ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

Навчальний посібник

Частина 1

Книга 2

КУЛЬТИВАТОРИ

За редакцією Р. В. Кириченка і М. В. Бакума

Харків
«Біотехкнига»
2024

УДК 631.316(075.8)
С36

Автори:
Р. В. Кириченко, М. В. Бакум, О. В. Козаченко, В. І. Пастухов, А. Д. Михайлов, М. М. Крекот, О. Б. Козій, М. М. Абдуєв

Рецензенти:
В. М. Сало – доктор технічних наук, професор кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету;
В. М. Зубко – доктор технічних наук, професор кафедри агроінжинірингу, декан інженерно-технологічного факультету Сумського національного аграрного університету;
Р. В. Антощенков – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю Державного біотехнологічного університету

Схвалено вченою радою
Державного біотехнологічного університету
(протокол № 3 від 12.12.2024)

Сільськогосподарські машини : навч. посіб. Ч. 1, кн. 2.
С36 Культиватори / [Р. В. Кириченко, М. В. Бакум, О. В. Козаченко та ін.] ; за ред. Р. В. Кириченка і М. В. Бакума ; Держ. біотехнол. ун-т. – Харків : Біотехкнига, 2024. – 338 с. : 253 іл.
ISBN 978-617-8554-01-9
ISBN 978-617-8554-02-6 (ч. 1, кн. 2)

У навчальному посібнику охарактеризовано властивості ґрунтів, їх мінливість і вплив на якість механічного обробітку. Проаналізовано основні складові конструкцій культиваторів для суцільного обробітку ґрунту і міжрядного обробітку посівів. Показано особливості конструкцій сучасних культиваторів вітчизняного й зарубіжного виробництва. Викладено методику підготовки до роботи базових конструкцій культиваторів.

Для студентів і викладачів інженерних спеціальностей аграрних закладів вищої освіти III–IV рівнів акредитації. Також видання може бути корисним для інженерно-технічних працівників при впровадженні і використанні на виробництві культиваторів.

УДК 631.316(075.8)

© Кириченко Р. В., Бакум М. В., Козаченко О. В. та ін., 2024
© Державний біотехнологічний університет, 2024

ISBN 978-617-8554-01-9
ISBN 978-617-8554-02-6 (ч. 1, кн. 2)

Добре обробляти землю необхідно,
а занадто добре – збитково
(Пліній Старший)

ВСТУП

Визначальною фізичною характеристикою практично усіх властивостей ґрунтів та їх водного, повітряного, теплового і біологічного режимів є щільність укладання мікро- і макроагрегатів, яка характеризує співвідношення твердої і газоподібної фази. За агрономічною оцінкою щільності укладання ґрунти розрізняють: рихлий – при щільності меншій 1,1 г/см^3; ущільнений (оптимальний) – при щільності 1,1…1,3 г/см^3; щільний – при 1,3…1,4 г/см^3 та дуже щільний – при щільності більшій за 1,4 г/см^3. При високій щільності укладання ґрунтів (вищій за допустиму для даного типу і стану) ускладнюється ріст коренів, обмежується мікробіологічна діяльність, спостерігаються інші негативні наслідки, які призводять до зниження урожайності сільськогосподарських культур та деградації ґрунтів.

Одним із прийомів підвищення родючості ґрунтів і урожайності сільськогосподарських культур є правильні системи обробітку. Першочергова задача обробітку ґрунту полягає у створенні сприятливих параметрів структури і щільності орного або посівного шару, завдяки чому покращуються умови надходження вологи в кореневмісний шар та зменшується її випаровування в атмосферу.

В сучасному землеробстві України застосовуються чотири основні системи обробітку ґрунту: традиційна (на базі оранки); консервувальна (мульчування верхнього шару ґрунту + безполицевий обробіток на глибину 25…40 см); мульчувальна (мульчування верхнього шару ґрунту, обробіток на глибину 10…12 см); No-till (мульчування ґрунту із збереженням рослинних решток на поверхні ґрунту на період сівби).

Вибір системи обробітку ґрунту залежить від багатьох факторів, основними з яких є: стан ґрунту, в якому передбачається вирощувати певну культур, сівозміна, технічне забезпечення

сільськогосподарських підприємств, які обробляють ґрунт і вирощують рослинну продукцію.

Відповідно до придатності ґрунту до обробітку і сівозмін раціональне співвідношення схем обробітку ґрунту мало бути таким: традиційна (на базі оранки) – 48 %; консервувальна – 21 %; мульчувальна – 17 %; No-till – 14 %.

Але технічне забезпечення сільськогосподарських підприємств, виходячи з технічної забезпеченості, змозі обробити ґрунт за вказаними системами у наступному співвідношенні: традиційна (на базі оранки) – 38 %; консервувальна – 26 %; мульчувальна – 26 %; No-till – 10 %.

На практиці, з метою економії енергоресурсів, консервувальна технологія часто замінюється мульчувальною (тобто не застосовуються глибокорозпушувачі), таким чином, приблизно на 2/3 площ з року в рік виконується тільки поверхневий обробіток, що веде до ущільнення ґрунту і в кінцевому результаті зниження урожайності сільськогосподарських культур.

В силу різних обставин часто, основний обробіток ґрунту за консервувальною технологією виконується культиваторами та комбінованими ґрунтообробними агрегатами. Ці машини мають більшу продуктивність, але спроможні обробляти ґрунт на меншу глибину ніж глибокорозпушувачі. Культиватори також використовуються для мульчувальної системи обробітку ґрунту. Основними робочими органами культиваторів є стрільчасті або розпушувальні лапи. Культиватори зі стрільчастими лапами крім розпушування забезпечують підрізання бур'янів, що зумовлює їх ефективність використання на забур'янених полях. При наявності на полях бур'янів типу пирію доцільніше використовувати культиватори з розпушувальними лапами на пружинних стійках. Комплектація культиватора котками забезпечує додаткове руйнування грудок у поверхневому шарі ґрунту і часткове вирівнювання поверхні.

Серійне виробництво культиваторів в Україні почалося з кінця 20-х років минулого століття. Спочатку випускались кінні культиватори. Найбільшого поширення в 30-х роках минулого

сторіччя набула кінна мотика «Українка», яка серійно випускалась на Першотравневому заводі міста Бердянська та міста Біла Церква. Мотика «Українка» використовувалась для прополки, рихлення, а також для проріджування посівів цукрових буряків, що забезпечувало збільшення урожайності на 10,6 % в порівнянні з ручною обробкою. Вона обробляла за раз шість рядків, посіяних з шириною міжрядь 50 см. Мотику обслуговували троє робочих, один з яких управляв кіньми, другий – передком, а третій ішов позаду та виправляв похибку управління мотикою за допомогою рогачів. Мотика складалась із рами, на якій закріплювались чавунні обойми напівосей для установки і регулювань коліс по ширині міжрядь. Рама за допомогою сниці з'єднувалась з колісним передком, оснащеним ручками для управління мотикою. До рами мотики позаду коліс підвішений брус для кріплення 15 коротких та довгих гряділів для кріплення робочих органів: стрільчастих та долотовидних лап. Для запобігання присипання рядків посівів ґрунтом до брусу рами підвішувались шість пар захисних дисків. За вісім годин роботи кінною мотикою обробляли до 7 га посівів.

З появою тракторів, які спочатку закупали в закордонних фірмах «Фармол», «Джон-Дір» і «Роу-рон», а з 1930-1931 років – вітчизняного виробництва «Універсал-1» і СТЗХТЗ, спочатку був обраний шлях примітивного транспортування знарядь кінної тяги за рахунок збільшення ширини захвату машин і знарядь. Але такий спосіб модернізації знарядь для міжрядного обробітку виявився не прийнятним. Наприклад, кінні мотики «Українка» використовували і з тракторною тягою, агрегатуючи по три штуки. Але вести агрегат вздовж рядків (традиційно не строго прямолінійних) тракторист не міг, так як приєднані позаду знаряддя, навіть при незначних відхиленнях від рядків, пошкоджували рослини. Тому в подальшому був обраний інший шлях використання тракторів на міжрядному обробітку. Робочі органи машин начіплювались на трактор попереду, що послугувало, по-перше, полегшенню праці трактористу, а, по-друге, знаряддя повністю повторювало всі маневри трактора, що дозволяло працювати на підвищених швидкостях.

На початку 30-х років минулого століття Першотравневий завод (м. Бердянськ) освоїв випуск універсальних просапних тракторних культиваторів УКС-1, УКС-2 і УКС-3 конструкції Ф.М. Солов'я. Культиватори УКС відносяться до поздовжньо-грядільних і на відміну від попередніх конструкцій оснащені індивідуальними повідками для кожного робочого органа, які сприяють копіюванню рельєфу поля. На спеціальній зчіпці складався агрегат із трьох культиваторів. Ширина міжрядь, які оброблялися такими культиваторами знаходилась в межах від 0,45 до 0,90 м. Рама культиваторів УКС складалася із двох перехресних рам, жорстко з'єднаних між собою. Одна з них (поперечна) призначена для кріплення робочих органів і підтримуючих її частин, а на другій (поздовжній) монтувалось сидіння для оператора, штурвал і важіль для встановлення глибини обробітку ґрунту лапами, а сама вона позаду спиралась на опорне колесо. До переднього брусу поперечної рами кріпились кронштейни-понижувачі, до яких шарнірно приєднувались трубчасті тяги. До задніх їх кінців кріпився повідковий брус, на якому закріплювались робочі органи. Для установки лап в два ешелони змінні повідки мали різну довжину. Культиватори комплектувались плоскорізальнами та долотовидними лапами. Глибина ходу лап регулювалась механізмами піднімання з балансивними пружинами, зв'язаними з секторними ричагами. Управління культиваторами УКС передбачало поворот всього культиватора, а також поперечне зміщення робочих органів.

Першим вітчизняним універсальним культиватором–рослинопідживлювачем був культиватор ВНІСП-С, який випускався Першотравневим заводом (м. Бердянськ). Він агрегатувався з тракторами У-2, СТЗ та ХТЗ і призначався для поверхневого розпушування просапних культур на глибину 3…5 см, букетування, глибокого (до 17 см) рихлення міжрядь, першого, другого і третього підживлення буряків і інших сільськогосподарських культур з внесенням добрив на глибину 16…18 см та передпосівної підготовки ґрунту. Культиватор складався із двох шестирядних секцій, з'єднаних між собою шарнірно. Кожна секція мала

причіпну сницю і штурвальний механізм для управління колесами. Культиватори комплектувалися стрільчастими, долотовидними лапами і підживлювальними ножами. Продуктивність 12-рядного культиватора шириною захвату 5,34 м біля 1,2…1,5 га/год з врахуванням часу на заправку добривами. Крім цих культиваторів заводами випускались начіпний культиватор КД, культиватори ХКР-С для обробітку поливного хлопку, культиватори лісні, садові та інші.

В післявоєнні роки заводами після відбудови був освоєний випуск більш досконалих культиваторів. Найбільш поширеним був універсальний причіпний тракторний культиватор КУТС-4,2А, призначений для міжрядового обробітку високостеблевих культур, букетування та передпосівного обробітку ґрунту на глибину до 10 см. Вони агрегатувалися з трактором У-2, по два – з тракторами КДП-35 або МТЗ. Основними вузлами культиваторів були рама, колеса, повідки з брусами, робочі органи з тримачами, механізми піднімання робочих органів і управління.

Причіпний тракторний культиватор КПС-5,4 призначений для міжрядного обробітку посівів цукрових буряків, висіяних з міжряддям 44,5 см і стикових – 50,0 см, а також інших сільськогосподарських рослин. Культиватор двухсекційний. На кожній секції встановлювалось шість грядільних рамок з брусами-тримачами робочих органів. Механізм піднімання і регулювання глибини ходу робочих органів культиватора ручний, ричажний. Культиватор комплектувався 12 правими і 12 лівими односторонніми лапами шириною захвату 150 і 80 мм та 36 мм долотовидними лапами. Агрегатувався КПС-5,4 з тракторами У-2, МТЗ і КДП-35. З 1954 р. культиватори випускали з обладнанням для внесення добрив КРС-5,4.

З 1955 р. випускався культиватор КРС-8,1, призначений для обробки посівів цукрових буряків, висіяних сівалкою СК-18, а також передпосівної обробки ґрунту. Складався культиватор з трьох секцій, шарнірно з’єднаних між собою. На ньому встановлювалось 9 туковисівних апаратів. Агрегатувався з трактором КДП-35 або МТЗ.

Також випускався начіпний тракторний культиватор КН-5,4 для міжрядної обробки просапних культур. Основними його вузлами були рама з передніми брусами, причіпний пристрій із заднім брусом, секції робочих органів, механізм піднімання і механізм рульового управління. Кожна секція робочих органів складалась із гряділя, який опирався на опорний коток і за допомогою шарнірно-паралелограмної навіски приєднувався до рами культиватора. Для кріплення робочих органів до гряділів використовувались спеціальні литі хомути і тримачі (аналогічні теперішнім). Хомути могли зміщуватись вздовж, а тримачі – поперек гряділя, що забезпечувало необхідну розстановку робочих органів по ширині міжрядь. Культиватор комплектувався односторонніми лапами з шириною захвату 150 і 85 мм, стрільчастими лапами на гнутій сниці і долотами. Піднімання робочих органів виконувалося гідроциліндром. Рульове управління слугувало для зміщення заднього брусу в поперечному напрямку, а передній брус з секціями робочих органів агрегатувався з трактором. З 1955 р. на культиватор почали встановлювати обладнання для підживлення рослин і культиватор отримав марку КРН-5,4.

З кінця 60-х років минулого століття на полях України широко застосовують начіпний культиватор-рослинопідживлювач КРН-4,2, призначений для міжрядного обробітку шести рядків кукурудзи, соняшнику, сої, овочів та інших культур. Культиватор складається із основного брусу, секцій робочих органів, аналогічних культиваторам КРН-5,4 і КРН-2,8, та підживлювальних апаратів АТ-2-тарільчастих, балочних, двопотокових. В комплект культиватора входять односторонні лапи шириною захвату 165 мм, стрілчасті лапи шириною захвату 220 і 270 мм, корпуси загортачі, арочники-борознорізи та підживлювальні ножі.

З 80-х років минулого століття для 8 і 12-рядної системи виробництва кукурудзи та інших сільськогосподарських культур промисловість випускає культиватори КРН-5,6 і КРН-8,4, які агрегатувались з тракторами МТЗ-50/52 і МТЗ-80/82.

Для вирощування цукрових буряків, сої та інших культур випускається культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4А.

Однією із важливих вимог догляду за посівами просапних культур є знищення бур'янів не лише в міжряддях, а і в рядках. Адже, наприклад, на посівах кукурудзи, в залежності від ширини захисної зони, залишається 30…40% необробленої площі поля.

Перші культиватори не мали спеціальних робочих органів для обробітку захисних зон. В 90-х роках минулого століття промисловість освоїла випуск прополювальних борінок КРН-3,8 до культиваторів КРН-4,2, до культиваторів КРН-5,6 – борінок КЛТ-3,8, КЛТ-140. На культиваторах для догляду за посівами буряків використовували голчасті диски ротаційних мотик КРН-2,8. В теперішній час розроблена ціла лінійка робочих органів до культиваторів для обробітку захисних зон, які в більшості випадків забезпечують ефективну боротьбу з бур'янами механічним способом без використання хімічних препаратів.

Також ефективним способом боротьби з бур'янами в рядках посівів є присипання їх сухим ґрунтом за допомогою підгортачів. Для цього культиватори КРН-5,6 і КРН-4,2 комплектуються лапами-підгортачами КРН-52 і КРН-53.

В останні роки ведеться інтенсивний пошук заміни традиційних способів поверхневого обробітку ґрунту інноваційними розробками з метою збереження та підвищення родючості ґрунтів, захисту їх від ерозії, зниження витрат палива тощо. Машинобудівники в свою чергу пропонують широкий набір інноваційних робочих органів і в цілому машин та знарядь для поверхневого обробітку ґрунту для господарств будь-яких розмірів для інтенсивного та екологічного землеробства у різних кліматичних умовах.

В Україні провідне місце у виготовленні культиваторів займають такі підприємства, як «Лозівські машини», «ELVORTI», «Завод Проммаш», «БілоцерківМАЗ», «Уманьферммаш», «Хмельницькмаш».

Провідні позиції у виробництві сучасних машин для поверхневого обробітку ґрунту в Європі займають такі фірми, як «Квернеленд» (Kverneland), «Кун» (Kuhn), «Амазоне» (Amazone), «Беллота» (Bellota), «Ведерштад» (Vaderstad), «Хорш» (Horsch), «Конгскільде» (Kongskilde), «Фогель і Ноот» (Vogel Noot), «Рабе» (Rabe), «Лемкен» (Lemken), «Джон Дір» (John Deere), «Грегуар Бессон», «Кокерлінг» (Rockerling), «Матер Масс» та інші. Їхня продукція дуже широко використовується в сільськогосподарському виробництві в господарствах України.

Навчальний посібник містить короткі відомості характеристики властивостей ґрунтів, їх мінливості та впливу на якість механічного обробітку, аналіз основних складових конструкцій культиваторів для суцільного обробітку ґрунту і міжрядного обробітку посівів, особливості конструкцій сучасних культиваторів вітчизняного і зарубіжного виробництва, наведено методика підготовки до роботи базових конструкцій культиваторів.

Навчальний посібник написаний відповідно до навчальної програми дисципліни «Сільськогосподарські машини» за спеціальностями 208 Агроінженерія та 133 Галузеве машинобудування.

ЗМІСТ

ВСТУП……..……...…….3

1. АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ…….……..11
1.1. Властивості ґрунту як об’єкта обробітку…….…….12
1.2. Вплив механічного складу, вологості і задернованості на стан ґрунту та особливості його обробітку…...…….37
1.3. Мінливість властивостей ґрунту……...41
1.4. Види технологічних процесів механічного обробітку ґрунту…….43
1.5. Запитання і завдання для самоперевірки…….……44

2. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУЛЬТИВАТОРІВ.....45
2.1. Історія розробки культиваторів……45
2.2. Агротехнічні вимоги до культиваторів……...50
2.2.1. Агротехнічні вимоги (показники якості) до передпосівної культивації…….50
2.2.2. Значення міжрядного обробітку в технології вирощування просапних культур…….53
2.2.3. Агротехнічні вимоги (показники якості) до міжрядного обробітку та підживлення просапних культур……59
2.3. Класифікація культиваторів…….60
2.4. Вітчизняні культиватори для суцільного обробітку ґрунту……..…62
2.5. Культиватори для суцільного обробітку ґрунту закордонного виробництва…….110
2.6. Просапні культиватори українського виробництва….146
2.7. Просапні культиватори закордонного виробництвам…….……..156
2.8. Запитання і завдання для самоперевірки……..…..170

3. АНАЛІЗ СКЛАДОВИХ КОНСТРУКЦІЙ КУЛЬТИВАТОРІВ……..……..171
3.1. Робочі органи культиваторів……..171
3.2. Перспективні робочі органи культиваторів……..179
3.3. Ротаційні робочі органи для міжрядного обробітку посівів сільськогосподарських культур……191
3.4. Робочі органи для внутрішньоґрунтового внесення добрив і гербіцидів……..200
3.5. Допоміжні органи культиваторів……...210
3.5.1. Допоміжні органи культиваторів для суцільного обробітку ґрунту……...…210
3.5.2. Допоміжні органи культиваторів для міжрядного обробітку посівів сільськогосподарських культур…..219
3.6. Запитання і завдання для самоперевірки…….……..223

4. ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ КУЛЬТИВАТОРІВ…….…...224
4.1. Підготовка до роботи лемішно-дискових культиваторів ШИЛІНГ для суцільного обробітку ґрунту виробництва ЛОЗІВСЬКІ МАШИНИ……...…224
4.1.1. Призначення культиваторів КЛД ШИЛІНГ……224
4.1.2. Будова культиваторів ШИЛІНГ…….…..226
4.1.3. Технологічний процес роботи культиватора…..239
4.1.4. Підготовка культиватора КЛД ШИЛІНГ на задані умови роботи……...…….239
4.1.5. Можливі несправності культиваторів……..241
4.1.6. Зміст звіту……...242
4.1.7. Запитання і завдання для самоперевірки…….242
4.2. Підготовка до роботи культиваторів для суцільного обробітку ґрунту виробництва ELVORTI…….243
4.2.1. Призначення культиваторів POLARIS…...…….243
4.2.2. Будова культиватора POLARIS……243
4.2.3. Налагодження культиватора POLARIS 10 PREMIUM на задані умови роботи……..……..250
4.2.4. Можливі несправності культиватора та способи їх усунення…….……258
4.2.6. Зміст звіту……...259
4.2.7. Запитання і завдання для самоперевірки…….259

4.3. Підготовка до роботи культиваторів для міжрядного обробітку посівів сільськогосподарських культур виробництва ELVORTI……..……..260
4.3.1. Загальні відомості…….……260
4.3.2. Будова культиватора…….269
4.3.4. Технологічний процес роботи культиватора…..270
4.3.5. Призначення та будова складових частин культиватора……271
4.3.6. Підготовка міжрядного культиватора до роботи……...277
4.3.7. Використання культиватора…….290
4.3.8. Можливі несправності культиватора та способи їх усунення…….309
4.3.9. Переобладнання культиватора в транспорте положення…….311
4.3.10. Зміст звіту……..…...316
4.3.11. Запитання і завдання для самоперевірки……...316

ДОДАТОК…….…….…..317
1. Технічне обслуговування культиватора…..……..317
2. Види і періодичність технічного обслуговування культиватора……..…….318
3. Вимоги до обслуговуючого персоналу при технічному обслуговуванні культиватора……...319
4. Вимоги до культиватора при технічному обслуговуванні……...319
5. Перелік робіт, які виконуються за кожним видом технічного обслуговування культиватора……...321
6. Перевірка працездатності культиватора……...327
7. Консервація (розконсервування, переконсервація)…….328
8. Зберігання культиватора……329
9. Заходи безпеки при експлуатації та обслуговуванні культиватора……...330

ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА…….332

Навчальне видання

КИРИЧЕНКО Роман Васильович,
БАКУМ Микола Васильович,
КОЗАЧЕНКО Олексій Васильович та ін.

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

Навчальний посібник

Частина 1

Книга 2

КУЛЬТИВАТОРИ

Комп'ютерний набір *Ю. В. Мотора*
Комп'ютерна верстка *М. М. Крекот, Ю. В. Мотора*
Відповідальний за випуск *М. М. Крекот*

Підписано до друку 19.12.2024. Формат 60×84/16.
Ум. друк. арк. 19,6. Обл.-вид. арк. 9,6. Тираж 100 пр. Зам. № 2

ТОВ «Біотехкнига»,
вул. Золочівська, 28, м. Харків, Україна
Для кореспонденції: а/с 824, м. Харків, 61023, Україна
Тел: (075)-103-10-66
Вебсайт: https://biotekhknyha.com.ua
E-mail: biotechbook@ukr.net
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 8188 від 10.10.2024

Виготовлено ТОВ «Промарт»,
вул. Весніна, 12, Харків, 61023, Україна
Тел. (057) 717-25-44
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5748 від 06.11.2017