащена контрольними ланцюгами:

- причепіть все запобіжні ланцюги, придбані в комплекті з машиною, до одного з вільних верхніх отворів скоби верхньої зчіпної тяги трактора.
- опускайте навісну систему трактора до натягу запобіжних ланцюгів.

Регулювання висоти шасі і запобіжних ланцюгів:

- опустіть навісний пристрій трактора так, щоб отримати відстань (H) між пальцями зчіпного пристрою і землею трохи більше 650 мм (2'1.6 ").

Перед введенням машини в експлуатацію та після періодів тривалого невикористання, необхідно перевірити роботу запобіжної фрикційної муфти, щоб переконатися в тому, що вона не заблокована.

Регулювання в робочому положенні висоти скошування:

- помістіть машину на рівну землю. Регулювання повинно бути виконано при причепленій машині при відстані між пальцями зчіпного пристрою і землею 650 мм (26 ").

Спочатку потрібно робити налаштування висоти зрізу і тільки після цього регулюйте тиск на землю.



Регулювання здійснюється централізовано за допомогою штанги кута нахилу (1). Висоту можна регулювати в діапазоні 25- 85 мм (1 "/3.3") (без урахування обладнання):

- позначка 1 = 25 мм (1 ").
- позначка 5 = 85 мм (3.3 ").



Для регулювання висоти різання:

- підніміть стопор.
- поверніть за годинниковою стрілкою для зменшення висоти різання.
- поверніть проти годинникової стрілки для збільшення висоти різання.
- опустіть стопор.

Максимальна висота зрізання  $L1 = 85$  мм (3.3 ") виходить, коли диски розташовані паралельно землі.

Мінімальна висота повинна бути не менше  $L2 = 25$  мм (1 ").

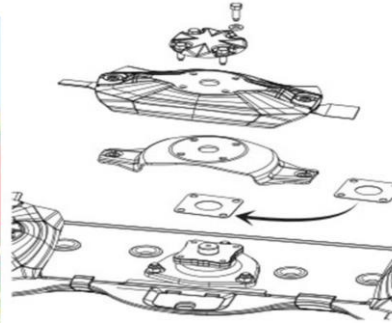
Занадто мала висота різання викликає надмірний знос дисків і ножів та забруднення сіна землею і затримку появи нової зелені.

Силу тиску на ґрунт зовнішнього башмака встановлюють 100-300 Н натяжним пристроєм пружин, а внутрішнього - пружинами у межах 270-700 Н.

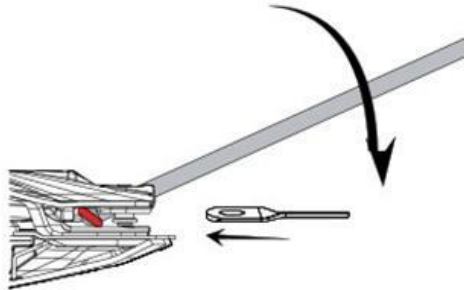
Кут нахилу різального апарата (не більше  $7^\circ$ ) встановлюють по ходу агрегату зміною довжини центральної тяги навісної системи трактора. При цьому висота зрізу дещо зменшується і поліпшуються умови для скошування полеглого та переплутаного травостою. При прямостоячому травостої і висоті зрізу 60 мм різальний апарат встановлюють паралельно поверхні поля. При збільшенні кута похилу висота зрізу

зменшується, але по ширині захвату ротора висота зрізу буде нерівномірною.

Зусилля, при якому спрацьовує тяговий запобіжник, регулюють стисканням його пружин. Тяговий запобіжник повинен спрацьовувати при зусиллі 3000 Н, прикладеному посередині різального апарата.



Дисковий різальний апарат



Заміна ножа дискового різального апарату без розборки.

Для заміна ножа дискового різального апарату без розборки потрібно:

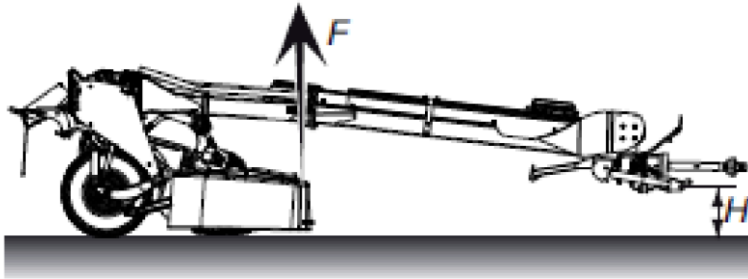
- вставити спеціальний інструмент між диском і опорним диском пружини.
- повернути спеціальний інструмент вниз, щоб звільнити опорний диск пружини від головки гвинта і замінити ніж.
- ніж натискають доверху і тягнуть на себе, перш ніж звільнити спеціальний інструмент. При цьому потрібно перевірити стан кріпильних болтів і гайок і при необхідності замінити їх.
- перевірте, чи повністю зачеплений ніж і вільно чи його можна повертати на голівці болта.

- перевірте, щоб головка гвинта вільно увійшла в отвір в опорному диску пружини.
- вийміть спеціальний ключ.
- перевірте диск на півоберта.
- повторіть тільки що виконану операцію.
- повторіть ті ж операції з наступним диском.
- після заміни останнього ножа спеціальний інструмент повинен бути витягнутий і прибраний.

Ножі можна повернути на той же самий диск для різання другим лезом або ж замінити. Стрілка на кожному диску вказує напрямку обертання диска.

Затуплені ножі вимагають більшої потужності і погіршують якість сінокошу.

Тиск на ґрунт регулюється незалежно з кожного боку сінокісного агрегату. Тиск повинен бути відрегульований відповідно до характером і рівнем вологості ґрунту.



Для перевірки тиску на землю сінокісного агрегату:

- перевірте правильність висоти зчіпного пристрою  $H = 650$  мм (26").
- підніміть сінокісний агрегат:
- зусилля  $F$  має бути приблизно 60 дкН (135 фунт-сила) з кожного боку.

Ступінь плющення. Сила, що діє між двома рядами косіння визначає ступінь плющення. Діапазон зусилля змінюється від 0 до 5 даН / см (0-25 фунт / дюйм). На заводі-виробнику тиск встановлено на 2.5 даН / см (12.5 фунт - сили / дюйм).

Максимальна висота зрізання  $L1 = 95$  мм (3.74") виходить, коли диски  $L1$  розташовані паралельно землі.

Мінімальна висота повинна бути не менше  $L2 = 55$  мм (2.17").

Занадто мала висота різання викликає:

- надмірний знос дисків і ножів.
- забруднення сіна землею.
- затримку появи нової зелені.
- ризик зриву трав'яного покриву в умовах підвищеної вологості.

Максимальна висота зрізання  $L_1 = 150$  мм (5.91 ") виходить, коли диски

розташовані паралельно землі.

Перехід від робочого положення в положення укладання валків здійснюється силовими циліндрами підйому сінокісного агрегату.

Контрольні ланцюга забезпечують стабілізацію навішування трактора і фіксовану висоту рами. Запобіжні ланцюга дозволяють тримати машину під контролем у разі відриву або поломки навісного пристрою при транспортуванні.

### ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

#### Тема: «Машин для сівби просапних культур»

**Мета:** Вивчити будову, принцип дії та налагодження машин для сівби просапних культур.

#### *Теоретичні відомості*

Будова та робота сівалки точного висіву Planter 3M SELECT Сівалка Planter 3M SELECT призначена для сівби каліброваного, некаліброваного та дражованого насіння кукурудзи, соняшнику, ріпачки, сої з внесенням окремо від насіння дози сипких, гранульованих мінеральних добрив та їх суміші на полях з традиційною, а також мінімальною технологією обробки ґрунту за умови, коли його густина дозволяє реалізувати сівбу на необхідну глибину.

Сівалку для точної сівби PLANTER 3 M ( рис. 1.) слід використовувати лише для тих видів робіт, для яких вона призначена: точний висів; внесення мінеральних добрив (в залежності від обладнання); внесення мікрогранул в комбінації з сівбою (в залежності від обладнання).



Рис. 1. Сівалка для точної сівби Planter 3M SELECT

Усі моделі сівалок Planter 3M SELECT обладнуються системою контролю висіву, яка дозволяє механізатору налаштувати сівалку перед виїздом у поле, оцінювати якість сівби (система забезпечує якісне налаштування висівних апаратів без двійників та без пропусків насіння на диску висівного апарату), оптимізувати швидкість руху посівного

агрегату, а також комплектами змінних висівних апаратів і запасних частин, інструментів та обладнання

Сівалка Planter 3M SELECT – начіпна машина з конструктивним виконанням 8-ми, 9-ти, 11-ти, 12-ти, 18-ти секціями, що складається з наступних основних складальних одиниць (рис. 2): тягова вісь 1, трьохточкова зчіпка 2, вакуумна-турбіна 3, приводне колесо 4, посівна секція 5, маркер 6, стоянкова стійка 7, бункер висівної секції 8, диск висівний 9, перемикач 10, важіль для регулювання глибини сівби 11, сошник для добрив 12, колесо для заробки насіння 13, притискна пружина 14.

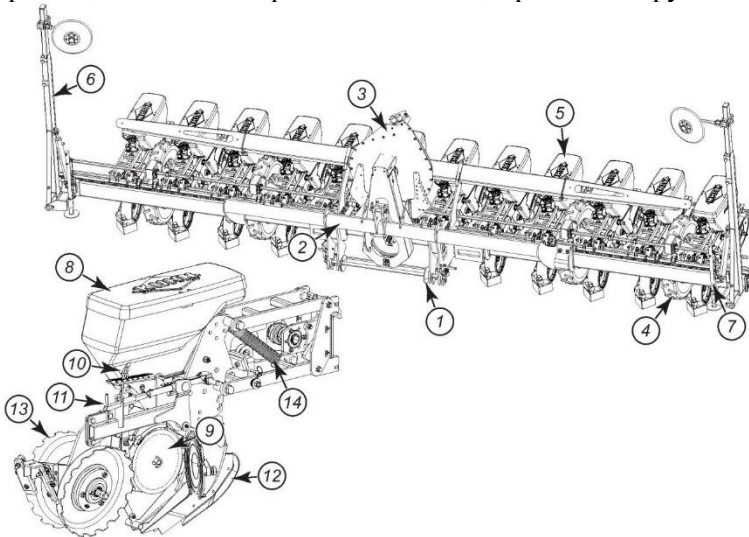


Рис. 2. Будова сівалки та посівної секції Planter 3M SELECT

1- тягова вісь; 2- трьохточкова зчіпка; 3- вакуумна-турбіна; 4- приводне колесо; посівна секція; 6- маркер; 7- стоянкова стійка; 8- бункер висівної секції; 9- диск висівний; 10- перемикач; 11- важіль для регулювання глибини сівби; 12- сошник для добрив; 13- колесо для заробки насіння; 14- притискна пружина.

Посівна секція сівалки Planter 3M SELECT призначена для забезпечення процесу сівби насіння: формування посівної боріздки, дозування насіння та ущільнення ґрунту над сформованим рядком.

Посівна секція містить бункер посівної секції 8, (рис. 2.), диск для розподілу і дозування насіння 9, перемикач подачі насіння 10, важіль регулювання глибини сівби 11, насіннєвого сошника 12, з регулятором глибини укладання насіння в борозенку, які формують на поверхні поля

посівне ложе та V-подібний широкий прикочувальний коток 13. Над висівним апаратом 9 кожної секції встановлено насінневий бункер 8 для посівного матеріалу. Посівна секція змонтована до рами за допомогою кронштейна через паралелограмний механізм, який забезпечує копіювання нерівностей поля під час сівби, а для приводу висівного диска кожної секції служить ланцюгова передача. Для досягнення потрібного притискного зусилля посівної секції на ґрунт, особливо, під час сівби на високих швидкостях, досягають за допомогою пружин 14.

Рядкові сівалки PLANTER 3 оснащені висівними блоками з трьома різнимиможливими конфігураціями:

- Конфігурація "Вимірювання позаду" ( рис. 3 а.): У даній конфігурації контроль глибини і ущільнення ґрунту здійснюються за допомогою заднього колеса. Дана конфігурація адаптована для сівби на більшу глибину.
- Конфігурація "Коливний важіль"( рис. 3 б.): У даній конфігурації, контроль глибини і ущільнення здійснюються за допомогою заднього колеса і переднього копіювального колеса. Дана конфігурація дозволяє забезпечити більш рівномірну глибину сівби завдяки поліпшеному копіюванню контуру поверхні.

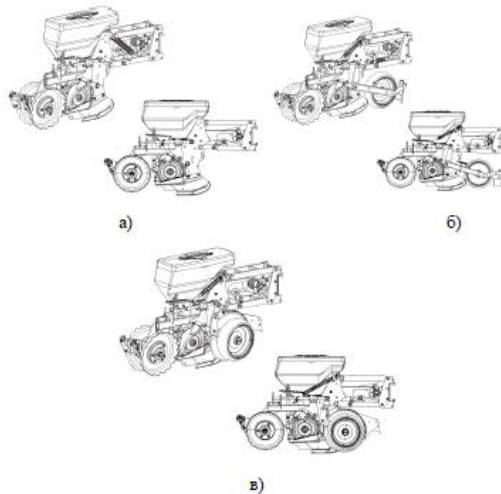


Рис. 3. Посівні секції сівалки PLANTER 3 оснащені висівними блоками з трьома різними можливими конфігураціями

Конфігурація "Диск сошника"( рис. 3 в.): У даній конфігурації контроль глибини здійснюється за допомогою заднього котка і передніх копирів-коліс. Диски покращують проникнення сошника в ґрунт і залишки рослинних решток.

Машина може бути оснащена декількома блоками управління для моніторингу всіх функцій (рис. 4.).



Рис. 4. Блоки керування KMS412, KMS208, KMD112 (зверху до низу) "NESTOR3000"(праворуч)

Блок управління KMS412 проводить моніторинг рівня внесення насіння. Блок управління KMS208 дозволяє контролювати рух насіння. Блок управління від'єднанням посівних секцій KMD112 може функціонувати лише в комбінації зблоком управління KMS208 або KMS412. Блок управління KMD112 забезпечуєодночасне електричне від'єднання одного або декількох рядків. Електронний блок управління "NESTOR 3000" використовується для:

- Підрахунок обсягу засіяної площі (Щоденний і загальний).
- Індикація швидкості руху вперед.
- Управління системою створення єдиного сліду (Залежно від додатковогообладнання).

Живлення блоків здійснюється за допомогою 3-контактної вилки трактора(DIN 9680, ISO 12369) або входить в комплект (рис. 5.). Блоки управлінняпідключаються до 3-х контактного роз'єму на тракторі. В комплект входить кабель живлення, що підключається до акумуляторної батареї.



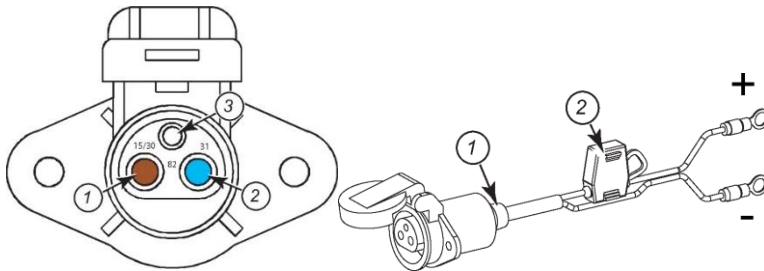


Рис. 5. Трьохконтактний роз'єм трактора (DIN 9680, ISO 12369)

1- контактна вилка; 2- запобіжник 30 А

Машина оснащена наступними компонентами (рис. 6.): карданний вал; 3- х контактна вилка 1; електричний 7-контактний коннектор для сигнального обладнання.

Якщо машина оснащена клапаном послідовності для моніторингу бічних маркерів: то 2 гідравлічних патрубків для живлення циліндрів бічних маркерів, якщо машина не оснащена клапаном послідовності для моніторингу бічних маркерів: два гідравлічних патрубків для подачі рідини в правий циліндр для та два гідравлічних патрубків для подачі тиску в циліндр для складання / розкладання лівого бокового маркера.

Налаштування машини та робота в полі

Перед початком роботи машини, необхідно правильно змонтувати її навісну систему трактора (рис. 6.):

- Відрегулюйте і зафіксуйте висоту стійок трактора для отримання паралельності цапф щодо поверхні ґрунту.

Розподіліть люфт по обидва боки підйомного механізму.

- Перевірте справність стабілізаторів (Регулювання, Блокувати / Розблокувати).

Налаштуйте гвинтові стяжки (1) для забезпечення плаваючого положення нижніх стріл зчипки. Дане положення дозволяє з легкістю адаптувати машину до різних контурів поверхні.

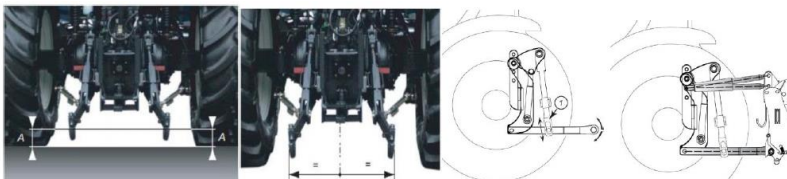


Рис. 6. Установка навісної системи трактора

При з'єднанні машини з трактором використовується напівавтоматична рамка зчипки (рис. 7.) Для навішування сівалки потрібно зняти палець 1 (по одному з кожного боку машини), повернути фіксатор 2, опустити нижні тяги трактора для того, щоб від'єднати вісь (3) від напівавтоматичного зчипки машини 4 і встановити її у повздовжні тяги навіски трактора. Вставте та зафіксуйте палець 1 (з кожного боку вісі).

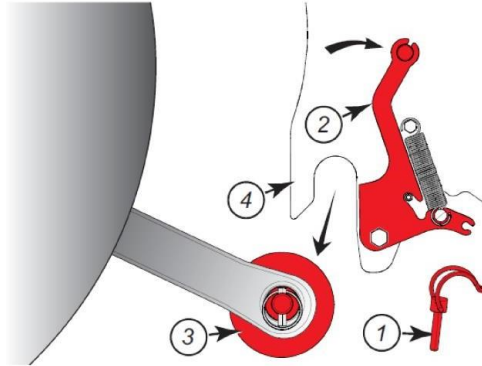


Рис. 7. Встановлення машини на навісну систему трактора

#### Регулювання вертикального положення

Відрегулюйте довжину верхньої тяги до досягнення машини горизонтального положення. Перевірка даної регулювання здійснюється за допомогою рівнепоказника (1) сівалки (рис. 8, а.)

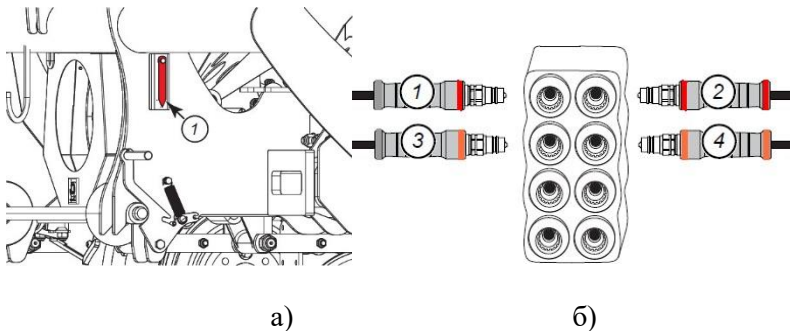


Рис. 8. Регулювання вертикального положення

Якщо машина не оснащена клапаном послідовності для моніторингу глибоких маркерів (рис.8, б): Правий маркер:

- Підключіть гідравлічні рукави (1) і (2) до виходу подвійної дії:

По гідравлічному шлангу (1) надходить олива на циліндри підйому / опускання досходових маркерів, викликаючи їх опускання (1 червоне кільце).

- По гідравлічному шлангу (2) надходить олива на циліндри підйому / опускання досходових маркерів, викликаючи їх підйом (2 червоних кільця).

Лівий маркер:

- Підключіть гідравлічні рукави (3) і (4) до виходу подвійної дії: • По гідравлічному шлангу (3) надходить олива на циліндри підйому / опускання досходових маркерів, викликаючи їх опускання (1 помаранчеве кільце). • По гідравлічному шлангу (4) надходить масло на циліндри підйому / опускання досходових маркерів, викликаючи їх підйом (2 помаранчевих кільця).

Дозавантаження та розвантаження висівних модулів

Процес баластування (рис. 9а.): Встановіть посівну секцію в робоче положення і підніміть сівалку. Встановіть нижній гак пружини на переднюпоперечну трубу паралелограма 1, а верхній гак пружини на задню поперечну трубу паралелограма 2. При розвантаженні секції встановіть нижній гак пружини на задню поперечну трубу паралелограма (1), а верхній гак пружини на переднюпоперечну трубу паралелограма (2). Рушії сівалки не повинні пробуксовувати поповерхні поля, тому при потребі, необхідно встановити додатковий баласт.

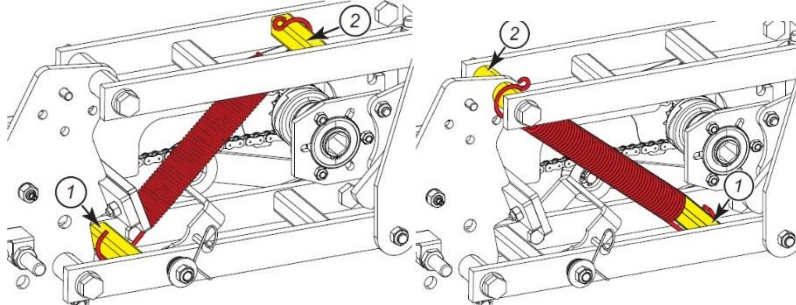
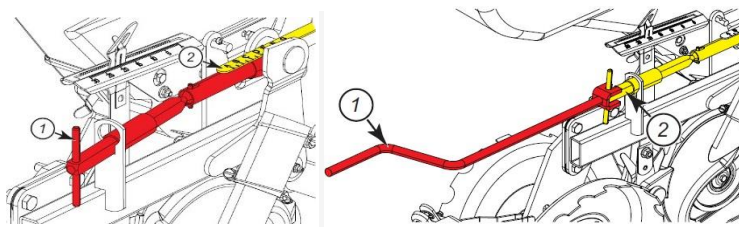


Рис. 9. Дозавантаження та розвантаження висівних модулів

1 - задня поперечна труба паралелограма; 2- передня поперечна труба паралелограма.

Налаштування глибини сівби. Регулювання глибини заробки насіння проводиться за допомогою зміни довжини гвинта положення опорного колеса руків'ям 1, що дозволяє відрегулювати глибину сівби (рис.10. а). Градуйована пластина 2 вказує на глибину висіву.



а) б)

Рис. 10. Регулювання глибини заробки насіння 1- регулювальний важіль; 2- руків'я.

Потрібно застосувати регулювальний важіль 1, що входить в комплект машини, для того, щоб захопити руків'я 2 і виставити необхідну глибину (рис. 10б). Коли поділка D (1) пластини розташована навпроти лицьової сторони (2) та машина оснащена сошниками для кукурудзи, то глибина сівби дорівнюватиме приблизно 4 см (рис. 11.).

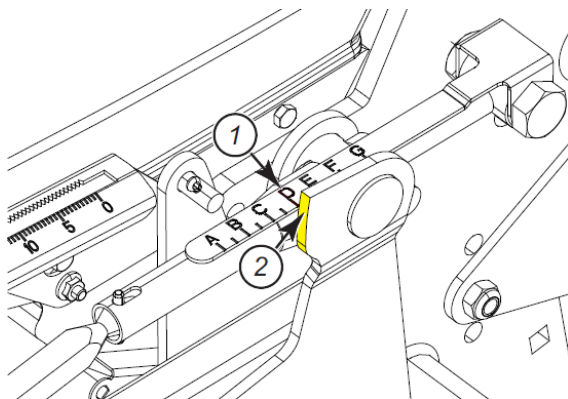


Рис. 11. Приклад налаштування глибини заробки  
1- градуйована пластина; 2- лицьової сторони кронштейна.

Налаштування маркерів. Маркування на одній лінії з трактором.  
Розрахунок відстані вильоту маркера (M):

$$M = \frac{E \cdot (N + 1)}{2}$$

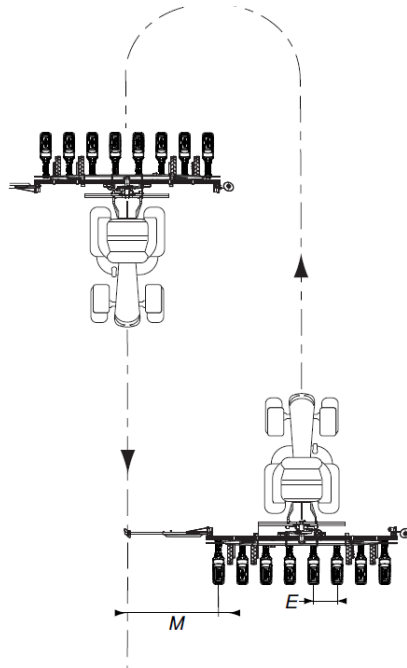


Рис. 12. Схема руху МТА  
де М - відстань між дисками маркера і зовнішнім висівна блоком. N  
- кількість рядків.  
Е - відстань між рядками.

Налаштування маркерів відбувається болтовим кріпленням 2 (рис. 13.) Затягніть контргайки (1). Щоб отримати необхідну довжину М, необхідно пересувати висувні пристрої бічних маркерів (3), ідпустіть болти (2) та змінити необхідну довжину. Переконайтеся в тому, що шайба (4), розташована міжнерухомою стрілою і поворотною стрілою, повністю знаходиться всередині нерухомої стріли.

Вибір висівних дисків. При зміні норми сівби та розміру насінин культури, яку висівають, необхідно провести вибір дисків висівного апарату скориставшись

Встановлення висівних дисків. Заміну і установку змінних висівних дисків слід проводити у наступній послідовності (рис. 14, а, б, в.):

1. Демонтуйте пластину 1 і опустіть сошник;
2. Відкрийте кожух 1.
3. Встановіть висівний диск 2 на привідний вал 3.

Переконайтеся в тому, що диски для розподілу насіння правильно розташовані на ведучому валу. Потрібно забезпечити правильне положення дисків при установці: Поверхня диска з ідентифікуючим гравіюванням 4 повинна знаходитися з боку всмоктування. У разі, якщо диски оснащені лопатями мішалки, встановіть диски таким чином, щоб лопаті були спрямовані всередину.

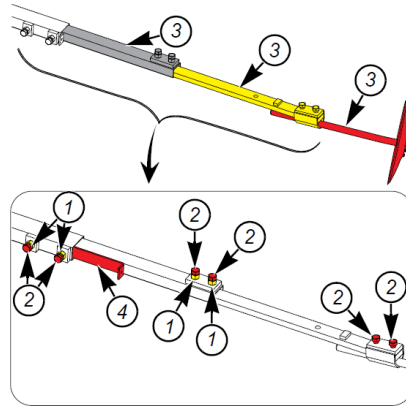


Рис. 13. Зміна робочої довжини маркерів

Закрийте кожух 1. - Зафіксуйте рукоятку з накаткою вручну. - Підніміть сошник і зафіксуйте його за допомогою смуги 1.

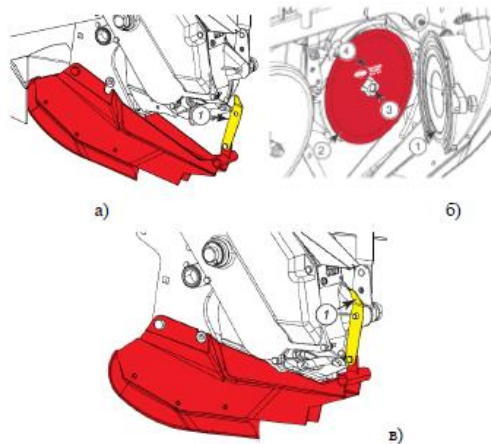


Рис. 14. Встановлення висівних дисків  
1- кожух; 2- висівний диск; 3- привідний вал

Установка обмежувача потоку насінин. У разі, якщо диски не оснащені лопатями мішалки, встановіть втулку (1). Лопаті мішалки, встановлені на диски, запобігають скупчення насіння в корпусі. Втулка (1) дозволяє запобігти руху потоку дрібних насінин через жолобок. У разі, якщо диски оснащені лопатями мішалки, втулку (1) слід зняти (рис. 15).

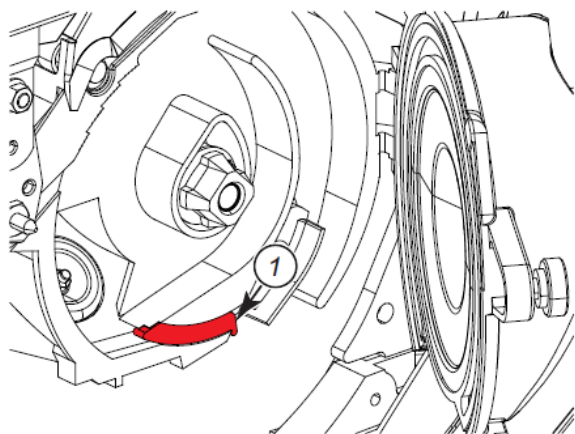


Рис. 15. Схема установки обмежувача потоку насінин

Налаштування коробки передач. Редуктор з передавальними числами, що забезпечують найвищу швидкість обертання зірочки: E-D-C-B і A., дає можливість змінити передавальне відношення ланцюгової передачі приводу висівних апаратів (рис. 16.).

Приклад: Для насіння кукурудзи: диск на 27 отворів. Інтервал між посівними секціями: 75 см. Необхідна щільність: 83000 насінин / га.

Налаштування коробки передач. Для встановлення обраного передаточного відношення ланцюгової передачі опустіть важіль (1) (рис. 17) до тих пір, поки не буде зменшено натяг ланцюга. Натисніть на рукоятку (2) для того, щоб заблокувати важіль (1) в нижньому положенні. Встановіть важіль (3) в паз (4) для того, щоб дозволити переміщення зірочок верхнього рівня в поперечному напрямку. Помістіть ланцюг (5) на рекомендовані шестерні.

| Кількість отворів:<br>27  | Таблиця калібрів: диск на 27 отворів |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|
|                           | передаточне число редуктора 20       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Позначення редуктора      | A1                                   | A2    | A3    | A4    | B1    | B2    | B3    | B4    | C1    | C2    | C3    | C4    | D1    | D2    | D3    | D4    | E1    | E2    | E3    | E4    |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Відстань між сімками (мм) | 80                                   | 85    | 90    | 95    | 101   | 108   | 114   | 120   | 127   | 135   | 14    | 30    | 100   | 170   | 100   | 190   | 203   | 215   | 228   | 241   |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Кількість сімек на метр   | 12,5                                 | 11,8  | 11,1  | 10,5  | 9,9   | 9,3   | 8,8   | 8,3   | 7,9   | 7,4   | 7,0   | 6,7   | 6,3   | 5,9   |       |       |       |       |       |       |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 40 см    | 312,5                                | 294,1 | 277,8 | 263,2 | 247,5 | 231,5 | 219,2 | 209,2 | 196,9 | 185,2 | 171   | 167   | 163,1 | 147,1 | 138,9 | 131,8 | 123,2 | 116,3 | 109,6 | 103,7 |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 45 см    | 277,8                                | 261,4 | 246,0 | 231,9 | 220,6 | 209,8 | 194,9 | 189,2 | 175,6 | 164,6 | 154,4 | 144,1 | 134,9 | 126,7 | 120,5 | 117,8 | 111,5 | 106,9 | 101,4 | 97,5  | 93,2 |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 50 см    | 250,9                                | 235,2 | 222,2 | 210,5 | 198,0 | 185,2 | 175,4 | 166,7 | 157,5 | 148,1 | 139,9 | 131,3 | 123,0 | 117,8 | 111,9 | 107,8 | 101,5 | 95,7  | 90,6  | 85,9  | 81,7 | 83,9 |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 55 см    | 227,3                                | 213,9 | 202,8 | 191,4 | 180,0 | 168,4 | 159,5 | 151,5 | 143,2 | 134,7 | 127,1 | 121,2 | 113,6 | 107,9 | 101,0 | 95,7  | 89,6  | 84,6  | 79,7  | 74,4  |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 60 см    | 208,3                                | 196,1 | 185,2 | 173,4 | 165,8 | 154,3 | 146,2 | 138,9 | 131,2 | 123,5 | 116,4 | 111,1 | 104,2 | 98,0  | 92,6  | 87,1  | 82,1  | 77,5  | 73,1  | 69,2  |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 65 см    | 191,2                                | 179,0 | 167,9 | 156,3 | 147,5 | 138,6 | 129,2 | 121,1 | 114,0 | 107,4 | 102,6 | 96,2  | 90,5  | 85,5  | 81,8  | 76,8  | 71,6  | 67,5  | 63,8  |       |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 70 см    | 174,1                                | 163,1 | 152,7 | 141,4 | 132,3 | 125,3 | 119,9 | 112,5 | 105,8 | 99,9  | 95,2  | 89,3  | 84,0  | 79,4  | 74,2  | 70,4  | 66,4  | 62,7  | 59,3  |       |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 75 см    | 160,7                                | 150,9 | 140,1 | 130,0 | 122,5 | 117,0 | 111,1 | 105,0 | 99,9  | 95,2  | 89,3  | 85,2  | 80,4  | 76,1  | 72,1  | 68,1  | 64,0  | 60,0  | 56,5  | 53,1  |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
| Ширина міждур. = 80 см    | 148,3                                | 147,1 | 138,9 | 131,4 | 123,8 | 119,7 | 109,8 | 104,2 | 98,4  | 92,6  | 87,4  | 83,3  | 78,1  | 75,1  | 71,1  | 67,8  | 63,8  | 61,8  | 58,1  | 54,8  | 51,9 |      |  |  |  |  |  |  |  |

Тисяч сімек на гектар

Кількість усього літв. в ділянці інформованого  
Они соответствуют 64,4 оборотам вала колеса при перемещении на 100 м (3200 10<sup>3</sup>)

Рис. 16. Приклад: таблиця встановленн норми висіву, тис. Шт./га

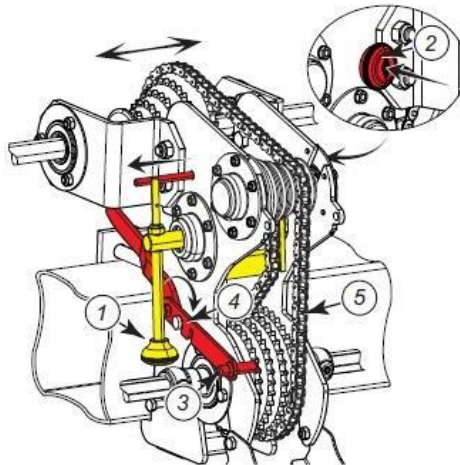


Рис. 17. Схема зміни передаточного відношення коробки передач  
1 - важіль; 2 - руків'я; 3 - важіль розблокування блоку зірочок; 4 - паз;  
5 - ланцюг.



При сівбі дрібнонасіньних культур на горбистій або кам'янистій місцевості, існує ризик перевитрати насіння через переповнення камери висівного апарату, тому необхідно налаштувати потік насіння в камеру. Встановити роздільник (1) в корпуса висівного апарату, щоб зменшити швидкість подачі насіння. Затягніть гайки (2) для того, щоб закріпити роздільник (рис. 18, б.). Процедуру потрібно повторити процедуру на кожній висівній секції. Після установки роздільників для зменшення рівня подачі, необхідно регулярно виконувати перевірку правильності подачі на висівні диски.

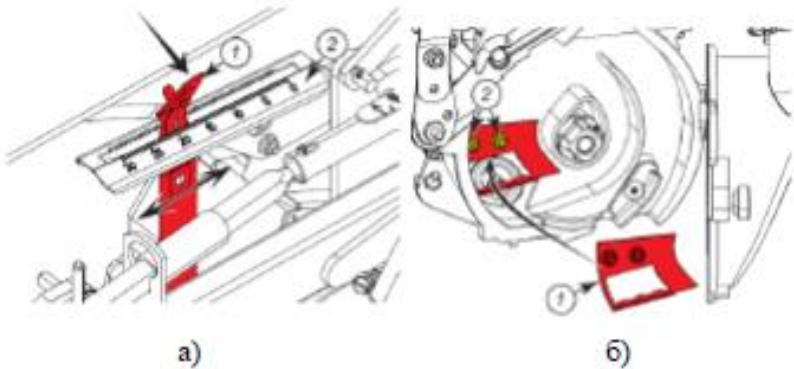


Рис. 18. Встановлення селекторів та регулювання потоку насіння) 1- важіль; 2- розмірна шкала; б) 1- роздільник; 2- гайки

Регулювання робочого розрідження для сівби: Рівень всмоктування повинен бути 45-65 бар (див. табл. 4). При більш низькому рівні всмоктування спостерігаються пропуски по лінії рядка. При більш високому рівні всмоктування спостерігаються подвійні висіви по лінії. Вимірювання слід здійснювати з встановленими дисками, насінина повинна знаходитися на дисках.

Мінімальний рівень розрідження забезпечується тоді, коли обмежувач встановлений в нижнє положення в отворі (положення (а)) ( рис. 19.). Максимальний рівень всмоктування забезпечується тоді, коли обмежувач встановлено в верхнє положення в отворі (положення (б)).

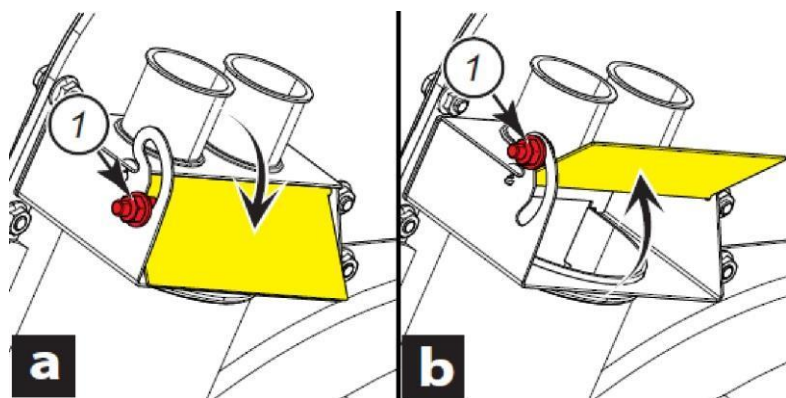


Рис. 19. Регулювання рівня розрідження в пневмосистемі сівалки

Налаштування зусилля прикочування. Важливим є регулювання зусилля тиску прикочувальних котків на ґрунт, яке здійснюють за допомогою важеля регулятора 1, переміщуючи і фіксуючи його у відповідних пазах кронштейна (рис. 20.).

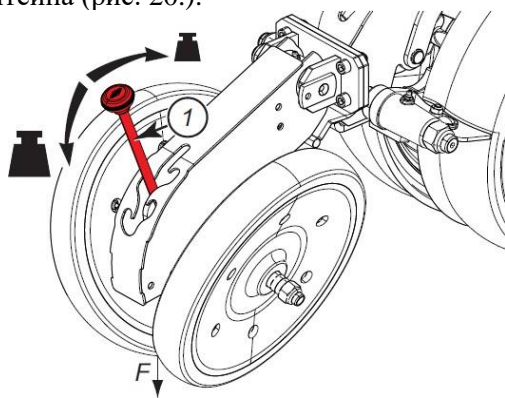


Рис. 20. Налаштування зусилля прикочування  
1 – важіль регулятор

Слід мати на увазі, що на вологих ґрунтах тиск прикочувальних котків необхідно зменшити. Важіль 1 дозволяє відрегулювати тиск ущільнення. Для зміни зусилля  $F$  встановіть важіль 1 в один з регулювальних фіксаторів: для зменшення тиску трамбування, перемістіть регулюючий важіль 1 вперед, щоб збільшити тиск ущільнення, перемістіть важіль 1 назад.

Налаштування внесення мінеральних добрив. З метою покращити стартове проростання рослин, дана сівалка обладнується туковисівними апаратами для внесення добрив одночасно із процесом сівби. Регулювання дози внесення необхідно встановити згідно норм по таблиці 5. Зміна дози внесення виконується регулюванням відкриття або закриття кутового руків'я 1, тобто зміною площі прохідного пазу апарата (рис. 21). Зверніться до таблиці регулювань 5 для того, щоб визначити індекс регулювання відкриття паза відповідно з необхідною дозою внесення і відстані між рядками сівалки.

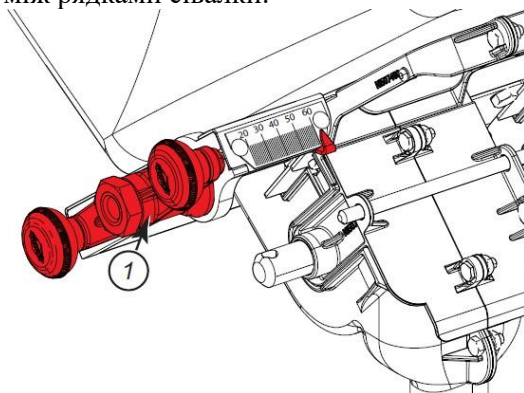


Рис. 21. Регулювання дози внесення мінеральних добрив

Після виконання регулювань дози внесення, необхідно провести калібрувальні випробування для того, щоб виконати оцінку реальної дози добрив (рис. 22.).

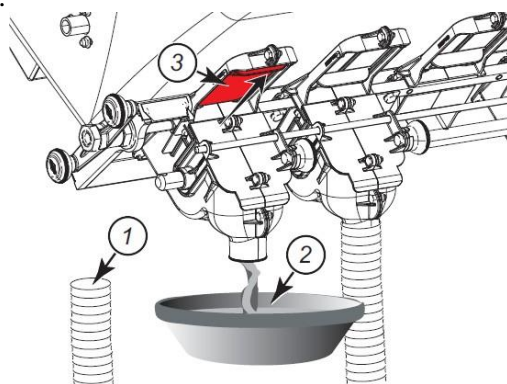


Рис. 22. Перевірка дози внесення добрив  
1- тукопровід; 2- лоток; 3- заслінка.

Підготовка машини відбувається наступним чином:

- від'єднайте трубку тукопроводу (1) від одного з вимірювальних блоків.
- помістіть контейнер (2) під вимірювальний блок.
- відкрийте заслінка (3).
- приведіть в дію опорноприводне колесо сівалки по довжині 100 м.
- зважте добрива.
- порівняйте показник із табличним, якщо виникла необхідність проведіть коректування дози внесення.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

### Тема: «Машин для хімічного захисту рослин»

**Мета:** Вивчити будову, принцип дії та налагодження машин для хімічного захисту рослин

#### *Теоретичні відомості*

Обприскування є одним з основних способів застосування пестицидів для захисту сільськогосподарських культур. Він полягає в нанесенні на поверхню рослин, ґрунту розпилених пестицидів або їх робочих рідин, розчинів, суспензій, емульсій.

Розрізняють звичайне, малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування.

При звичайному обприскуванні витрата робочої рідини становить 1000–2000 л/га в саду, 200–400 на польових культурах, 600–800 л/га на виноградниках. Таке обприскування малопродуктивне і потребує значних затрат праці.

Витрата робочої рідини при малооб'ємному обприскуванні порівняно із звичайним зменшується в 3–10 разів, а пестицидів залишається незмінною, але збільшується їх концентрація.

При ультрамалооб'ємному обприскуванні застосовують заводські препарати, процес приготування робочих рідин повністю виключається, витрата їх становить 5–25 л/га в садах і на виноградниках та 0,5–3 л/га на польових культурах.

Обприскувач LEXIS може застосовуватися виключно для робіт, для яких він призначений. При внесенні робочих рідин та розчинів, засобів захисту рослин для низьких культур в сільськогосподарській галузі. Обприскувач причіпний LEXIS 3000 (рис. 1.) призначений для обробки всіма видами отрутохімікатів рослин зернових, просапних і технічних культур та парів. Під час боротьби з бур'янами обприскувачем вносять гербіциди, інсектицидами знищують шкідників і комах, а фунгіциди застосовують від хвороб, грибків та бактерій сільськогосподарських культур. За способом з'єднання з енергетичним засобом машина – напівпричіпна, мобільна, з приводом робочих органів від вала відбору потужності трактора.

Основою несучої конструкції обприскувача є одновісний напівпричіп, на рамі 1 (рис. 2,3) якого змонтовано механізм навіски центральної рами секцій штанги 6 (рис. 4), який складається з рухомої рамки і балансірного механізму. До балансірного механізму шарнірно приєднані трисекційні штанги 1 лівої і правої секцій, виготовлені у вигляді просторової ферми.



Рис. 1. Обприскувач причіпний LEXIS 3000

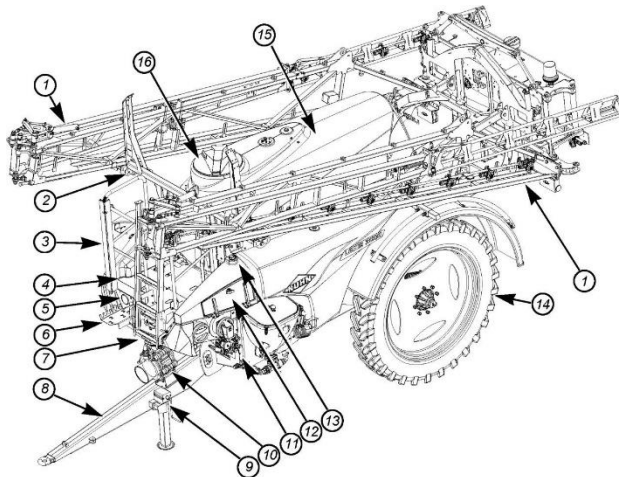


Рис. 2. Будова обприскувача LEXIS 3000 (вгляд спереди)

1 - штанга; 2 - кронштейн штанги; 3 - показник рівня рідини (ємкість робочої рідини обприскувача); 4 – платформа; 5 - манометр; 6 - тримач для рукавів високого тиску; 7 - сходи; 8 – причіпний пристрій; 9 - стовпчикова стійка; 10- насос; 11 - показник рівня рідини (резервуар для промивної води); 12 - речовий ящик; 13 - ємкість рукомильника; 14 – колесо; 15- ємкість робочої рідини обприскувача; 16 - заливна горловина.

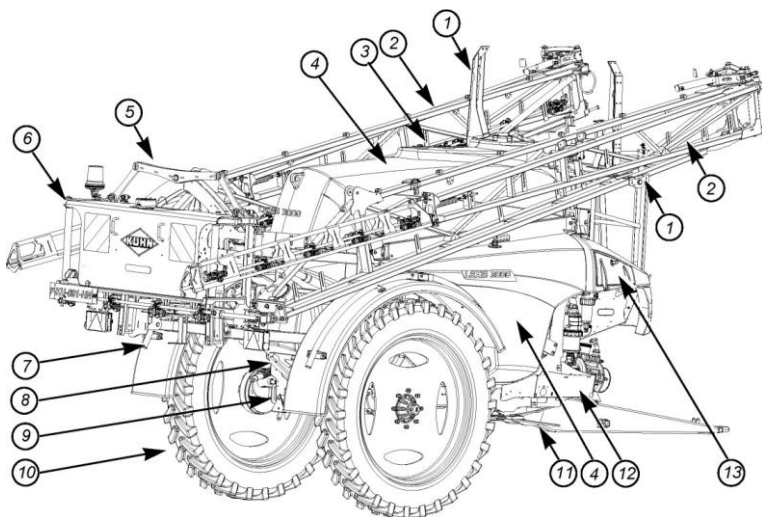


Рис. 3. Будова обприскувача LEXIS 3000 (вгляд збоку)

1 - кронштейн штанги; 2 - штанга; 3 - заливна горловина; 4 - ємкість робочої рідини обприскувача; 5 – амортизатор штанги; 6 - центральна рама; 7 - крило;

8 - резервуар для промивної води; 9 – вісь; 10 – колесо; 11 - Гальмо стоянки (додатково); 12 – лоток; 13 - речовий ящик.

В передній частині рами розташований причіпний пристрій 8 і регульованастійка 9 для зручності приєднання до трактора і встановлення обприскувача у від'єданому положенні (рис. 2). Зверху на платформі 4 встановлено три резервуари (рис.3). Великий бак 4 призначений для зберігання робочої рідини, а малий бак 8 – для промивання системи після завершення роботи. Чиста вода зберігається також у баку 13. Вона використовується для миття рук.

На обприскувачі LEXIS 3000 встановлюється мембранно-поршневий (відцентровий) насос 10, який приводиться в дію від ВВП енергетичного засобу через карданний вал. Він створює максимальний тиск в напірній гідролінії для подачі робочої рідини 0,5 – 2,0 МПа.

Обприскувач LEXIS 3000 обладнаний двома незалежними гідросистемами: гідросистема «робочого розчину і води», використовується для подачі води і розчину отрутохімікату, гідросистема «олива», з'єднана з роздільно-агрегатною гідросистемою енергетичного засобу і служить для керування положенням робочих органів машини.

Дана машина оснащена блоком управління, з допомогою якого виконуються всі регулювання. Машина поставляється з заводу з одним з наступних обладнань:

Блок управління DPS: Регулювання DPME (дозування в залежності від частоти обертання вала двигуна). Блок управління RPB: Регулювання DPAE (дозування в залежності від швидкості руху). Або блок управління REV3.

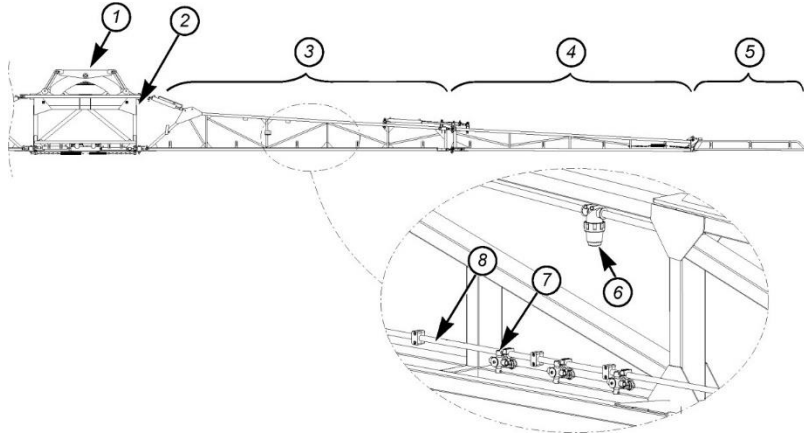


Рис. 4. Центральна рама штанги

1- амортизатор штанги; 2: центральна рама; 3 - перша консоль; 4 - другаконсоль; 5 - запобіжний важіль; 6 - фільтр часткової ширини 7 - тримач форсунки; 8 - система управління

Мембранно-поршневий насос (рис. 5, а) (рис. 6.) призначений для подавання робочої рідини з резервуара до розпилювального пристрою під тиском, необхідним для розпилення струменя робочої рідини на дрібні краплинки і надання їм певної швидкості, а також для самозаправкиобприскувача, приготування і перемішування робочої рідини в резервуарі.

Насос складається з корпусу 1 (рис. 5, б), в якому на підшипниках встановлено вал 2 з ексцентриком 9, а радіально до осі в корпусі розміщено шістьциліндрів 13. У циліндрах 13 влаштовано поршні 12, які з'єднуються з шатунами 11, а вони, у свою чергу, з ексцентриком 9 вала 2 за допомогою голчастих підшипників 10. Над поршнями встановлено мембрани 14, над якими влаштовано клапанні коробки зі всмоктувальними 4 і нагнітальними 6 клапанами, об'єднаними у всмоктувальний 3 та нагнітальний 7 колектори.



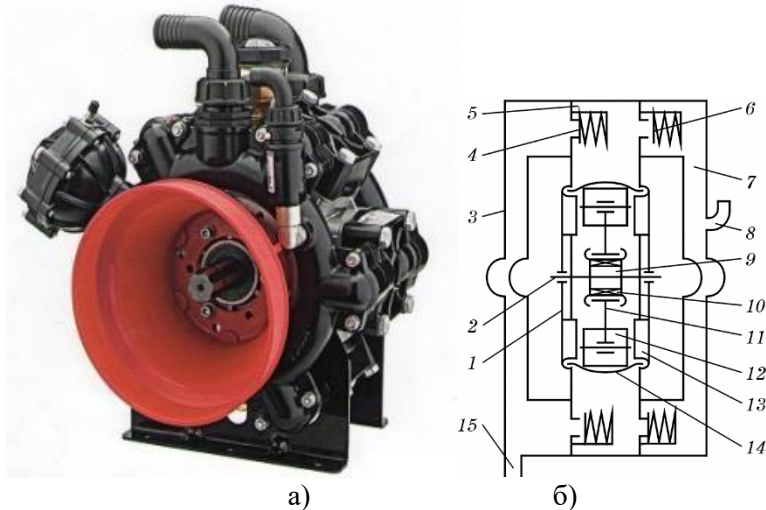


Рис. 5. Насос мембранно-поршневий:

а) загальний вигляд; б) схема; 1 – корпус; 2 – вал; 3 – всмоктувальний колектор; 4 – всмоктувальний клапан; 5 – кришка; 6 – нагнітальний клапан; 7 – нагнітальний колектор; 8 – нагнітальний канал; 9 – ексцентрик; 10 – голчастий підшипник; 11 – шатун; 12 – поршень; 13 – циліндр; 14 – мембрана; 15 – вхідний канал.

Під час роботи від валу відбору потужності за допомогою карданної передачі в обертання приводиться вал 2 насоса. Ексцентрик 9 через шатуни 11 приводить у зворотно-поступальний рух поршні 12, які надають мембранам 14 коливного руху, змінюючи робочий об'єм у клапанних коробках. При збільшенні об'єму в кожній коробці відкривається всмоктувальний клапан 4, а при зменшенні – нагнітальний клапан 6.

Оскільки процеси всмоктування і нагнітання рівномірно чергуються по всьому колу обертання ексцентрика, відбувається безперервне рівномірне засмоктування робочої рідини через вхідний канал 15 і рівномірне подавання рідини в нагнітальну магістраль через нагнітальний канал 8.

Тиск робочої рідини в нагнітальній магістралі регулюють за допомогою блока керування і контролюють манометром.

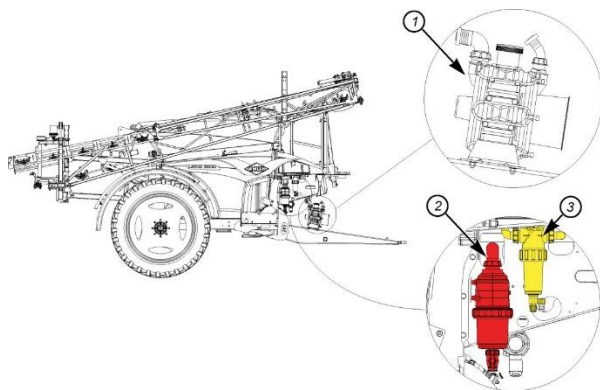


Рис. 6. Розташування насоса та фільтрів обприскувача LEXIS 3000  
1 – насос; 2- фільтр закачування; 3: фільтр тиску \*

Вентельна арматура MANUSET или DILUSET+ LEXIS 3000 (рис. 7.) – це сукупність робочих органів, обладнання, пристроїв та комунікацій, об'єднаних у єдину систему, яка забезпечує керування потоку розчину рідини, її внесення у та промивання системи після завершення роботи.

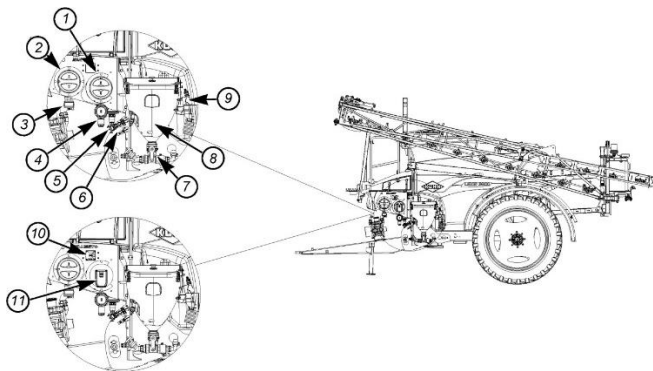


Рис. 7. Вентельна арматура MANUSET або DILUSET+ обприскувача LEXIS 3000

1- вентиль всмоктування (MANUSET); 2 - вентиль викачування рідини; 3 - напірна магістраль; 4 – всмоктування рідини; 5 - наповнення ємкості системи для промивання; 6 - запірний кран ручного резервуара; 7 - вентиль промивного шлюзу; 8 - змішувальний шлюз; 9 - насадка форсунки; 10 - блок управління (DILUSET +); 11 - вентиль всмоктування (електромагнітні вентилі) (DILUSET +)

Гідросистема подачі води обприскувача LEXIS 3000 (рис. 8) – це сукупність робочих органів, обладнання, пристроїв та комунікацій, об’єднаних у єдину систему, яка забезпечує приготування робочого розчину, його внесення у відповідності із заданою дозою та промивання системи після роботи.

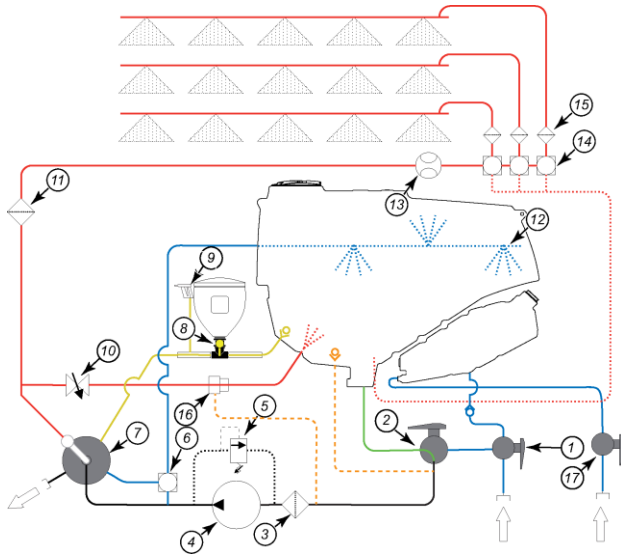


Рис. 8. Гідросистема подачі води обприскувача LEXIS 3000 насосами PM170/PM280

1 - вентиль резервуара промивної рідини; 2 - механічний або електричний всмоктувальний клапан; 3 - фільтр всмоктування; 4 – насос; 5 - пропускний клапан; 6 - електропривод обертання миючої форсунки (додатково); 7 - вентиль відсмоктування; 8 - вентиль змішування; 9 - насадка форсунки; 10 - регулюючий вентиль витрати рідини; 11 - фільтр рідини під тиском; 12 - форсунка мийки основного резервуара; 13 - регулятор потоку; 14 - вентиль секцій; 15 - фільтр секцій; 16 - змішувальний вентиль (STOPMIX); 17 - заливний клапан (резервуар для промивної води).

Принцип роботи. Насос (4) закачує рідину через всмоктувальний фільтр (3). Позиція важеля на запірному вентилі повідомляє, звідки надходить закачана насосом рідина. Вентиль всмоктування (2) (рис. 8):

- зовнішнє закачування або

- закачування з резервуара води для промивання.
- закачування з основного резервуара. Вентиль резервуара промивної води (1):

- Зовнішнє заповнення.
- Закачування з резервуара води для промивання.

ВУ-PASS-вентиль (5) захищає систему від надмірного тиску. Насос подає рідину в напрямку вентиля відкачування (7). Положення важеля на запірному вентилі повідомляє, яким чином зливається подана насосом рідина:

- Пристрій відкачування.
- Штанга обприскувача (Процес обприскування, Змішування).
- Змішувальний шлюз.
- Обертається форсунка мийки основного резервуара (12).

Вентиль регулювання норми витрати (10) регулює потік до арматури штанги за рахунок зливу частини рідини назад в резервуар. Чим більше відкритий вентиль норми витрати, тим більше кількість рідини відводиться назад в резервуар. Чим більше вентиль норми витрати закритий, тим менша кількість рідини відводиться назад в резервуар. Змішувальний клапан (16) дозволяє зупинити автоматично змішування нижче певного, заздалегідь заданого рівня в баку (додатково).

Якщо обприскувач обладнаний відцентровим насосом циркуляції води: насос РС700 то схема руху робочої рідини відбувається а наступною схемою (рис.9.).

Принцип роботи. Насос (4) всмоктує рідину через фільтр (3). Положення важеля на запірному вентилі повідомляє, звідки надходить всмоктувана насосом рідина (рис. 9.).

Вентиль всмоктування (2):

- Зовнішнє закачування.
- Закачування з основного резервуара. Вентиль резервуара промивної води (1):

- Зовнішнє заповнення.
- Закачування з резервуара води для промивання.

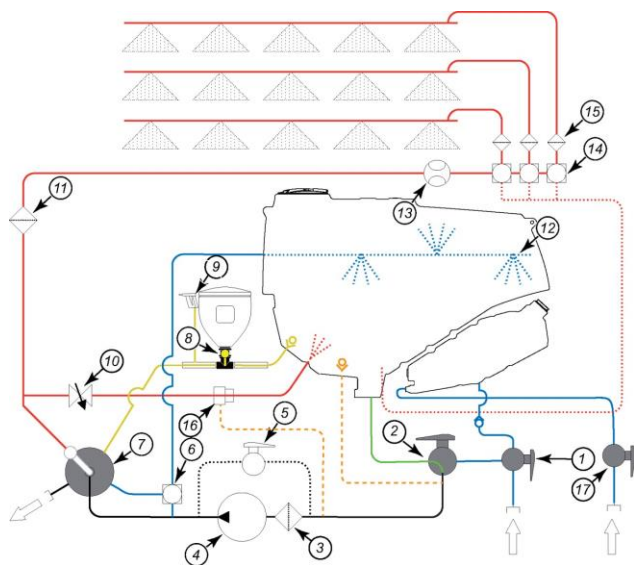


Рис. 9. Гідросистема подачі води обприскувача LEXIS 3000 насосом PC700

1 - вентиль резервуара промивної рідини; 2 - механічний або електричний всмоктувальний клапан; 3 - фільтр всмоктування; 4 – насос; 5 - пропускний клапан; 6 - електропривод обертання миючої форсунки (додатково); 7 - вентиль відсмоктування; 8 - вентиль змішування; 9 - насадка форсунки; 10 - регулюючий вентиль витрати рідини; 11 - фільтр рідини під тиском; 12 - форсунка мийки основного резервуара; 13 - регулятор потоку; 14 - вентиль секцій; 15 - фільтр секцій; 16 - змішувальний вентиль (STOPMIX); 17 - заливний клапан (резервуар для промивної води).

За допомогою зворотного клапана (5) можна працювати з дуже малою витратою. Насос подає рідину в напрямку вентилі відкачування (7). Позиція важеля на запірному вентилі повідомляє, яким чином зливається подана насосом рідина:

- Пристрій відкачування.
- Штанги обприскувача.
- Змішувальний шлюз.
- Обертана форсунка мийки основного резервуара (12).

Вентиль регулювання норми витрати (10) регулює потік до арматури штанги за рахунок зливу частини рідини назад в резервуар. Чим більше відкритий вентиль норми витрати, тим більше кількість рідини відводиться назад в резервуар. Чим більше вентиль норми витрати закритий, тим менша кількість рідини відводиться назад в резервуар.

На обприскувачах LEXIS 3000 можуть застосовуватися різні варіанти розподілу робочої рідини в гідросистемі подачі в залежності від конструктивних елементів, які встановлені в ній. Машина з заводу комплектуються однією з наступних систем циркуляції:

- 2-ходова система циркуляції в стандартному виконанні (N2) ( рис. 10.):

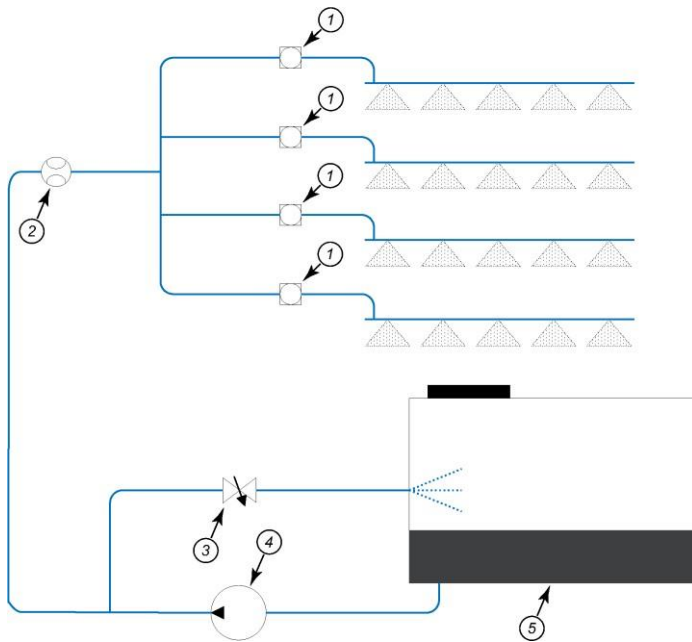


Рис. 9. Двоходова система циркуляції рідини в стандартному виконанні (N2)

1 - вентиль секції штанги; 2 - регулятор потоку; 3 - регулюючий вентиль витрати; 4 – насос; 5 - ємкість робочої рідини обприскувача.

- 3-ходова система циркуляції в стандартному виконанні (N3):

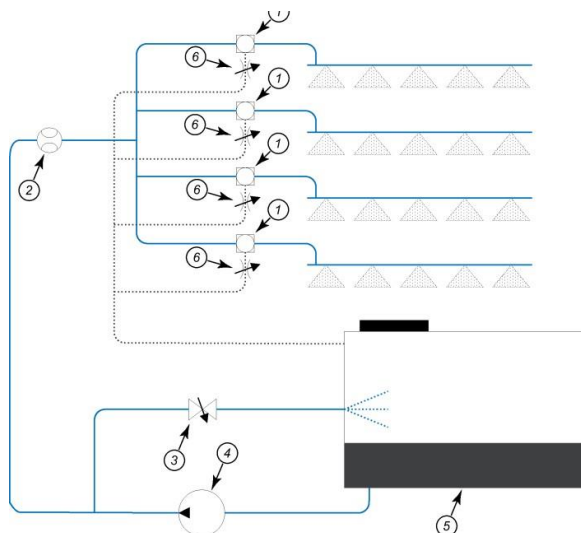


Рис. 10. Трьохходова система циркуляції рідини в стандартному виконанні (N3)

1 - вентиль секції штанги; 2 - регулятор потоку; 3 - регулюючий вентиль витрати; 4 – насос; 5 - ємкість робочої рідини обприскувача; 6 – заслінка зворотнього зливу.

Напівбезперервна 2-ходова система циркуляції (S2) (рис. 11.)

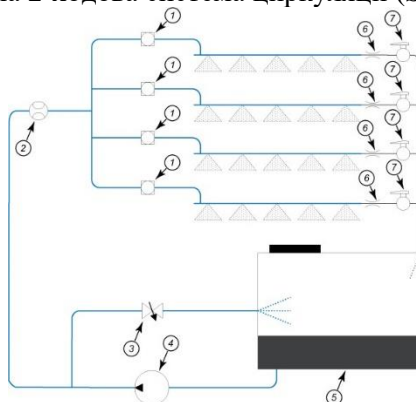


Рис. 11. Напівбезперервна 2-ходова система циркуляції (S2)

1- вентиль секції штанги; 2 - регулятор потоку; 3 - регулюючий вентиль витрати; 4 - насос; 5 - ємкість робочої рідини обприскувача; 6 - регулятор витрати; 7 – клапан.

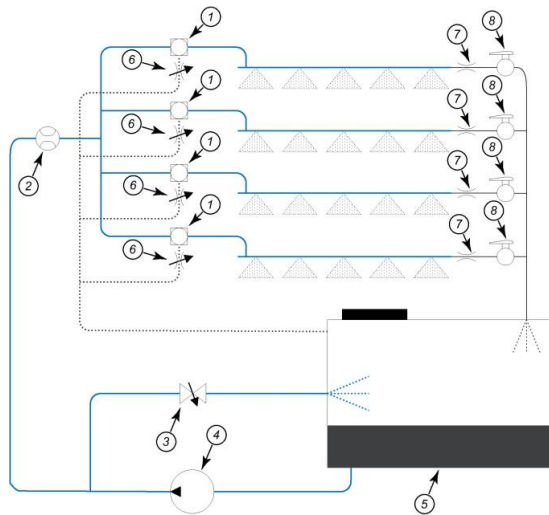


Рис. 12. Напівбезпервна 3-ходова система циркуляції (S3)1-вентиль часткової ширини; 2 - регулятор потоку; 3- регулюючий вентиль витрати; 4-насос; 5 - ємкість робочої рідини обприскувача; 6 – заслінка зворотнього зливу; 7 – регулятор витрати рідини; 8 – клапан.

Безпервна циркуляція в гідравлічній системі (СН):

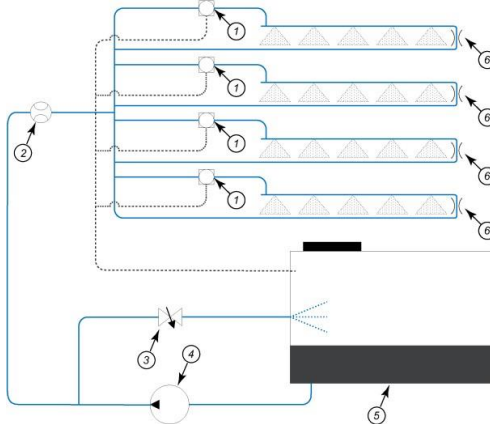


Рис. 13. Безпервна циркуляція в гідравлічній системі (СН):

1 - клапан скидання тиску в секції штанги; 2 - регулятор потоку; 3 - регулюючий вентиль витрати; 4 - насос; 5 - ємкість робочої рідини обприскувача; 6 - регулятор витрати.

Безпервна циркуляція рідини з використанням електричної системи (ССЕ)



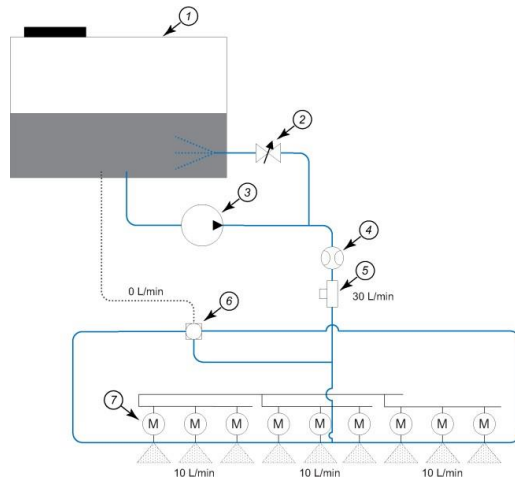


Рис. 14. Безперервна циркуляція з використанням електричної системи (ССЕ)

1 - ємність робочої рідини обприскувача; 2 - регулюючий вентиль витрати; 3 – насос; 4 - регулятор потоку; 5 - датчик тиску; 6 - циркуляційний вентиль; 7 – електродвигун.

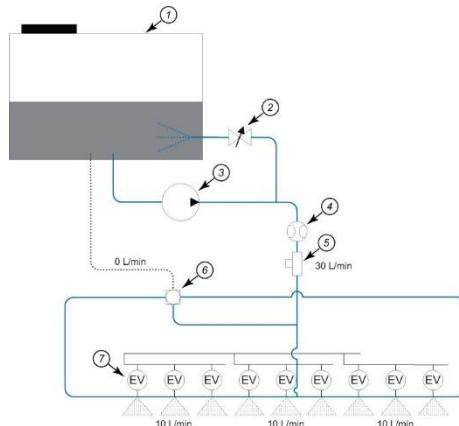


Рис. 15. Безперервна циркуляція з використанням системи Autospray:

1 - ємність робочої рідини обприскувача; 2 - регулюючий вентиль витрати; 3 – насос; 4 - регулятор потоку; 5 - датчик тиску; 6 - циркуляційний вентиль; 7 - електромагнітний клапан.

- Розподіл робочої рідини за постійного тиску:

в гідросистемі подачі робочої рідини відсутній пропорціональний клапан, тому функцію регулювання здійснює клапан максимального тиску, який присутній на головному клапані керування; після того, як був відрегульований робочий тиск, витрата робочої рідини залишається постійною. В цьому разі для забезпечення постійної витрати отрутохімікату на одиницю площі (л/га або GPA) швидкість руху агрегату повинна залишатися незмінною.

- Розподіл робочої рідини, пропорційний частоті обертання колінчастого вала двигуна:

Пропорціональний клапан, установлений в гідросистемі подачі рідини, гарантує обприскування рослин з постійним розподілом отрутохімікату на одиницю площі (л/га або GPA), навіть якщо швидкість руху агрегату змінюватиметься на  $\pm 20\%$ . Основна умова – при цьому повинна бути включена одна й та ж сама передача трактора.

Основні регулювання обприскувача.

При агрегуванні машини з тракторами необхідно правильно приєднати їдо причіпної системи. Дивись (рис. 16 а, б, в)

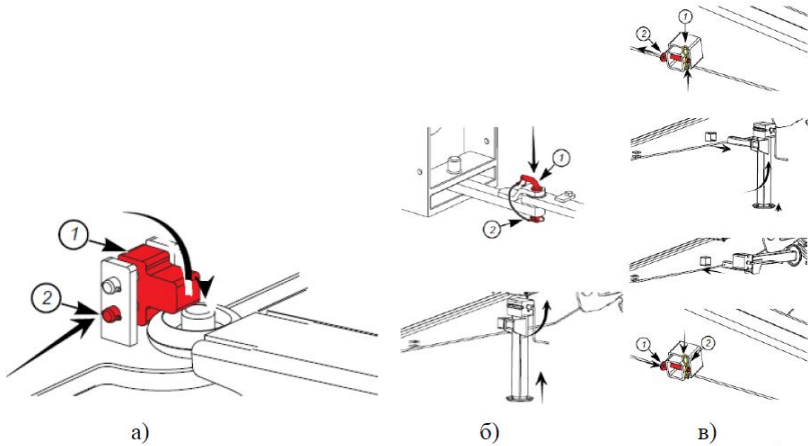


Рис. 16. Приєднання машини до енергетичного засобу (трактора) Підключення блоку управління. (рис. 17.)

-Підключіть джгут електропроводки безпосередньо до роз'ємвакумляторної батареї, дотримуючись при цьому полярність:

- Коричневий провід до клеми +.

- Синій провід до клеми -.

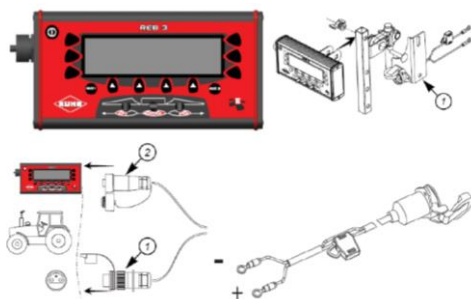
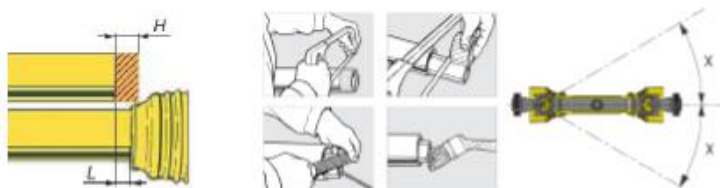


Рис. 17. Підключення блоку управління Підключення карданного валу.

- Розділіть дві половинки вала карданної передачі та підключіть їх до валу машини та валу відбору потужності трактора.
  - Перевірте довжину вала карданної передачі:
  - Зберігайте мінімальну безпечну відстань (L) ( $L = 25 \text{ мм}$ ).
- Вал карданної передачі не повинен працювати при куті  $X$  більше  $30^\circ$



Залежно від висоти зчіпного пристрою вашого трактора і положення дишлазчіпки, можливо буде потрібно встановити машину горизонтально. Регулювання машини проводити тільки з порожнім резервуаром (рис. 18.).

- Відчіпіть машину на рівній горизонтальній поверхні.
  - Задійте гальмо стоянки.
  - Підіпріть колеса машини стоянковими підпорами(1).
  - За допомогою стояночної опори виставте машину горизонтально (2).
- Висота правильна, якщо рама машини вирівняна належним чином.
- Встановіть опорні стійки під раму машини(3).
  - Відрегулюйте висоту дишла.

-Видаліть палець(1).

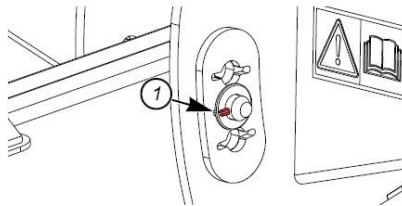
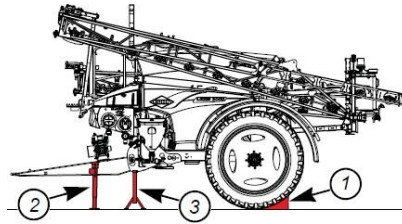


Рис. 18. Схема горизонтального встановлення обприскувача

Налаштування функції Manuset:

Наповнення резервуара

Наповнення допомогою шлангу (рис. 19, а):

-Відкрити кришку заливної горловини.MANUSET:

- Вентиль викачування: В
- Вентиль всмоктування: положення 1
- Вентиль резервуара промивної води: Вимкнути.

Наповнення резервуара ( рис. 19, б)

-Відкрийте повністю клапан обмеження потоку.

-Зніміть кришку з гнізда швидкого підключення (1).

-Приєднайте шланг до гнізда швидкого підключення.

-Приведіть в дію карданний вал трактора.

-Наповніть ємкість.

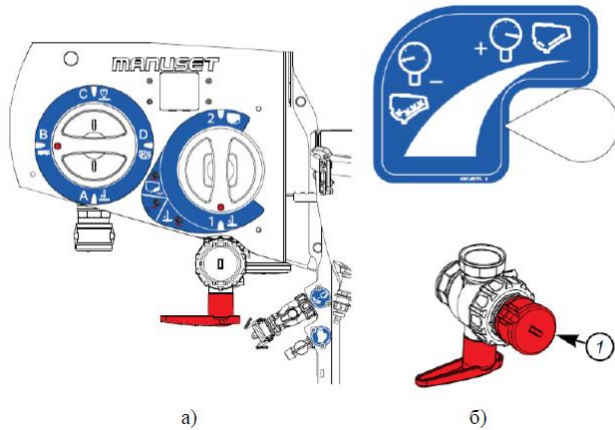
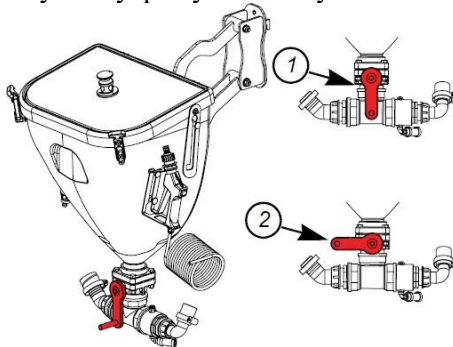


Рис. 19. Наповнення резервуара рідиною

#### Змішування

- Розблокувати і опустити тримач змішувального шлюзу.
- Розблокуйте і відкрийте кришку.
- Вилити концентрат засобу захисту рослин в змішувальний шлюз.
- Відкрити вентиль (1).
- Почекати до тих пір, поки весь розчин засобу захисту рослин не піде змішувача.
- Закрити вентиль (2).
- Підняти та заблокувати утримувач змішувального шлюзу.

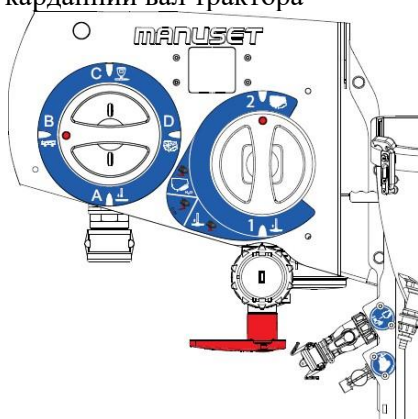


#### Обприскування

- Вентилі повернути в позицію обприскування:
  - Вентиль всмоктування: 2
  - Вентиль викачування: В

- Вентиль резервуара промивної води: Вимкнути

-Приведіть в дію карданний вал трактора



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

### Тема: «Машини для внесення добрив

**Мета роботи:** поглибити та закріпити знання з будови й принципу роботи машини для підготовки і внесення сипких і рідких мінеральних добрив, твердих і рідких органічних добрив та засвоїти прийоми виконання основних експлуатаційних регулювань.

#### *Теоретичні відомості*

Агротехнічні вимоги до машин для внесення органічних добрив. Розкидані добрива негайно загортають у ґрунт; дотримуються заданої дози внесення добрив і рівномірності їх розподілу по поверхні поля. Нерівномірність розподілу по ширині розкидання допускається в межах 0...25 %, у напрямку руху - 0...10 %. Відхилення фактичної дози від заданої має бути не більш як 5 %.

Глибина загортання органічних добрив становить 15...25 см, причому на піщаних ґрунтах їх заорюють глибше, що залежить від кліматичних умов.

Використання свіжого гною і наявність в органічних добривах сторонніх предметів не допускається. Машини повинні забезпечувати внесення добрив їх сумішшю 5...60 т/га.

Для внесення органічних добрив робочі органи машин мають забезпечувати швидке регулювання норми висіву, вони не повинні забиватись і залипати.

Кузовний розкидач ПРТ-10 (рис. 1) призначено для внесення твердих органічних добрив. Будова агрегату ПРТ-10. Агрегат змонтовано на рамі та встановлено на чотири колеса (рис. 1). Обладнаний кузовом.

Для агрегування з трактором, в передній частині розкидача змонтовано причіпний пристрій.

На дні кузова встановлено ланцюгово-скребковий транспортер 1. Для подрібнення і розкидання добрив у задній частині машини встановлено розкидальний 3 та подрібнювальний 2 барабани.

У кузові укріплено шнекову стрічку з переривчастим зубчастим профілем, вона кріпиться до подрібнювального барабану, на розкидальний барабан закріплюють суцільну стрічку.

Агрегат приводиться в дію за допомогою ВВП трактора, з яким агрегується. Сам транспортер складається зі зварних ланцюгів 13 і скребків

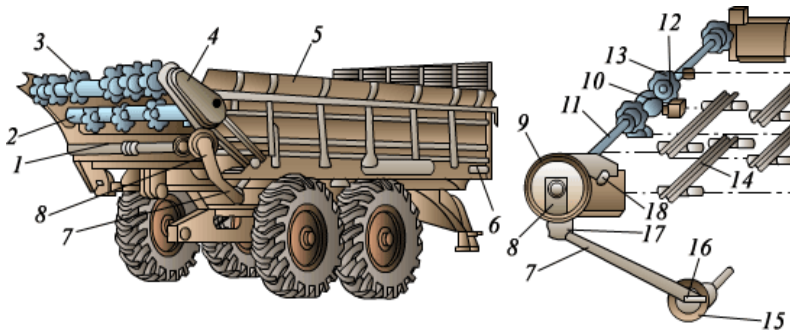


Рис. 1. Кузовний розкидач ПРТ-10:

1 - ланцюгово-скребковий транспортер; 2 - подрібнювальний барабан; 3 - розкидальний барабан; 4 - захисний кожух; 5 - надставний борт кузова; 6 - натяжний пристрій; 7 - шатун; 8 - коромисло; 9 - храпове колесо; 10 - опорний підшипник; 11 - ведучий вал; 12 - зірочка; 13 - ланцюг; 14 - скребок; 15 - корпус кривошипа; 16 - диск кривошипа; 17 - ведуча собачка; 18 - запобіжна собачка.

Ланцюги з'єднані та працюють попарно, кожна пара ланцюгів має свій комплекс скребоків, установлених на них.

Принцип роботи ПРТ-10 такий: під час руху агрегату приводиться в дію ланцюгово-скребковий транспортер 1. Скребки 14 починають рухатися до задньої частини кузова, відповідно частково загрибаючи добрива, що є в кузові. Добриво, що рухається планчатими скребками, потрапляє на подрібнювальний барабан 2. Подрібнювальний барабан під впливом обертального руху, що передається йому від ВВП трактора, відриває частинки добрив, подрібнює і передає на розкидальний барабан 13, де розташовані на валу розкидача, що так само обертаються від вала відбору потужності, розкидають добриво по полю.

Машина для внесення рідких добрив органічних добрив МЖТ-10 (рис. 2) призначений для внесення до ґрунту рідких органічних добрив; агрегується така машина з тракторами Т-150К, К-700. Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора.

Будова МЖТ-10. Ця машина складається з рами, змонтованої на два пневматичних колеса. На неї встановлено цистерну, що обладнана заправною штангою і вакуумною системою.

Вакуумна система складається з ротаційного насоса, системи трубопроводів і запобіжного пристрою. Робота цистерни, а саме її



спорожнювання та перемішування в ній добрив здійснюються шляхом роботи відцентрового насоса, якому надає рух ВВП трактора.

Під час руху трактора від вала відбору потужності набуває руху відцентровий насос, який лопатами захоплює рідке органічне добриво і спрямовує їх по напірному трубопроводу до виходу з насадкою, де відбувається подрібнення гною на дрібні краплі та розбризкування добрив по поверхні поля.

Технологічні регулювання.

1. Норма внесення добрив - установкою засувок 9 з різним діаметром в них отворів (60, 90, 110 мм), або роботою без заслінки - чим більше отвір в засувці, тим більше норма внесення і навпаки.

2. Норма внесення добрив - зміною швидкості МТА - чим більше швидкість МТА, тим менше норма внесення і навпаки.

3. Ширина захвату заслінкою - чим ближче заслінка до сопла, тим більше ширина захвату і менше розмір крапель.

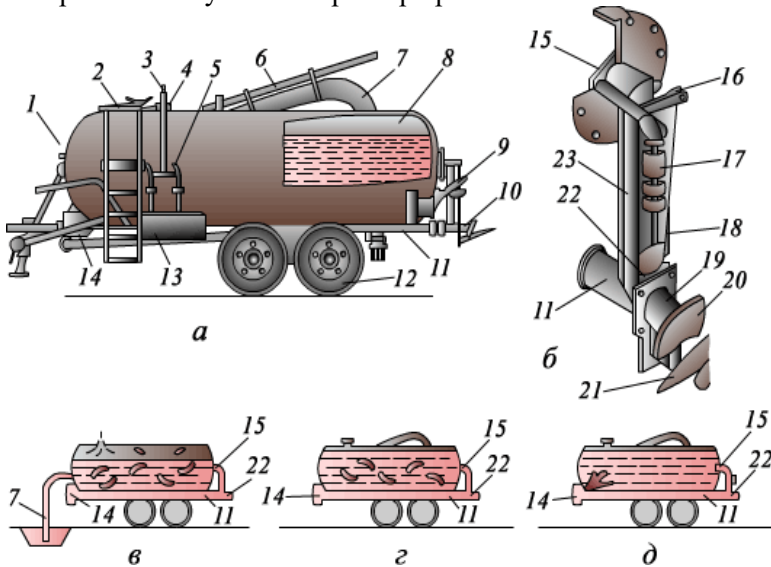


Рис. 2. Машина для внесення рідких добрив МЖТ-10:

а - загальний вигляд; б - перемикаючий розливний пристрій;

в - схема заправки; г - схема перемішування; д - схема розливання добрив: 1 - рівнемір; 2 - люк; 3 - вакуумметр; 4 - запобіжний рідинний клапан; 5 - запобіжний вакуумний клапан; 6 - штанга; 7 - заправний рукав; 8 - цистерна; 9 - перемикаючий пристрій; 10 - розливний пристрій; 11 - напірний трубопровід; 12 - ходові колеса; 13 - вакуумна

установка; 14 - відцентровий насос; 15, 22 - заслінки; 16 - важіль; 17 - гідроциліндр; 18 - тяга; 19, 23 - патрубки; 20 - змінна засувка; 21 - розподільний щиток.

Машини для підготовки до внесення мінеральних добрив. Навантажувачі. Основними завантажувачами мінеральних добрив є екскаватори та бульдозери (рис. 3), що за допомогою ковшів здійснюють завантаження мінеральних і органічних добрив до кузовів розкидачів.

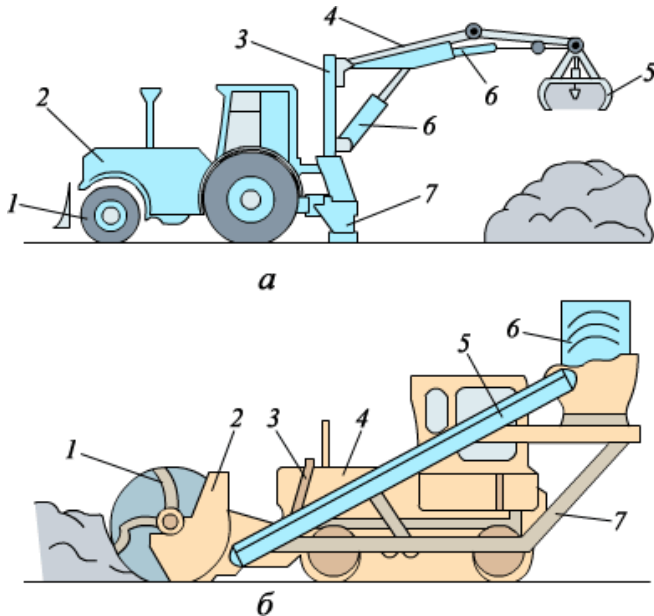


Рис. 3. Навантажувачі мінеральних добрив:

- а - ПЕ-0,8Б: 1 - колесо; 2 - моторний відсік; 3 - поворотна колонка;
- 4 - стріла; 5 - грейфер; 6 - гідроциліндр; 7 - домкрат;
- б - ПНД-250: 1 - шнекова частина фрези; 2 - корпус; 3 - гідроциліндр; 4 - моторна частина; 5 - поздовжній транспортер; 6 - поперечний транспортер; 7 - рама.

Машини для внесення мінеральних добрив.

Для суцільного внесення мінеральних добрив на поверхню ґрунту, використовуються машини з одно- чи дводисковими розкидачами відцентрової дії - ІРМГ-4, МВУ-0,5, МВД-0,5, МВД-3300, МВД-4300, МВУ-5, а також з

пневматичними розкидними робочими органами - РУМ-5-03 тощо. До групи машин з розкидачами відцентрової дії відноситься також машина МВУ-8Б. Вона призначена для поверхневого (суцільного) внесення мінеральних добрив, їх сумішей та меліорантів (вапно, гіпс).

Агрегатуються з тракторами класу 30 кН (Т-150К), обладнаних валом відбору потужності (ВВП) з частотою обертання 540 об/хв, а також гідрофікованим тяговим крюком.

Машина МВУ-8Б представляє собою напівпричіп вантажністю до 11 т і складається із наступних вузлів і механізмів (рис. 4): рами 1, кузова 2, штурвала

3 з регулювання положення заслінки, вала контрпривода 4, ведучого вала транспортера 5, редуктора 6, розкидних дисків 7, вала механізму привода транспортера 8, ресивера 9, ходових коліс 10, транспортера 11, карданного вала 12, сніці 13, підставки 14.

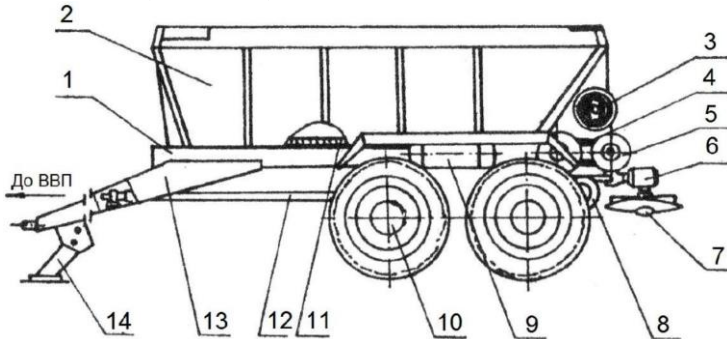


Рис. 4. Машина для внесення мінеральних добрив МВУ-8Б.

Кузов машини металевий, має трапецієподібну форму цільнозварної конструкції, складається із бортів і рами. Кузов служить основою для кріплення робочих органів і допоміжних складових одиниць, виконує функції приймального пристрою для завантаження мінеральних добрив. Рама складається з двох балок з'єднаних поперечинами. Настил кузова (дно) виконано із антикорозійного матеріалу. В задній частині кузова є вікно для виходу маси та напрямники для установки дозуючої шиберної заслінки. В передній частині кузова встановлено оглядове вікно для контролю рівня завантаження. Разом з рамою кузов встановлено на осі балансирного візка і закріплено болтами.

Ходова система машини представляє собою безресорний балансирий візок типу «тандем» і складається з двох балансирів з'єднаних

центральною віссю на підшипниках ковзання. Всі колеса ходової системи обладнані пневматичними гальмівними механізмами.

На дні кузова встановлено транспортер. Він представляє собою замкнутий ланцюговий контур, який складається з окремих прутів з'єднаних між собою спеціальними пластинами. Нижні грані цих пластин скошені в напрямку руху транспортера, що сприяє активному очищенню напрямних жолобків в днищі кузова і запобігає «спливанню» транспортера. Регулювання натягу транспортера здійснюється переміщенням його підпружиненої осі за допомогою натяжних болтів. Перед регулюванням натягу транспортера днокузова необхідно очистити від добрив.

Принцип роботи машини МВУ-8Б. Розкидач мінеральних добрив МВУ-8Б працює наступним чином. Через дозуючу заслінку 3 (рис. 5) і туконепрямник (рис. 6) добрива транспортером 11 (рис. 4) подаються на розкидуючі диски 7, які розподіляють їх віялоподібним потоком по поверхні ґрунту.

Привод розкидальних дисків здійснюється від ВВП трактора через вали трансмісії, клинопасову передачу та редуктори.

Транспортер може приводитися в рух від правого заднього колеса машини через телескопічний карданний вал, редуктор 1 (рис. 7) і три ступені ланцюгових передач, які дозволяють отримати дві швидкості руху транспортера перестановкою ланцюга на відповідні зірочки останньої ступені (рис. 7). Таке конструктивне виконання привода транспортера дозволяє забезпечувати задані норми внесення добрив незалежно від швидкості руху агрегату.

Для забезпечення великих норм внесення добрив, а також розвантажування сипких матеріалів на місці в конструкції машини передбачений допоміжний привод транспортера від ВВП трактора за допомогою карданної передачі, яка з'єднується з центральним редуктором 3 (рис. 7) за допомогою блока півмуфт 2. Обертовий рух від центрального редуктора передається до ланцюгового контуру зірочок  $Z=12$ ,  $Z=45$ .

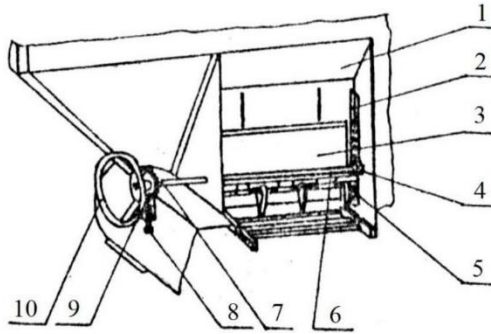


Рис. 5. Дозуючий пристрій:

1 - задній борт кузова; 2 - напрямник; 3 - дозуюча заслінка; 4 - зірочка; 5 - рейка; 6 - вал; 7 - зубчате колесо; 8 - фіксатор; 9 - лімб; 10 - штурвал.

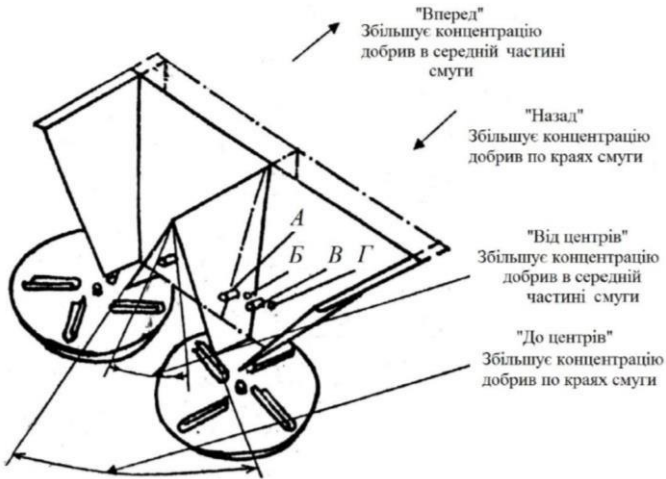


Рис. 6. Схема регулювання туконапрямника.

При першому способі приводу транспортера обертовий рух від опорного колеса передається тільки до редуктора 1 (рис. 7), який складається з зубчатої пари для зміни напрямку обертання і механізму включення транспортера (МВТ) від ходового колеса машини. Механізм включення транспортера складається із штока, вилки, двох кулачкових напівмуфт, одна з яких може рухатися на шліцевому валу (напівмуфта б), який з'єднаний з колесом і постійно обертається, а інша виконана заодно з шестернею 7 і вільно обертається на валу. Обертовий

рух до шестерень передається в тому випадку, коли тракторист вмикає названий механізм поворотом рукоятки розподільника гідросистеми в кабіні трактора. Масло під високим тиском зміщує шток гідроциліндра 8 з вилкою, а остання з'єднує рухому напівмуфту 6 з напівмуфтою шестерні 7 і обертовий рух передається на вал зірочки  $Z=15$  і далі до транспортера.

Блок напівмуфт 2, через які передається обертовий рух від карданного валу до центрального редуктора 3 при приводі транспортера від ВВП, з'ємний і встановлюється при вимкненому механізмі приводу транспортера від опорного колеса. Одночасний привод транспортера від ВВП і колеса не допускається, так як через різні частоти обертання механізм приводу буде зруйновано.

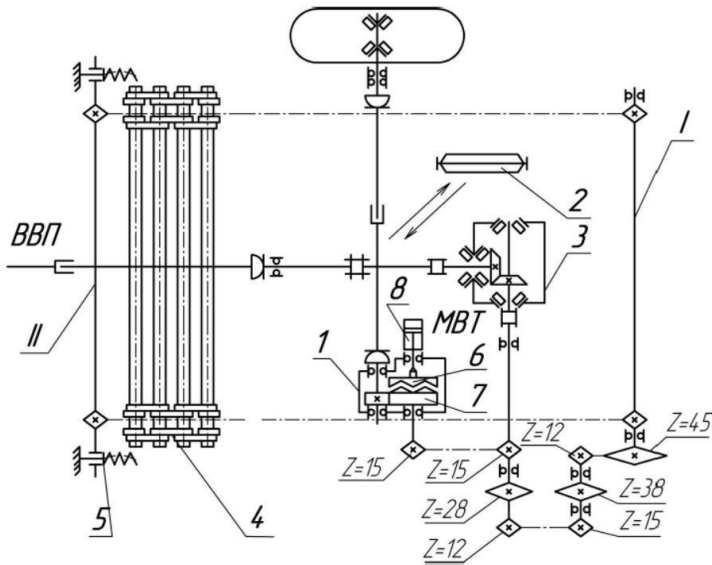


Рис. 7. Кінематична схема механізму приводу транспортера:

I - ведучий вал транспортера; II - ведений вал транспортера; МВТ - механізмвключення муфт; 1 - редуктор механізму приводу транспортера від опорного колеса; 2 - блок змінних муфт; 3 - редуктор; 4 - транспортер; 5 - натяжний пристрій транспортера; 6 - напівмуфта; 7 - зубчате колесо; 8 - гідроциліндр.

Привод розкидаючих дисків, необхідний для надання їм обертового руху, складається з телескопічного карданного валу, проміжних валів,

двох клинопасових контурів, приводних валів редукторів і самих розкидаючих дисків. Для забезпечення однакової частоти обертання дисків необхідно, щоб був однаковий натяг клинових пасів. Зусилля натягу для нових пасів повинне бути 24 Н, а для прироблених - 18 Н.

Розкидач мінеральних добрив МВУ-0,5А (рис. 8) призначена для розсіювання по поверхні ґрунту мінеральних добрив на полях і в плодonoсних садах, а також для розкидної сівби насіння трав (сидератів). Машину навішують на трактори Т-25А, ЮМЗ-6КЛ, МТЗ-80, МТЗ-82 і Т-40.

Розкидач складається з бункера 1 місткістю 410 дм<sup>3</sup>, дозувального пристрою, двох розкидальних дисків, механізму приводу (карданного вала 4 та редукторів 5 і 6) і вітрозахисного пристрою.

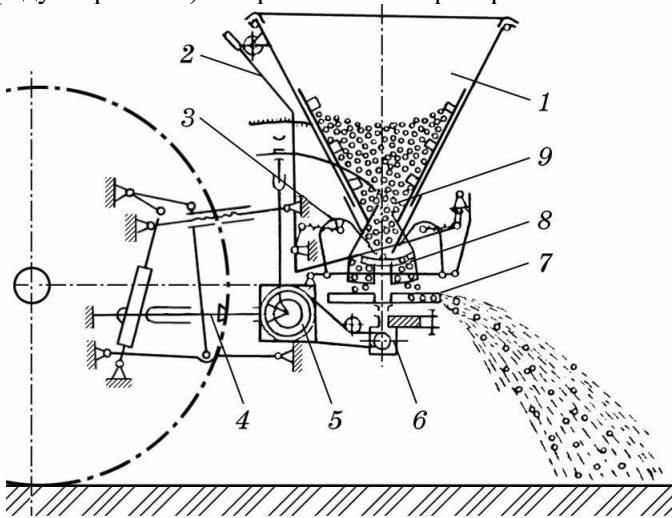


Рис. 8. Схема начіпного розкидача мінеральних добрив МВУ-0,5А:  
1 - бункер; 2 - регулятор висіву; 3 - поворотний клапан; 4 - карданний вал; 5 і 6 - редуктори; 7 - розкидальний диск; 8 - висівна планка; 9 - ворушилка.

Дозувальний пристрій має два поворотних клапани 3, за допомогою яких змінюють висоту висівної щілини, і висівну планку 8 зигзагоподібної форми, шарнірно закріпленої на підвісках. При коливальному русі планка переміщується між дном бункера і клапанами 3, виштовхуючи активними вирізами з передньої і задньої щілин добрива. Для безперервного опускання добрив у бункері змонтовано коливальні ворушилки

9. Добрива по лотоках надходять на диски 7, які обертаються в різні боки ( $n = 625 \dots 805$  об/хв), і розкидають добрива з шириною захвату до 12 м. У вітряну погоду до розкидача прикріплюють вітрозахисний пристрій, виготовлений з брезенту. Ширина захвату при цьому становить 6 м.

Висіванням добрив (40...2000 кг/га) регулюють, змінюючи висоту висівних щілин і амплітуду коливань висівної планки. Норма висіву насіння трав 8...150 кг/га. Робоча швидкість машини близько 10 км/год, маса 300 кг, продуктивність до 10 га/год.

Аналогічними за будовою і принципом роботи є машини МВУ-100, МВУ900 та РДН-0,5.

Закордонним аналогом розкидача добрив МВУ-0,5 є розкидачі мінеральних добрив ZA-F фірми «Amazon». Розкидачі центробіжні, призначені для невеликих і середніх сільськогосподарських підприємств. Дводисковий розподільний пристрій і спеціальна лійкоподібна форма кузова гарантують рівномірний розподіл добрив, точне регулювання норми внесення добрив за робочої ширини захвату 9...15 м.

Траєкторія руху частинок добрив змінюється переміщенням лопаток дисків уручну без використання інструментів.

Закордонним аналогом розкидачів мінеральних добрив МВУ-5, МВУ-6, МВУ-8, МВУ-12, МВУ-16, РУМ-5-03 є розкидачі ZG-B фірми «Amazon».

Конструктивні особливості. Дводисковий розподільний пристрій з шириною захвату 10...24 м і спеціальні шнеки з робочою шириною на 6, 9 і 12 м.

Перемикання напрямку руху поздовжньої стрічки для роботи з одним або двома розподільними органами. Під час роботи поздовжня стрічкацентрується.

Машини призначені для внесення зернистих, кристалізованих та порошкоподібних добрив на великих площах. Вантажність кузова 5...16 т. Дводисковий розподільний пристрій з шириною захвату 10...24 м. Спеціальні розподільні шнеки з робочою шириною 6, 9 і 12 м.

Перемикаючи напрямок руху поздовжньої стрічки, можна працювати з тим або іншим розподільним органом. Під час роботи поздовжня стрічка центрується. Це забезпечує довговічність і надійність стрічки.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

**Тема: «Машини для збирання зернових та зернобобових культур»**

**Мета роботи:** поглибити та закріпити знання з будови й роботи молотарок зернозбиральних комбайнів. Навчитися правильно регулювати робочі органи та механізми на задані умови роботи.

### *Теоретичні відомості*

Збирання врожаю зернових культур є завершальним етапом усього процесу виробництва зерна. Тому від якості його виконання залежить не тільки частка врожаю, а й витрати, вкладені в усі попередні процеси, такі як внесення добрив, підготовка ґрунту, сівба.

Типи робочих органів зернозбиральних машин та їх технологічне налагодження, способи і терміни збирання зумовлюються певними характеристиками зернових культур. Це, зокрема, кількість стебел на 1 м<sup>2</sup> площі, врожайність, співвідношення зерна до незернової частини за масою, довжина і міцність стебел, час та рівномірність дозрівання зерна, полеглість хлібостою, його забур'яненість, вологість.

Зернові культури збирають комбайновим і некомбайновим способами.

Комбайновий спосіб може бути однофазним (пряме комбайнування) і двофазним (роздільне комбайнування) з одночасним збиранням незернової частини врожаю з наступною обробкою зерна на стаціонарних зерноочисних агрегатах та зерночисно-сушильних комплексах.

Некомбайнові способи характерні тим, що хлібну масу скошують і транспортують на тік, де її обмолочують розділяють на зерно і незернову частину.

Пряме комбайнування передбачає зрізування стебел, обмолот хлібної маси, відокремлення зерна від соломи, очищення зерна від домішок і збирання продуктів обмолоту (зерна, полови і соломи).

Зерно збирають у бункер комбайна, а солому і половину укладають у копиці валки на полі або подрібнюють і збирають у візки або розкидають по полю. Всі ці операції виконують комбайном у єдиному безперервному потоці.

Роздільне комбайнування полягає в тому, що рослинну масу зрізують і обмолочують не одночасно, а роздільно, тобто за дві фази.

Спочатку рослини зрізують і укладають у валки валковими жатками для підсихання і досягання (перша фаза), а через 3...5 днів підбирають валки комбайнами, обладнаними підбирачами. Далі процес відбувається так само як і за однофазного способу.

Початок збиральних робіт та їхня тривалість залежать від ступеня стиглості зерна в колосі чи волоті. У пшениці, ячменю і жита зерно швидше дозріває в середній частині колоса і, не чекаючи дозрівання інших, намагається покинути колос для продовження свого роду.

Причому це зерно найбільш повноцінне. Так, маса 1000 зернин середніх частин колосків озимої пшениці становить 45,5...48,9 г, нижніх - 42,3...46,9, а верхніх - 28,9...34,5 г. У просі зерно швидше дозріває у верхніх частинах волоті. Тому перед хліборобом постає проблема: рано збереш - отримаєш неповноцінний урожай, а затримаєшся із збиранням - матимеш великі втрати. Втрати зерна озимої пшениці після 4...7 днів досягнення повної стиглості становлять 4 %, а через 17...20 днів - 27 %. Ось чому зернові культури слід зібрати впродовж 8...10 днів.

Забур'яненість полів також ускладнює процес збирання хлібів. Як відомо, на час збирання стебла зернових злаків сухі, а бур'яни мають вологість близько 70 % і водночас їхнє насіння здебільшого зріле і може потрапити разом із зерном культурної рослини або обсіпатися на землю. Тому в період вирощування культурних рослин хлібороби активно борються з бур'янами. На жаль, це не єдині чинники, які ускладнюють збирання врожаю.

Певні втрати врожаю відбуваються через розтягування термінів збирання, оскільки хліба полягають, зерно обсіпається або проростає у колосі чи волоті, обламуються цілі колоски тощо. Ось чому людство було і є в пошуках ефективного способу і засобів збирання врожаю.

Зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 "Славутич" (рис. 1, 2) має класичну схему розміщення робочих органів і допоміжних службових частин.

Пропускна здатність молотарки - 9 кг/с хлібної маси, продуктивність комбайна - до 12 т/год. Ширина захвату жаток - 5, 6 і 7 м.

Зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 "Славутич" складається з жатної частини, молотарки, копнувача або подрібнювача соломи, бункера для зерна місткістю 6,7 м<sup>3</sup>, кабіни з органами керування, двигуна СМД-31.16. передніх ведучих і задніх напрямних пневматичних коліс, трансмісії, механізмів приводаробочих органів і транспортерів, трьох автономних гідросистем, електрообладнання, системи автоматичного керування і контролю.



Рис. 1. зернозбиральний комбайн

МСУ комбайнів типу «Славутич» розрізняють барабанні й роторні.

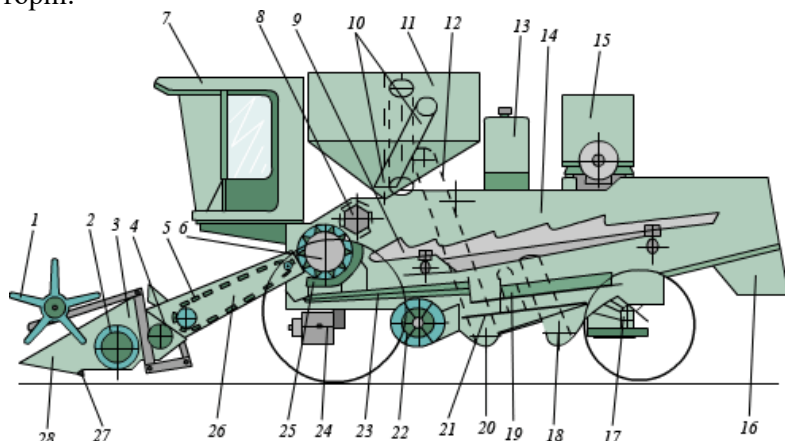


Рис. 2. Функціональна схема зернозбирального комбайна КЗС-9-1:  
 1 - мотовило; 2 - шнек; 3 - корпус жниварки; 4 - бітер приставки; 5 - транспортер похилої камери; 6 - молотильний барабан; 7 - кабіна;  
 8 - відбійний бітер; 9 - соломотряс; 10 - вивантажувальний шнек; 11 - бункер; 12 - зерновий елеватор; 13 - паливний бак; 14 - камера соломотряса; 15 - двигун; 16 - капот; 17 - міст напрямних коліс; 18 - колосовий шнек; 19 - домолочувальний пристрій; 20 - зерновий шнек; 21 - решета очищення; 22 - вентилятор; 23 - струшувальна дошка; 24 - міст

ведучих коліс; 25 - підбарабання; 26 - похила камера; 27 - різальний апарат; 28 - подільник.

МСУ складається з молотильного барабана, підбарабання, відбійного бітера й соломотряса. Принцип дії МСУ. Маса надходить у молотильний апарат, де під впливом ударів барабана відбувається обмолот. Через зазори підбарабання зерно просипається на струшувальну дошку очищення, а солома відбивається відбійним бітером і спрямовується на соломотряс.

Очисні пристрої комбайна КЗС-9-1 являють собою структуру подібну до комбайна «Дон-1500Б» і має в наявності струшувальну дошку з гребінками, зерновий елеватор, пальцеві ґрати, домолочувальний пристрій, домолочувальний барабан, колосовий елеватор, верхнє й нижнє решето, подовжувач верхнього решета, скатну дошку, колосовий й зерновий шнек, вентилятор. Принцип дії аналогічний Дон-1500.

Технологічні регулювання комбайна КЗС-9-1:

1. Висота зрізу забезпечується шляхом переміщення башмаків по висоті.
2. Частота обертання мотовила регулюється варіатором.
3. Зазор між шнековими спіралями та днищем (10-15 мм) забезпечується переміщенням вертикальної плити з підшипниками по висоті на боковинах жатки.
4. Частоту обертів молотильного апарата регулюють у межах 465-1013 об/хв.
5. Зазори між барабаном і підбарабанням регулюють у межах:
  - на вході 14-55мм
  - на виході 3-43мм
6. Частоту обертів вала вентилятора 355-916 об/хв регулюють варіатором.
7. Зазори між жалюзі ґрат у межах 0-17 мм установлюють важелями механізмів.

Комбайн зернозбиральний КЗС-1580 «Лан» (рис. 3) призначений для збирання зернових колосових культур прямим і роздільним комбайнуванням, а при обладнанні його додатковими пристроями - для збирання зернобобових і круп'яних культур, кукурудзи на зерно, соняшнику, рису, сої тощо.



Рис. 3. Комбайн зернозбиральний КЗС-1580 «Лан».

Комбайн КЗС-1580 «Лан» має пропускну спроможність 9 кс/с, а продуктивність 11 т/год. Він складається з жатної частини, молотарки, пристрою для збирання незернової частини врожаю (НЧВ), ходової частини, трансмісії, двигуна потужністю 265 к.с, кабіни з органами керування, бункера місткістю 7,5 м<sup>3</sup>, трьох незалежних об'ємних гідроприводів, електрообладнання і системи керування та контролю.

Комбайн обладнаний великогабаритними шинами, які знижують тиск на ґрунт, бункером великої місткості, об'ємним гідроприводом ходової частини й системою електрогідралічного керування робочими органами. Кабіна комбайна має сучасний дизайн. У ній знаходиться багатоканальна система контролю за всіма основними органами, встановлено багатоцільовий важіль керування, а також вентиляційна установка очищення повітря. Комбайн на замовлення може комплектуватися жнивркою з шириною захвату 4,5, 6 і 7 м.

Принцип дії комбайна «Лан» подібний до комбайна КЗС-9-1. На відміну від «Дон-1500Б» і КЗС-9-1, у комбайна «Лан» відсутня приставка. Жатка жорстко з'єднана з похилою камерою.

При збиранні зерна мотовило 2 забезпечує нахил стебел, а різальний апарат 22 зрізує їх. Шнек жнивarki 21, обертаючись, захоплює зрізану масу й спрямовує на транспортер 3. Потім хлібна маса транспортером похилої камери спрямовується в зазор між барабаном і підбарабанням, де й відбувається обмолот. Солома спрямовується на солomotряс, а зерно з дрібними домішками - на струшувальну дошку 17. Через вплив

перегрібачів 7 на соломі відбувається виділення необмолоченого зерна, що просипається на дошку соломотряса, а далі - на струшувальну дошку очищення.

Зерно, під впливом потоку повітря, створюваного вентилятором, очищається від полови й інших домішок, проходить крізь решето й попадає в зерновий шнек. Далі зерновим елеватором подається в бункер. Неомолочене колосся затримується подовжувачем верхнього решета й попадає до колосового шнека 14, а далі переміщуються нагору й розподільним шнеком відправляються на повторний обмолот.

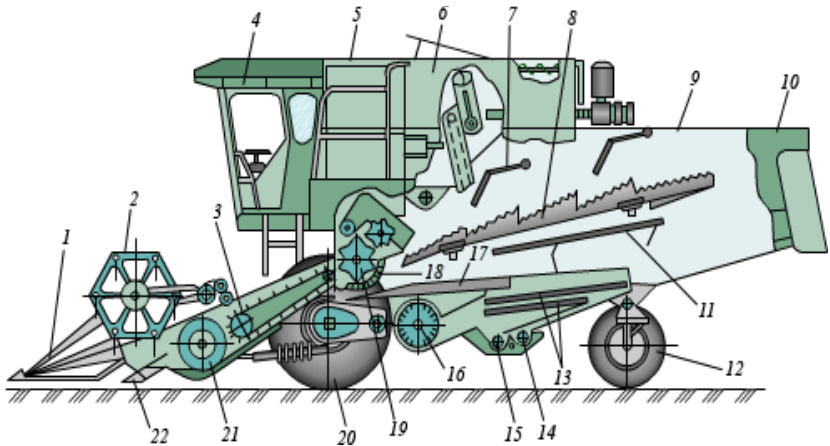


Рис. 4. Схема комбайна «Лан»:

1 - подільник; 2 - мотовило; 3 - транспортер похилої камери; 4 - кабіна; 5 - двигун; 6 - бункер; 7 - перегрібач; 8 - соломотряс; 9 - камера соломотряса; 10 - капот; 11 - струшувальна дошка соломотряса; 12 і 20 - напрямні й ведучі колеса; 13 - решета очищення; 14 - колосовий шнек; 15 - зерновий шнек; 16 - вентилятор; 17 - струшувальна дошка; 18 - підбарабання; 19 - молотильний барабан; 21 - шнек жнивarki; 22 - різальний апарат.

Технологічні регулювання комбайна КЗС-1580 «Лан»:

1. Висоту зрізу встановлюють (50, 100, 150 мм).
2. Частоту обертання мотовила встановлюють (12-57 об/хв) встановлюють переміщенням зірочок і варіатором з електродвигуном.
3. Частоту обертання молотильного барабана встановлюють (280-650 або 650-1500 об/хв).

Для збирання не зернової частини врожаю за замовленнями споживачів комбайн може комплектуватися: капотом для складання соломи й полови у валок, подрібнювачем соломи для збирання її разом з половиною в причіп.

Однією з основних особливостей цього комбайна є роторний соломотрясзамість клавішного, молотильний барабан діаметром 600 мм і довжиною 1280 мм. **Молотильно-сепарувальний пристрій (МСП)** (рис. 7) призначений для обмолоту маси (відділення зерна від колоса) і сепарації (відділення вільного зерна від соломи).

Типи МСП:

1. Барабанні: а) однобарабанні; б) двобарабанні.
2. Роторні: складається з одного або двох роторів.
3. Змішані: складається з одного або двох барабанів і роторів. Типи барабанів:
  1. Бильний
  2. Штифтовий.

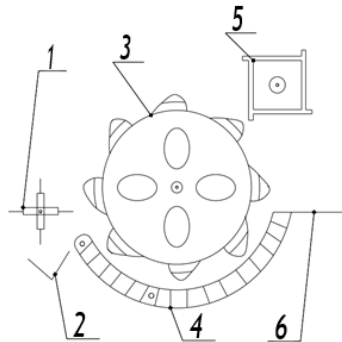


Рис. 7. Схема однобарабанного бильного МСП:

1 - приймальний бітер; 2 - каменевловлювач; 3 - барабан; 4 - дека (підбарабання); 5 - відбійний бітер; 6 - решітка відбійного бітера.

Технологічні регулювання однобарабанного МСП:

1. Частота обертання барабана - варіатором - чим більше частота обертання, тим краще обмолот, але більше подрібнення зерна.
2. Зазор між барабаном і декою - важелем з кабіни - чим менше зазори, тим краще обмолот, але більше подрібнення зерна.

Очисник комбайна (рис. 8) призначений для розділення зернового вороху на зерно, колоски і полови. Після розділення зерно прямує в бункер, колоски на повторний обмолот, а половина в копичник або подрібнювач.

Принцип роботи очисника. Зерновий ворох поступає на стрясну дошку від МСП і соломотряса. За рахунок ступінчастої поверхні і зворотно- поступальних рухів стрясної дошки ворох переміщується назад до пальцевої решітки. Дрібні частинки (зерно, половина і дрібні колоски) провалюються через пальцеву решітку і падають на початок верхнього решета, а великі сходять з пальцевої решітки і падають на середину верхнього решета. Верхнє решето складається з жалюзі, вони відкриті на 2/3. Крізь них провалюється все зерно і дрібні колоски, а крупні колоски сходять на подовжувач верхнього решета, половина видувається вентилятором в копичник, колоски, що зійшли на подовжувач, провалюються через його жалюзі і потрапляють в колосовий шнек.

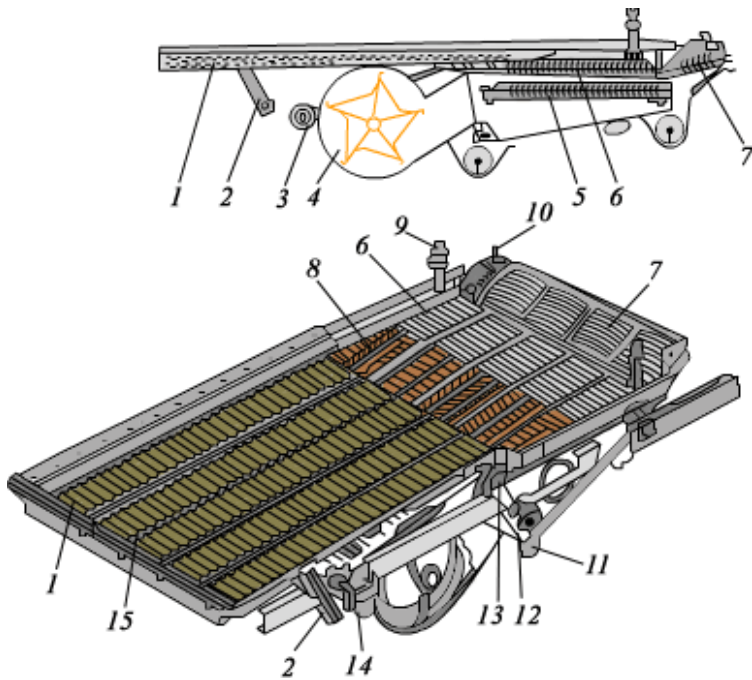


Рис. 8. Очистка комбайна:

1 - струшувальна дошка; 2 - передня підвіска грохота; 3 - шатун;



4 - вентилятор; 5 - нижнє решето; 6 - верхнє решето; 7 - подовжувач грохота; 8 - палець; 9 - задня підвіска грохота; 10 - важіль; 11, 13 - трубчасті осі; 12 - двоплечий важіль; 14 - хитний вал; 15 - гребінка.

Все зерно і дрібні колоски, що потрапили на нижнє решето, за рахунок ступінчастої поверхні (жалюзі) і кругових рухів транспортуються назад. Оскільки жалюзі відкриті на 1/3, крізь них провалюється тільки зерно, і падає на скатну дошку, а колоски сходять і падають в колосовий шнек. Зерно скачується по скатній дошці і поступає в зерновий шнек. Колоски з колосового шнека потрапляють в колосовий елеватор, далі на верхній колосовий шнек (розподільний). З нього на відбійний бітер, далі на барабан, на повторний обмолот. Зерно зерновим шнеком подається на зерновий елеватор в бункер.

Технологічні регулювання очисника:

1. Зазори в жалюзі верхнього решета - важелем з лівого боку комбайна
2. Зазори в жалюзі нижнього решета - важелем з лівого боку комбайна
3. Зазори в жалюзі подовжувача верхнього решета - важелем з правого боку комбайна, усередині
4. Нахил подовжувача - болтами з двох сторін подовжувача
5. Обороти вентилятора - варіатором вентилятора
6. Зазор між подовжувачем і скатною дошкою подовжувача - зміною положення скатної дошки

Соломотряс призначений для вилучення із грубого вороху зернової суміші (вимолочене зерно, збіони, полова, дрібні домішки) і спрямування зерної колосів в очисник, а соломи в копнувач (або подрібнювач).

Складовими соломотряса є п'ять клавіш 1 (рис. 9), які за допомогою підшипників кочення прикріплені на шийках ведучого 16 і веденого 10 колінчастих валів.

Клавіша виготовлена із оцинкованої сталі у вигляді довгастого короба, робоча поверхня її (верхня) - жалюзійна, нерегульована, з каскадами.

Технічне обслуговування соломотряса:

1. При роботі на вологих, або засмічених хлібах полова і сміття прилипають до жалюзей, і їх отвори забиваються, в результаті зерно і колоски йдуть в копнувач, а це веде до втрат.

2. Тертя клавіш одна об одну, або об стінки молотарки. При появі цього дефекту послаблюють передні підшипникові опори на клавішах і вручну прокручують соломотряс, при цьому клавіші повинні стати на



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

### Тема: «Машини для зрошення»

**Мета роботи:** поглибити та закріпити знання з будови й роботи машин для зрошення. Навчитися правильно регулювати робочі органи та механізми на задані умови роботи.

#### *Теоретичні відомості*

Зрошення полів здійснюється за допомогою дощувальних установок і дощувальних машин.

До дощувальних установок відносяться короткоструменеві, середньоструменеві та далекоструменеві установки з переносними трубопроводами на колесах або полозях; стаціонарні дощувальні системи з трубопроводами, вкладеними у ґрунт, напівстаціонарні дощувальні установки зі швидкороз'ємними трубами, які розміщують на зрошуваному полі на весь період поливу.

Дощувальні машини призначені для подрібнення струменя води на дрібні краплі та розбризкування їх на поверхні поля. До них відносяться далекоструменеві тракторні причіпні та начіпні машини, двоконсольні дощувальні агрегати, дощувальні машини, стаціонарні дощувальні машини, стаціонарні дощувальні системи та інше.

Двоконсольний дощувальний агрегат ДДА–100МА. Він призначений для поливу дощуванням овочевих, технічних, зернових, кормових культур. Забір води здійснюється з відкритої зрошувальної мережі з відстанню між каналами 120 м. Агрегат складається з трактора ДТ-75М-ХС-4 потужністю 66,2 кВт (90 к.с.), двоконсольної просторової ферми з відкрilками та розбризкуючими насадками, рами для кріплення ферми на трактор, центробіжного насосу з приводом, всмоктувальної лінії з лічильником – водоміром і плавучим всмоктувальним клапаном, гідросистеми, гідропідживлювача, вимірювальних 746 приладів і освітлювальної апаратури. Трактор є джерелом енергії для обертання насосу та руху трактора. Він обладнаний ходосповільнювачем для забезпечення необхідної швидкості руху та отримання заданої інтенсивності дощу. Вода із зрошувача через плавучий всмоктувальний клапан і всмоктувальний трубопровід поступає в центробіжний насос, який вмонтовано у зборі з приводом на тракторі (замість редуктора валу відбору потужності). Насос під напором 0,37 МПа подає воду через напірний трубопровід і поворотний круг у нижчі пояси ферми. Звідси вона розподіляється по відкрilках і поступає в насадки для розбризкування у вигляді дощу по зрошуваному полю.

Ферма дощувального агрегату представляє собою трипоясну просторову конструкцію з одним верхнім і двома нижніми поясами. Довжина ферми 110,3 м; висота в центрі 3,078 м. Вона складається з двох консолей і поворотного кола посередині. На фермі симетрично встановлено 52 короткоструменеві та 2 струменеві насадки. Всмоктувальна лінія складається із всмоктувального трубопроводу, двох шарнірних муфт, плавучого всмоктувального клапана, противаги та кронштейна з гідроциліндром для підняття та опускання всмоктувального клапана при переїзді агрегату з одного місця в інше. Всмоктувальний клапан включає в себе пустотілий корпус (поплавок) з горловиною, сітку, що знімається, і клапан з двома стулками. Для заповнення всмоктувальної лінії та насоса водою перед запуском агрегату на ньому змонтовано газовий ежектор, який при роботі двигуна трактора створює розрідження у всмоктувальній лінії та порожнини насоса, і вода під дією атмосферного тиску заповнює систему водою із зрошувача. Після заповнення всієї системи водою насос включають у роботу. Дощувальний агрегат ДДА-100МА може бути оснащений гідропідживлювачем, призначеному для роботи з розчинними мінеральними добривами.

Агрегат обладнаний гідравлічною системою, яка складається з чотирьох гідроциліндрів регулювання положення консолей ферми та одного гідроциліндра для підняття та спускання всмоктувальної лінії. Для спостереження за роботою насоса під час поливу на агрегаті встановлені манометр і вакуумметр. При нормальній роботі агрегату стрілка манометра встановлюється на позначці 0,33 МПа, а вакуумметра 0,03-0,04 МПа. Витрата води агрегатом 130 л/сек., ширина захвату 120 м, виробність при поливній нормі 300 м<sup>3</sup>/га становить 1.6 га/год. Швидкість руху агрегату до 1.03 км/год. Дощувач фронтальний з механізованим переміщенням „Днепр” призначений для поливу зернових, технічних, овочевих, кормових культур, луків і пасовищ.

Полив здійснюється позиційно і з забором води з гідранта закритої зрошувальної мережі. Промисловість випускає 5 модифікацій дощувача з різною шириною захвату. Базовою моделлю є дощувач „Днепр” ДФ – 120 з шириною захвату 460 м. Інші модифікації мають ширину захвату 433 – 352 м. Дощувач „Днепр” ДФ – 120 складається з водопроводячого пояса, розміщеного на опірних візках 9; ферм 3, на кожній із яких встановлено два середньоструменеві дощувальні апарати 1 „Роса – 3”, електроприводу 4 та пересувної електростанції 6 (трактор ЮМЗ – 6 – АКТ 40.2 з начпним генератором ЕСС 5 – 82 – 42). Генератор потужністю 37.5 кВт приводиться в дію від ВВП трактора через

карданний вал і одноступеневу циліндричну передачу. Водопроводячий пояс представляє собою трубопровід. Він зібраний із з'єднуючих труб 11, обладнаних зливними клапанами 10; опірних труб 8; двох під'єднувальних трубопроводів з опорами 5 і системою розтягуючих тросів 2 та косинців 12. На патрубках закритої зрошувальної мережі через кожні 54 м встановлені гідранти 7, які служать перехідною з'єднуючою ланкою між водопроводячим поясом дощувача та зрошувальною мережею. 748 Опірний візок 9 складається з просторової рами та двох металевих коліс зі шпорами. На горизонтальній балці рами встановлений мотор – редуктор потужністю 1,1 кВт, від якого через ланцюгову та зубчасту передачі приводяться у рух колеса. Для попередження пошкодження рослин колеса огорожені стебловідводом.

На машині „Днепр” ДФ – 120 встановлено 17 опірних візків. Кожний проміжний візок обладнаний системою синхронізації руху опірних візків, яка автоматично зупиняє мотор – редуктор випереджуючого візка та підтримує прямолінійність руху дощувача. При недопустимому прогинанні водопроводячого поясу спрацьовує система сигналізації: включається звуковий сигнал трактора, і на пульті управління гасне сигнальна лампа. Для розпилу води та утворення штучного дощу на машині змонтовані середньоструменеві дощувальні апарати „Роса – 3”. На першій від гідранта та останній фермах знаходяться 4 апарати з механізмами секторного поливу з соплами різного діаметру.

За відсутності ліній електропередач і доріг на останній фермі встановлюють апарати з соплами діаметром 7,11 та 4 мм без механізмів секторного поливу. Дощувальний апарат „Роса – 3” обладнаний механізмом секторного поливу і може здійснювати полив як по сектору (мінімальний кут  $45^\circ$ ), так і по колу. При груповому використанні дощувальних машин „Днепр” ДФ – 120 одна електростанція може обслуговувати до 4 машин. Витрачання води однією машиною 120 л/с (26 л/с на 100 м захвату). Напір води на гідранті 0,45 МПа. Робоча швидкість пересування з позиції на позицію 0,49 км/год. Виробність при нормі поливу 600 м<sup>3</sup>/га складає 0,71 га/год.

Дощувальна машина ДКШ – 64 „Волжанка” призначена для поливу дощуванням різних сільськогосподарських культур, висота яких при вегетаційних поливах не перевищує 1,5 м, а також для зрошування луків і пасовищ на площах з рівнинним рельєфом. 749 Машина „Волжанка” багатоопірна, позиційно-фронтальної дії, працює з водозабором від гідрантів закритої зрошувальної мережі або розбірного трубопроводу з подачею води стаціонарними або пересувними насосними

станціями з водозабором з відкритих водойм. В залежності від розмірів зрошуваних полів машина поставляється в шести модифікаціях, які відрізняються шириною захвату та витрачанням води. Базовою моделлю є машина ДКШ 64 – 800. При ширині захвату 800 м вона витрачає за секунду 64 л води. Для інших модифікацій витрачання води складає від 24 до 56 л/сек., а ширина захвату 300 – 700. Дощувальна машина ДКШ – 64 – 800 має два поливних крила. Вони розміщені по обидві сторони зрошувального трубопроводу, обладнаного через кожні 18 м гідрантами. На трубопроводі машини встановлені середньоструменеві дощувальні апарати кругової дії з механізмом самовстановлення, який утримує апарат при поливі у вертикальному положенні.

Всього на трубопроводі знаходиться 32 дощувальних апарати з витрачанням води 1 л/с і діаметром сопл 7 мм. Витрачання води дощувальною машиною ( двома крилами по 400 м.) 64 л/с, напір біля гідранта 0,4 МПа; ширина захвату (відстань між зрошувачами) 800 м; інтенсивність дощу 0,27 мм/хв. Виробність при поливній нормі 600 м<sup>3</sup>/га складає 0,39 га/год. Дощувальна машина „Фрегат” багатоопірна, колісна, самохідна, кругової дії, призначена для поливу дощуванням зернових, овоче-баштанних, кормових, технічних культур, включаючи високостеблові, а також природних кормових угідь. Базовою моделлю є машина ДМ – 454 – 100 довжиною 454 м і витрачанням води 100 л/с. Машина має модифікації, що відрізняються меншою довжиною і меншим витрачанням води (70 – 58 л/с).

Дощувальна машина „Фрегат” представляє собою водопроводячий трубопровід, що рухається по колу і який змонтовано на самохідних опорах – візках. Від нерухої опори до шостого візка включно встановлюються труби із зовнішнім діаметром 177,8 мм., а від восьмого візка до останнього – діаметром 152,4 мм. 750 На водопроводячому трубопроводі встановлені середньоструменеві дощувальні апарати кругової дії. На машині використані чотири типи дощувальних апаратів з різними насадками. Труби мають клапани, які при поливі автоматично зачиняються під дією напору води та відчиняються для злиття води з трубопроводу при знятті тиску. Трубопровід з'єднаний з поворотним коліном нерухої опори, яка є центром обертання машини. Вода від зрошувальної системи до машини поступає через стояк нерухої опори, що встановлений на бетонний фундамент і закріплений на ньому ланцюгами. На кожному візку є гідропривід, який забезпечує через систему важелів і штовхачів рух машини.

Вода з трубопроводу через фільтр проходить в середині регулюючого клапана швидкості і по шлангу поступає у розподільчий клапан і далі у внутрішню порожнину штока силового циліндру. Так як шток гідроциліндра закріплений на рамі, а циліндр вільний, то він під тиском води підіймається вверх. При русі гідроциліндра вниз вода виштовхується з нього через зворотній клапан, поступає у зливну трубу та через її отвір спрямовується на поверхню ґрунту. Гідроциліндр опускається до тих пір, доки силовий важіль не натисне через підпору тяги на вилку перемикача. Для забезпечення прямолінійності водопроводячого трубопроводу передбачена механічна система синхронізації швидкості руху візків.

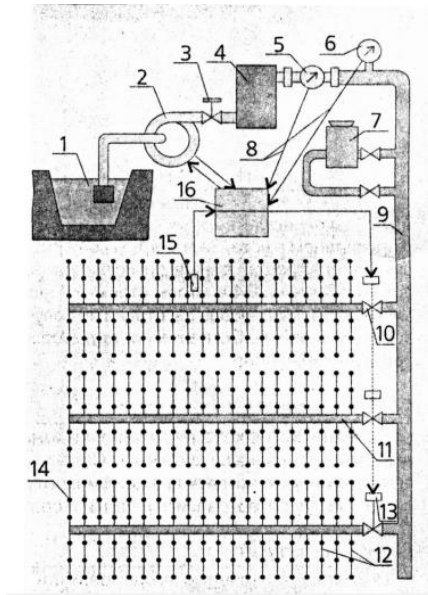


Рис. 1 Принципова схема системи крапельного зрошення: 1-водозабірний вузол; 2-насос; 3-засувка; 4-фільтр; 5-лічильник витрачання води; 6-манометр; 7-пристрій для приготування та подачі добрив у трубопровідну мережу; 8-канали зв'язку; 9-магістральний трубопровід; 10-дистанційно керована засувка; 11- розподільчий трубопровід; 12-поливний трубопровід; 13-блок керування засувкою; 14-крапельниця; 15-датчик необхідності поливу; 16-пульт управління.

Швидкість руху машини встановлюють вручну краном – задатником, який розміщений на останньому візку та включений у підводячу

систему гідроприводу. Машина обладнана системою механічного захисту, яка дозволяє зменшити або припинити подачу води від насосної станції. Для зупинки машини на поворотному коліні нерухомої опори встановлений стоп – пристрій, який призначений для зупинення подачі води системою електрозахисту. При переміщенні машини на іншу позицію використовують пристосування для буксування, що складається з тросу, ланцюгів, причіпної серги. Буксують машину тракторами класу 30 кН. Максимальна площа поливу при роботі на одній позиції 72 га.

Обладнання для крапельного зрошення. Крапельне зрошення – прогресивний спосіб поливу сільськогосподарських культур, при якому по густо розгалужених трубопроводах вода подається малими дозами та через спеціальні крапельниці поступає прямо до коренів рослин.

Такий полив упродовж усієї вегетації дозволяє підтримувати близьку до оптимальної вологість ґрунту. Подачу води в систему крапельного зрошення можна регулювати автоматично або вручну. Здебільшого застосовують системи з напором води 0,07 – 0,28 МПа. На невеликих ділянках полив, як правило, регулюють вручну. Якщо ж ділянка велика, застосовують автоматику. Принципова схема системи крапельного зрошення з автоматичним регулюванням (рис.1) складається з водозабірної вузла 1, насоса 2, фільтра 4, лічильника витрачання води 5, манометра 6, пристрою для приготування та подачі добрив у трубопровідну мережу 7, каналів зв'язку 8, магістрального 9, розподільчого 11 та поливного 12 трубопроводів, крапельниць 14, датчика необхідності поливу 15, пульта управління 16. Принцип роботи системи крапельного зрошення наступний. З поливного трубопроводу вода поступає в крапельницю, проходить через дросель і, витікаючи зовні, зволожує ґрунт на глибину 1 м у зоні зволоження шириною до 2,6 м. При цьому ґрунт у міжряддях залишається сухим. Кількість крапельниць залежить від виду сільськогосподарської культури, схеми їх розміщенні на площі, витрачання води на одну рослину тощо. Для овочевих культур, наприклад, відстань між крапельницями на поливному трубопроводі встановлюють у межах від 0,2 до 2,0 м. Воду для систем крапельного зрошення потрібно ретельно фільтрувати, щоб запобігти забруднення отворів крапельниць.

Очищають поливну воду за допомогою пристроїв для осаджування, коагуляції, флокуляції, забруднюючих часточок. Для попередньої очистки води від механічних домішок використовують піщано-гравійні, щєбенисті, керамзитові та інші фільтри касетного типу. Для



завершальної очистки використовують відкриті гідро циклони, фільтри з пінополістирильним завантаженням, сітчасті фільтри і т. ін. 756 Воду для поливу в систему крапельного зрошення подають низько- або середньонапірними водяними насосами (центробіжні насоси типу БЦ, БЦП, БВ та ін. виробністю 1-6 м<sup>3</sup>/год з напором 10-40 м) на невеликих ділянках можна використовувати водонапірні башти або окремі цистерни, баки, встановлені на висоті 3 – 5 м над поверхнею ґрунту. Прокладаючи магістральні та розподільчі трубопроводи діаметром 38 – 51 мм, найчастіше використовують полівінілхлоридні та поліетиленові труби чорного кольору; для поливних труб – поліетиленові діаметром 10 – 30 мм. Магістральні та розподільчі трубопроводи найчастіше розміщують під землею, а поливні – над або під нею.

У першому випадку для під'єднання крапельниць використовують вивідні трубки 3 (рис. 2 ). Надземні польові трубопроводи при зрошуванні садів кріплять за допомогою підвісних хомутів б до шпалерного дроту 5 на висоті 0,6 – 0,7 м від землі. Відстань між паливними трубопроводами встановлюють у відповідності до ширини міжрядь вирощуваних культур. Основним елементом системи крапельного зрошення, що визначає її параметри, є крапельниці різної конструкції. По способу подачі води їх можна поділити на два види: з безперервною подачею води та з порційною.

Крапельниці встановлюють безпосередньо на поливних трубопроводах, якщо вони розміщені над землею, або на вивідних трубках у випадку підземного розміщення трубопроводів. Діаметр отворів крапельниць 0,3 – 2 мм, а витрачання води 0,9 – 12 л/год. Крапельниця монтується у вертикальному положенні над поливним трубопроводом. Наконечник її вставляється у круглий отвір, зроблений в нижній стінці поливного трубопроводу. Утримується крапельниця на трубопроводі за допомогою прижимів. Для заміру тиску в мережі крапельного зрошення використовують пружинні або інші манометри з інтервалом виміру 0 – 0,5 МПа (0 – 5 атм) Визначення витрачання води здійснюють за допомогою одноструйних крильчастих лічильників води або водоміра. Для приготування та подачі розчину мінеральних добрив у паливну мережу можна застосовувати пристрій від дощувальних машин.

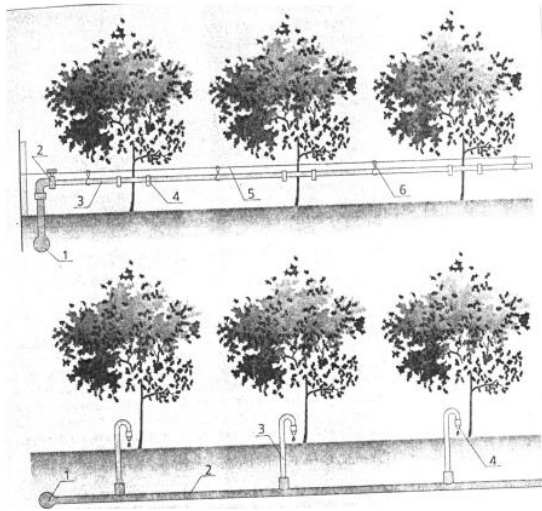


Рис. 99 Схеми розміщення поливних трубопроводів системи крапельного зрошення:

а) наземне: 1 – підземний розподільчий трубопровід; 2 – шаровий кран; 3 – наземний поливний трубопровід; 4 – крапельниця; 5 – шпалерний дріт; 6 – підвісний хомут;

б) підземне: 1 – підземний розподільчий трубопровід; 2 – підземний поливний трубопровід; 3 – вивідна трубка; 4 – крапельниця.

## **Практична робота 8.**

### **Тема: «Планування та моделювання польоту БПЛА в ArduPilot Mission Planner»**

#### *Теоретичні відомості*

ArduPilot Mission Planner використовується для керування та налаштування автономних польотів з використанням автопілотної системи ArduPilot. ArduPilot – це відкрите програмне забезпечення для автопілотів, розроблене спеціально для безпілотників, дронів та інших безпілотних рухомих платформ.

ArduPilot Mission Planner дозволяє планувати місії, встановлювати параметри автопілота, керувати БПЛА та візуалізувати дані польоту. Ця програма забезпечує повний спектр функцій для керування автономними польотами, зокрема налаштування шляхів, керування точками маршруту, планування місій з додатковими параметрами (наприклад, часом, висотою і т. д.), режими автопілота та інші функції. Підтримується керування додатковим обладнанням, наприклад камерою (збільшення, напрям, вкл./викл), розприскувачем [4], сервоприводами, що можуть змінювати положення клапана чи люка розвантаження.

ArduPilot Mission Planner може працювати з різними типами автопілотів, такими як ArduPilot Mega (APM), Pixhawk і Cube. Він підтримує підключення до автопілота через USB, бездротове з'єднання або за допомогою телеметричних модулів.

Автопілот ArduPilot (контролер на борту БПЛА) також підтримує різноманітні типи дронів, включаючи квадрокоптери, гексакоптери, вертольоти, літаки та багато інших.

ArduPilot надає широкий спектр функцій і можливостей для автономного польоту. Він підтримує точне GPS-позиціонування, автоматичні режими стабілізації, навігацію, збереження маршрутів, планування місій, автоматичний зліт і посадку, управління камерами, телеметрію і багато іншого.

#### **План роботи**

1. Запланувати в ArduPilot Mission Planner політ БПЛА під керуванням ArduPilot за простим маршрутом.
2. Змоделювати зліт й політ БПЛА в ArduPilot Mission Planner.
3. Запланувати й змоделювати політ БПЛА над заданою ділянкою для задач спостереження.

#### **Порядок виконання роботи**

1. Запустити ArduPilot Mission Planner.

2. Перейти в режим «План» для планування маршруту (1 на рис. 1). Обрати режим відліку висоти (абсолютна над рівнем моря, від поверхні землі, відносно місця старту), обравши потрібний варіант зі списку (2 на рис. 1). Задати не менше 4 точок маршруту над ділянкою з координатами 50.682537 пн.ш., 26.278592 сх.д.

Для додавання точки маршруту клацніть по точці на карті з потрібними координатами, в контекстному меню оберіть «Вставити Wp» (3 на рис. 1). Також точки маршруту можна додавати, клацнувши по «+» на лінії між двома точками. Список доданих точок відобразиться нижче (4 на рис. 1). Для точки маршруту можна обрати іншу роль (наприклад, точка ввімкнення камери, зміни швидкості, ввімкнення розбризкувача тощо). За потреби в цьому ж списку можна змінити висоту літального апарату в точці (5 на рис. 1). Отриманий маршрут зберегти в файл.

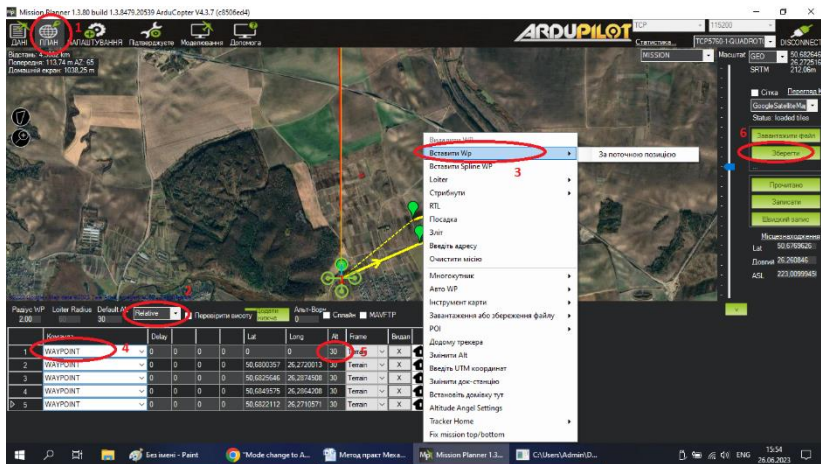


Рис. 1. Планування маршруту польоту в ArduPilot Mission Planner

3. Перейти в режим «Моделювання» (1 на рис. 2). Перемістити базу (2 на рис. 2) ближче до земельної ділянки, над якою планувався політ (за замовчуванням у версії 1.3.80 вона знаходиться в Австралії). В списку «Модель» обрати вид безпілотної апарату під керуванням ArduPilot, який планується використовувати – квадрокоптер (3 на рис. 3). Лишається завантажити й запустити симулятор для відповідного типу безпілотної апарату – обираємо «мультикоптер» (4 на рис. 3) і в діалоговому вікні з запитанням, яку версію симулятора

використовувати, відповідаємо «Stable» (стабільну). Зачекати, доки завантажиться і запуститься симулятор.



Рис. 2. Налаштування моделювання в ArduPilot Mission Planner

4. Перейти в режим «Дані». Ліворуч на вкладці «Дії» змінити режим на QSTABILIZE або Stabilize (рис. 3), підтвердити зміну натисканням кнопки поряд «Режим набору», натиснути «Арм» (запустити двигуни), після чого клацнути правою кнопкою по карті й обрати «Зліт».

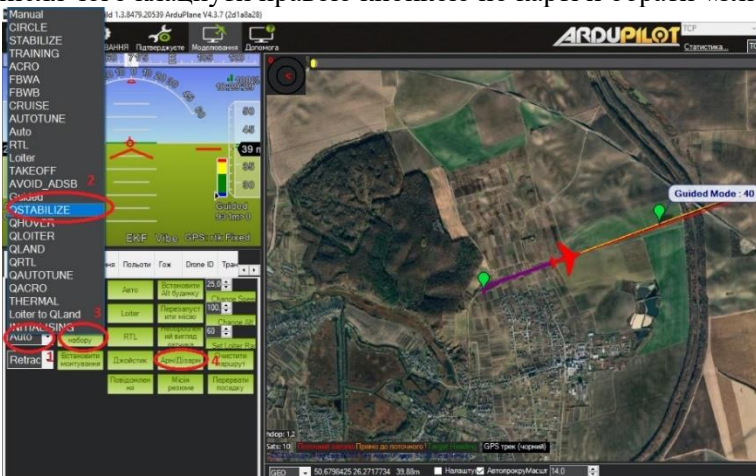


Рис. 3. Моделювання зльоту в ArduPilot Mission Planner

Увага! Якщо після ввімкнення двигунів впродовж декількох секунд не надходить жодних команд, двигуни вимикаються і відображається статус «Disarmed».

Далі змінюємо режим на «Auto», в якому літальний апарат виконуватиме наперед задану місію з обльоту ранішезаданих точок.

В режимі «Guided» БПЛА виконуватиме команди (летіти в точку, змінити висоту) від ArduPilot Mission Planner у реальному часі.

5. Вибрати довільну земельну ділянку з врахуванням обмежень для літальних апаратів масою до 20 кг згідно пункту 4 розділу II. Регулювання використання повітряного простору Авіаційних правил України «Правила використання повітряного простору України» [5] (рис. 4).



Рис. 4. П'ятикілометрова зона обмеження польотів безпілотних літальних апаратів навколо Міжнародного аеропорту «Рівне» в ArduPilot Mission Planner

6. На вибраній ділянці побудувати полігон (многокутник), в контекстному меню обрати «Авто WP» – «спостереження/опитування (сітка)» (рис. 5). Прийняти параметри сітки за замовчуванням.





## 6. Рекомендації до виконання самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти *денної/дुальної* форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять –  $0,5 \text{ год./1 год. занять} = 0,5 \cdot (40) = 20 \text{ год.}$

- підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС =  $6 \cdot 4 = 24 \text{ год.}$

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не розглядаються на лекціях –  $80 - 20 - 24 = 36 \text{ год.}$

Теми для самостійної роботи

| № | Теми самостійної роботи                                    | Кількість годин |
|---|--|-----------------|
| 1 | Трактори та автомобілі                                     | 6               |
| 2 | Машина для заготівлі кормів                                | 6               |
| 3 | Льонозбиральні машини                                      | 6               |
| 4 | Меліоративні машини та обладнання для водного господарства | 6               |
| 5 | Бурякозбиральні машини                                     | 6               |
| 6 | Картоплезбиральні машини                                   | 6               |
|   | Всього   | 36              |

Оцінка рівня освоєння здобувачами освіти питань, які виносяться на самостійне опрацювання проводиться на модульних контролях.



## Список рекомендованої літератури

- 1 Kuhn [Електронний ресурс]. Каталог продукції Kuhn, оранка, напівнавісні обертові плуги, Multi-Leader серії Т. Електрон. дан., 2019. URL: <http://www.kuhn.ru/internet/web.ru.nsf/> (дата звернення: 11.11.2023).
2. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. В. Іщенко та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. К. : «Агроосвіта», 2015. 679 с.
3. Машини для заготівлі та приготування кормів : навч. посіб. / за ред. Кравчука В. І., Мельника Ю. Ф. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2009. 136 с.
4. Сайт компанії KUNN Україна. URL: <https://www.kuhn.ua/> (дата звернення: 11.11.2023).
5. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі : навчальний посібник / Коновалюк О. В., Кіяшко В. М., Колісник М. В. К. : Аграрна освіта, 2013. 404 с.
6. Хітров І. О., Гавриш В. С. Ремонт машин і обладнання. Рівне : НУВГП, 2011. 184 с.
7. Виробнича експлуатація і ремонт машин та обладнання : навч. посібник / Романюк В. І., Гавриш В. С., Хітров І. О., Кононов Ю. А., Голотюк М. В. Рівне : НУВГП, 2016. 290 с.
8. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання : підручник/ Сідашенко О.І. та ін. ; за ред. проф. О. І. Сідашенко, О. А. Науменка. К. : Агроосвіта, 2014. 665 с.